



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112689376 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(21) 申请号 202110277454.3

(22) 申请日 2021.03.15

(71) 申请人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路
南一段24号

(72) 发明人 张益 黄卡玛 杨阳 朱铎丞
王策

(74) 专利代理机构 北京润泽恒知识产权代理有
限公司 11319

代理人 王婷婷

(51) Int.Cl.

H05H 1/46 (2006.01)

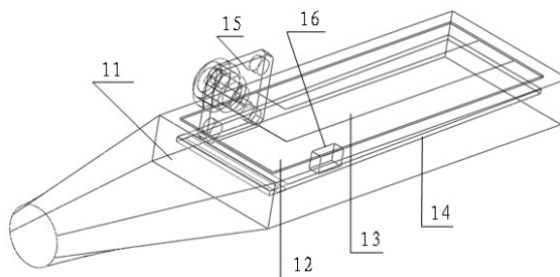
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置

(57) 摘要

本申请提供一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置。旨在实现小功率微波信号激发气体为等离子体、实现激发不同气体为等离子体,以及使激发产生的等离子体性能更好。包括:壳体、基板结构、压电材料、连接头、壳体上开设有进气口和出气口;基板结构和压电材料之间具有间隙,进气口中进入的气体充斥在间隙中;连接头与基板结构连接,连接头用于将微波信号输入到基板结构,以使微波信号沿着基板结构的信号线进入到壳体内;基板结构和压电材料末端之间间隙的大小随着压电材料上的电压而变化,以改变微波信号在所述间隙中形成的电场强度;充斥在间隙中的气体在微波信号形成的电场的作用下被激发为常压等离子体,常压等离子体由出气口输出。



1. 一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,其特征在于,所述装置包括:壳体、位于所述壳体内的基板结构,所述基板结构由上至下为基层、信号线,位于所述壳体内的压电材料、位于所述壳体外的连接头,所述壳体上开设有进气口和出气口;

其中,所述基板结构和压电材料之间具有间隙,所述进气口中进入的气体充斥在所述间隙中;

所述连接头与所述基板结构连接,所述连接头用于将微波信号输入到所述基板结构,以使所述微波信号沿着所述基板结构的信号线进入到所述壳体内;

其中,所述基板结构和压电材料的末端之间具有的间隙的大小随着所述压电材料上的电压而变化,以改变所述微波信号在所述间隙中形成的电场强度;

其中,充斥在所述间隙中的气体在所述微波信号形成的电场的作用下被激发为常压等离子体,所述常压等离子体由所述出气口输出。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述基板结构与所述压电材料的上表面的金属层,以及所述基板结构与所述压电材料的上表面的金属层之间充斥的空气组成微波信号传输线结构。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述壳体包括第一空腔,以及与所述第一空腔连接的类锥形空腔,所述类锥形空腔的尖端部设置所述进气口,所述第一空腔的末端设置所述出气口。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:位于所述壳体内的支撑块,所述支撑块的上下两侧分别与所述基板结构和所述压电材料连接,以将所述基板结构和所述压电材料隔开形成间隙。

5. 根据权利要求1-4任一所述的装置,其特征在于,所述压电材料的电极端位于靠近所述进气口一侧的位置。

6. 根据权利要求4所述的装置,其特征在于,所述支撑块位于靠近所述压电材料的电极端的位置。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述压电材料,用于在所述压电材料接通电压时,所述基板结构的末端和所述压电材料的末端之间的间隙随着电压的增大而减小,以使所述微波信号在所述间隙中形成的电场强度随着电压的增大而增大。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述压电材料接通交变电压,所述压电材料的末端随着所述交变电压的变化而振动,以使所述间隙的大小交替性地减小和增大;

其中,所述微波信号在大小交替性变化的间隙中形成的电场强度随着所述间隙的增大而减小,并随着所述间隙的减小而增大。

一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置

技术领域

[0001] 本发明涉及微波等离子体射流激发技术领域,特别是涉及一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置。

背景技术

[0002] 随着电子技术的高速发展,微波常压等离子体在材料的表面改性处理、生物医疗、食品保鲜、镀膜、环境保护等领域有着广泛应用,优势在于其无需外置真空设备,气体温度低,电子密度高,活性粒子丰富,不会污染周边环境,系统能量利用率高和使用寿命长等。

[0003] 常见的微波等离子体激发装置多为基于同轴线的等离子体激发装置、基于基板结构的激发装置等。但这些激发装置的结构通常是固定的,不能在激发等离子体后进行动态调整,且由于加工精度以及气管厚度等原因,导致激发所需功率较大。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提出一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,旨在降低激发等离子体所需的微波信号的功率,同时通过改变加在所述装置中压电材料电极上的电压,实现对压电材料和基板结构之间的间隙的动态调整,使得微波信号在压电材料和基板结构之间形成的电场强度变化,进而实现小功率的微波信号将不同气体激发为等离子体。

[0005] 此外,已有研究表明,脉冲等离子体通常比同等功率下的连续波等离子体具有更高的电子密度和电子温度;而在本专利申请的微波等离子体结构中,可以通过对压电材料施加脉冲或者特定频率的交流偏置电压,使压电片的末端产生振动,从而达到与脉冲等离子体类似的效果,即在相同功率下激发出更高电子密度或电子温度的等离子体。

[0006] 本申请实施例提供了一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,所述装置包括:壳体、位于所述壳体内的基板结构,所述基板结构由上至下为基层、信号线,位于所述壳体内的压电材料、位于所述壳体外的连接头,所述壳体上开设有进气口和出气口;

其中,所述基板结构和压电材料之间具有间隙,所述进气口中进入的气体充斥在所述间隙中;

所述连接头与所述基板结构连接,所述连接头用于将微波信号输入到所述基板结构,以使所述微波信号沿着所述基板结构的信号线进入到所述壳体内;

其中,所述基板结构和压电材料的末端之间具有的间隙的大小随着所述压电材料上的电压而变化,以改变所述微波信号在所述间隙中形成的电场强度;

其中,充斥在所述间隙中的气体在所述微波信号形成的电场的作用下被激发为常压等离子体,所述常压等离子体由所述出气口输出。

[0007] 可选地,所述基板结构与所述压电材料的上表面的金属层,以及所述基板结构与所述压电材料的上表面的金属层之间充斥的空气组成微波信号传输线结构。

[0008] 可选地,所述壳体包括第一空腔,以及与所述第一空腔连接的类锥形空腔,所述类

锥形空腔的尖端部设置所述进气口,所述第一空腔的末端设置所述出气口。

[0009] 可选地,所述装置还包括:位于所述壳体内的支撑块,所述支撑块的上下两侧分别与所述基板结构和所述压电材料连接,以将所述基板结构和所述压电材料隔开形成间隙。

[0010] 可选地,所述压电材料的电极端位于靠近所述进气口一侧的位置。

[0011] 可选地,所述支撑块位于靠近所述压电材料的电极端的位置。

[0012] 可选地,所述压电材料,用于在所述压电材料接通电压时,所述基板结构的末端和所述压电材料的末端之间的间隙随着电压的增大而减小,以使所述微波信号在所述间隙中形成的电场强度随着电压的增大而增大。

[0013] 可选地,所述压电材料接通交变电压,所述压电材料的末端随着所述交变电压的变化而振动,以使所述间隙的大小交替性地减小和增大;

其中,所述微波信号在大小交替性变化的间隙中形成的电场强度随着所述间隙的增大而减小,并随着所述间隙的减小而增大。

[0014] 本申请实施例包括以下优点:

第一方面,本申请的采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,加工成本低,同时通过引入压电材料,在压电材料和基板结构之间形成间隙,压电材料接通电源后压电材料的末端会随着电压的不同而弯曲,通过改变加在压电材料上的电压,使得压电材料的末端和基板结构的末端之间的间隙发生改变,通过增加加在压电材料上的电压,压电材料的末端和基板结构的末端之间的间隙减小,在间隙之间形成的电场增大,小功率的微波信号即可将气体激发为常压等离子体。同时,通过改变压电材料的末端和基板结构的末端之间的间隙,可将不同气体分子激发为常压等离子体。因为,随着所激发气体分子不同,所需的激发场强不同,通过改变间隙的大小从而改变场强的大小,实现将不同气体分子激发为常压等离子体。

[0015] 第三方面,通过在压电材料上接通交变电压,使压电材料的末端振动,以使压电材料的末端和基板结构的末端之间间隙大小交替性地减小和增大,从而使得在大小交替性地减小和增大的间隙中激发的常压等离子体的性能更好。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例的描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1是本申请一实施例示出的一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置的示意图。

[0018] 附图标记说明:

11-壳体;12-基底层;13-信号线;14-压电材料;15-连接头;16-支撑块。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申

请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0020] 在对本申请所提供的采用压电材料的微波等离子体射流激发装置进行说明之前,下面首先对相关技术领域中的微波等离子体射流激发装置进行简单说明。现有技术中常见的微波等离子体激发装置多基于同轴线的等离子体激发装置、基于基板结构的激发装置等。但这些激发装置的结构通常是固定的,不能在激发等离子体后进行动态调整,且由于加工精度以及气管厚度等原因,导致激发所需功率略大。

[0021] 因此,本申请为克服相关技术中所存在的问题。提供了一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,通过引入压电材料,可实现对装置的动态调整,从而实现小功率的微波信号将气体激发为常压等离子体,同时可实现将不同气体激发为等离子体,此外通过对压电材料加上交变电压可实现压电材料的末端和基板结构的末端之间间隙中由微波信号产生的电场强度交替增大和减小,由此激发的常压等离子体性能更好。

[0022] 在本申请中,本申请所提供的采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,包括:壳体、位于所述壳体内的基板结构,所述基板结构由上至下为基底层、信号线,位于所述壳体内的压电材料、位于所述壳体外的连接头,所述壳体上开设有进气口和出气口;其中,所述基板结构和压电材料之间具有间隙,所述进气口中进入的气体充斥在所述间隙中;所述连接头与所述基板结构连接,所述连接头用于将微波信号输入到所述基板结构,以使所述微波信号沿着所述基板结构的信号线进入到所述壳体内;其中,所述基板结构和压电材料的末端之间具有的间隙的大小随着所述压电材料上的电压而变化,以改变所述微波信号在所述间隙中形成的电场强度;其中,充斥在所述间隙中的气体在所述微波信号形成的电场的作用下被激发为常压等离子体,所述常压等离子体由所述出气口输出。

[0023] 在本实施例中,图1是本申请一实施例示出的一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置的示意图。本申请中的压电材料14为压电陶瓷弯曲片,是一种利用压电陶瓷的逆压电效应,在电场的驱动下产生横向位移的弯曲元件,通过改变加在压电陶瓷弯曲片电极上的电压可实现压电陶瓷弯曲片的末端呈不同程度的弯曲,通过在压电陶瓷弯曲片的上表面涂/镀一层金属材料,也可以采用非常薄的(单面/双面)覆铜板,将其粘在压电陶瓷弯曲片上,因为非常薄的覆铜板比较柔软,因此也可以随着压电陶瓷弯曲片的弯曲而弯曲)。参照图1,本申请的采用压电材料14的微波等离子体射流激发装置包括一个壳体11,该壳体11为石英材质,壳体11的首尾两端开设有进气口和出气口。壳体11的内部包括基板结构和压电材料14,基板结构固定在壳体11内部的上端面,直接与壳体11内部上端面接触的是基底层12,而附着在基底层12下方的为信号线13,压电材料14的上表面涂覆或镀一层金属层位于基板结构的下方,且基板结构和压电材料14之间具有间隙,此时基底层12,信号线13,压电材料14上表面的金属层,以及基板结构和压电材料14之间充斥的空气将能够实现微波信号在信号线13中传输。而由进气口进入到壳体11内的气体会充斥在基板结构和压电材料14之间的间隙位置处。连接头15位于壳体11外,与基板结构中的信号线13相连接,连接头15将与外部的微波信号源相连接,从而将微波信号输入到壳体11内的基板结构,微波信号沿着基板结构中的信号线13传输至壳体11内,基板结构中的微波信号将激发充斥在基板结构和压电材料14间隙中的气体为常压等离子体。同时通过改变加在压电材料14上的电压,可改变基板结构和压电材料14的末端之间的间隙大小,从而改变微波信号在间隙中所

形成的电场强度。基板结构中的微波信号在间隙中形成的电场强度将激发气体为常压等离子体,常压等离子体将从靠近壳体11末端的出气口输出。

[0024] 优选的,所述连接头可以为N型连接头,SMA等射频连接头。

[0025] 在本申请中,所述基板结构与所述压电材料14的上表面的金属层,以及所述基板结构与所述压电材料14的上表面的金属层之间充斥的空气组成微波信号传输线结构。

[0026] 在本实施例中,基板结构中的基底层12,信号线13,压电材料14上表面的金属层,以及基板结构与压电材料14之间的空气将组成微波信号传输线结构,在该微波信号传输线结构中,微波信号将能够在信号线13中进行传输,从而实现将气体激发为常压等离子体。

[0027] 在本申请中,所述壳体11包括第一空腔,以及与所述第一空腔连接的类锥形空腔,所述类锥形空腔的尖端部设置所述进气口,所述第一空腔的末端设置所述出气口。

[0028] 在本实施例中,壳体11内部包括两部分空腔,包括第一空腔和类锥形空腔,类锥形空腔的尖端部设置的是进气口,第一空腔的末端设置的是出气口,进气口通入气体,气体在基板结构和压电材料14之间的间隙被激发为常压等离子体后,由出气口输出,用于后续应用。

[0029] 优先的,所述第一空腔可以是任意形状,如长方体空腔,圆柱形空腔,正方体空腔等。

[0030] 在本申请中,所述装置还包括:位于所述壳体11内的支撑块16,所述支撑块16的上下两侧分别与所述基板结构和所述压电材料14连接,以将所述基板结构和所述压电材料14隔开形成间隙。

[0031] 在本实施例中,基板结构中的基底层12固定于壳体11内部的顶面,信号线13设置在基底层12的下表面,压电材料14上表面涂覆或镀一层金属,同时需要与基板结构形成间隙,同时压电材料14的电极在连接电压后末端可以上下摆动,因此需要在基板结构和压电材料14之间设置支撑块16,通过一个小的支撑块16将基板结构和压电材料14间隔开,从而形成间隙,三者从上至下为基板结构、支撑块16、压电材料14。

[0032] 在本申请中,所述压电材料14的电极端位于靠近所述进气口一侧的位置。

[0033] 在本实施例中,压电材料14的电极端位于进气口一侧的位置,保证压电材料14的末端是在出气口处与基板结构形成间隙,从而使得基板结构中的微波信号将间隙中的气体激发为常压等离子体。

[0034] 在本申请中,所述支撑块16位于靠近所述压电材料14的电极端的位置。

[0035] 在本实施例中,为保证压电材料14的末端能够在压电材料14电极通电后上下摆动,从而将支撑块16设置的位置需要远离压电材料14末端,而远离压电材料14末端的位置即为靠近压电材料14的电极端一侧的位置。

[0036] 在本申请中,优选所述支撑块16由聚四氟乙烯制成,同时可以是氧化铝陶瓷等其他材料支撑。

[0037] 在本申请中,所述压电材料14,用于在所述压电材料14接通电压时,所述基板结构的末端和所述压电材料14的末端之间的间隙随着电压的增大而减小,以使所述微波信号在所述间隙中形成的电场强度随着电压的增大而增大。

[0038] 在本实施例中,通过将压电材料14的电极接通电源,压电材料14末端向靠近基板结构一侧弯曲,压电材料14的末端与基板结构之间的间隙减小,而基板结构中传输的微波

信号在间隙中所形成的电场强度增大。同时电源电压越大,压电材料14末端向靠近基板结构一侧弯曲程度越大,压电材料14的末端与基板结构之间的间隙越小,基板结构中传输的微波信号在间隙中所形成的电场强度增大。当间隙之间形成的电场强度随着间隙的较小而增大后,小功率的微波信号也能实现将气体激发为常压等离子体。

[0039] 同时,不同的气体分子激发所需的场强不同,通过改变加在压电材料14上的电压,从而改变基板结构的末端和压电材料14的间隙,从而改变两者之间所形成的场强,进而实现相同功率的微波信号能够将不同气体分子激发为常压等离子体。

[0040] 在本申请中,所述压电材料14接通交变电压,所述压电材料14的的末端随着所述交变电压的变化而振动,以使所述间隙的大小交替性地减小和增大;其中,所述微波信号在大小交替性变化的间隙中形成的电场强度随着所述间隙的增大而减小,并随着所述间隙的减小而增大。

[0041] 在本实施例中,压电材料14还可在电极上接通交变电压,而此时压电材料14的末端将随着交变电压的电压变化而不断交替性的朝着基板结构方向和背离基板结构方向弯曲,使得压电材料14的末端与基板结构之间的间隙交替性的增大和减小,进而使得基板结构中传输的微波信号在间隙之间形成的电场强度随着间隙交替性的增大和减小而减小和增大,而在间隙中充斥的气体将被激发为性能更好的常压等离子体。由此形成的常压等离子体具有与脉冲等离子体类似的效果,而脉冲等离子体具有更高的电子密度,内部活性物质的活性更高,发射的紫外光等光强更强。即在不改变等离子体维持所需的微波信号的功率情况下,利用加载在压电材料14上的交流电,提高了所激发的等离子体的整体性能。

[0042] 本申请的采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,加工成本低,同时通过引入压电材料,能够实现小功率的微波信号将气体激发为常压等离子体。同时,通过动态调整加在压电材料电极上的电压,从而对压电材料的末端和基板结构的末端之间的间隙进行调整,可将不同气体分子激发为常压等离子体。同时,通过在压电材料上接通交变电压,使压电材料的末端振动,以使压电材料的末端和基板结构的末端之间间隙大小交替性地减小和增大,从而使得在大小交替性地减小和增大的间隙中激发的常压等离子体的性能更好。

[0043] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0044] 最后,还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者终端设备中还存在另外的相同要素。

[0045] 以上对本发明所提供的一种采用压电材料的微波等离子体射流激发装置,进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

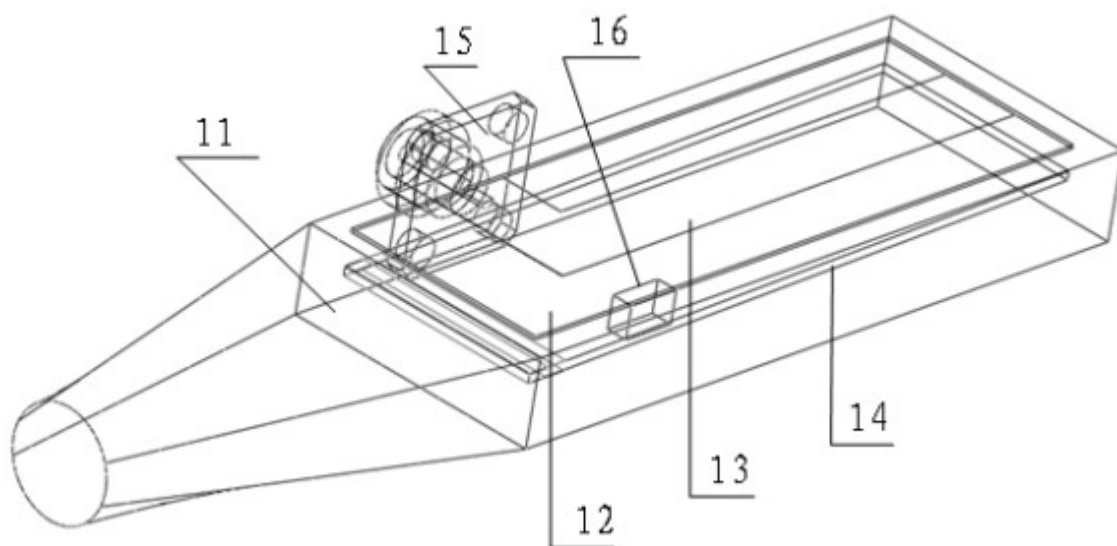


图1