



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116190199 A

(43) 申请公布日 2023.05.30

(21) 申请号 202310185425.3

(22) 申请日 2023.03.01

(71) 申请人 北京华泰诺安探测技术有限公司
地址 101318 北京市顺义区空港融慧园20
号楼2层20-2

(72) 发明人 王辰 童杰 吴涛 袁丁 吴红彦
夏征

(74) 专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212
专利代理师 沈尚林

(51) Int. Cl.
H01J 49/06 (2006.01)

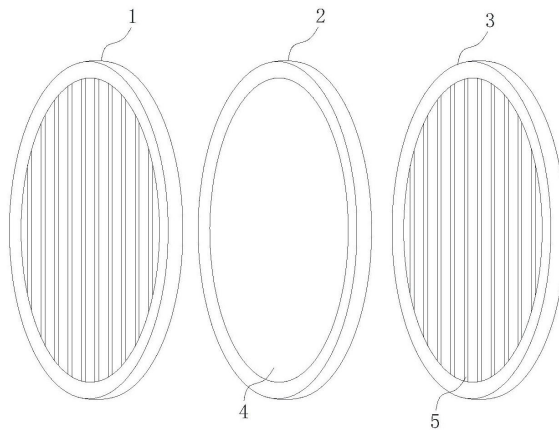
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种重叠式离子门

(57) 摘要

本发明提出了一种重叠式离子门,涉及离子门技术领域;包括相对设置的第一金属片和第二金属片,第一金属片与第二金属片之间设置有绝缘垫片,还包括与第一金属片和第二金属片相连的电压控制电路,电压控制电路的输入端分别连接有用于为第一金属片和第二金属片连接电源的导电端;绝缘垫片的两侧分别与第一金属片和第二金属片的侧壁抵接;通过电压控制电路控制第一金属片和第二金属片内的电压,改变在第一金属片和第二金属片之间形成的电场的方向,达到开启和关闭离子门的目的,在离子门开启的状态下,形成推动离子的电场,离子会在离子门内部电场获得能量,克服迁移气的空气碰撞与扩散作用,实现离子的高效快速通过,最终提高离子峰的强度和分辨率。



1. 一种重叠式离子门,应用于离子迁移设备,其特征在于,包括相对设置的第一金属片和第二金属片,所述第一金属片与所述第二金属片之间还设置有绝缘垫片,还包括与所述第一金属片和所述第二金属片相连的电压控制电路,所述电压控制电路的输入端分别连接有用于为所述第一金属片和所述第二金属片连接电源的导电端;

所述第一金属片和所述第二金属片均贯穿有相同大小的通孔,所述第一金属片的通孔内设置有将该通孔的端面分隔的至少一个连接件,所述第二金属片的通孔内设置有将该通孔的端面分隔的至少一个连接件,且每个所述连接件的两端分别与对应的通孔的内壁相连,所述第一金属片对应的连接件和所述第二金属片对应的连接件沿所述绝缘垫片相互对称;

所述绝缘垫片开设有贯穿孔,所述贯穿孔小于所述通孔;所述绝缘垫片的两侧分别与所述第一金属片和所述第二金属片的侧壁抵接,且所述第一金属片和所述第二金属片各自的通孔重合。

2. 根据权利要求1所述的一种重叠式离子门,其特征在于,所述连接件为细杆结构。

3. 根据权利要求1所述的一种重叠式离子门,其特征在于,所述连接件沿所述连接件的长度方向延伸所在的平面与所述第一金属片和所述第二金属片相互平行。

4. 根据权利要求1所述的一种重叠式离子门,其特征在于,所述电压控制电路包括与所述第一金属片连接的第一控制支路和与所述第二金属片连接的第二控制支路。

5. 根据权利要求4所述的一种重叠式离子门,其特征在于,对于所述第一控制支路和所述第二控制支路中的每个所述控制支路,所述控制支路包括光耦开关O1、光耦开关O2、三极管Q4和三极管Q5;

所述光耦开关O1的第1引脚连接电阻R9的一端,所述电阻R9的另一端连接供电端;所述光耦开关O1的第2引脚连接所述三极管Q5的C极,所述三极管Q5的E极接地;所述三极管Q5的B极连接电阻R3的一端,所述电阻R3的另一端输出CTRL1端;所述光耦开关O1的第5引脚连接电阻R18的一端,所述电阻R18的另一端连接导电端;

所述光耦开关O2的第1引脚连接电阻R8的一端,所述电阻R8的另一端连接所述供电端;所述光耦开关O2的第2引脚连接所述三极管Q4的C极,所述三极管Q4的E极接地;所述三极管Q4的B极连接电阻R2的一端,所述电阻R2的另一端输出CTRL2端;所述光耦开关O2的第5引脚连接电阻R16的一端,所述电阻R16的另一端分别连接所述光耦开关O1的第4引脚,以及所述第一金属片或所述第二金属片;所述光耦开关O2的第4引脚连接电阻R17的一端,所述电阻R17的另一端接地。

一种重叠式离子门

技术领域

[0001] 本发明涉及离子门技术领域,具体而言,涉及一种重叠式离子门。

背景技术

[0002] 离子迁移谱(IMS)技术通常采用放射性物质射线(α 或者 β 射线)、高压放电等手段在离化区电离空气中的水、氧等分子,这些分子继续与气态被检测分子相互作用形成离子团簇;之后这些离子团簇在电场的作用下通过周期开闭的离子门进入设备的一段迁移区,通过测定不同离子在迁移区电场作用下到达迁移区另端的收集电极时间来计算这些离子在给定电场的迁移率,从而判定被测物质种类,根据这一原理,离子迁移谱设备的物质分辨能力取决于离子峰的时间分辨率,而离子峰的时间分辨率取决于离子门打开和关闭的效率,因此离子门的设计对于离子迁移谱的性能有重要影响。

[0003] 其中,离子门的开闭使用特定结构和电压控制共同实现,在离子门开启时,离子通过离子门实现迁移运动;离子迁移设备的整体结构如图1所示。其中,1,设备外壳;2,离子化区;3,样品进气口;4,电离源;5,离子门;6,为提供迁移区电场和气密的结构体;7,收集电极,8收集电极固定装置和离化区封闭结构;9,迁移气进气口;10,离子信号前级放大电路。其中,实线箭头为气流方向,虚线箭头为离子运动方向,迁移气对于离子迁移设备是必须的,它可以将迁移管和收集电极的中性气体分子吹扫离开迁移区, V_1 为其离化区起始电压, V_2 为离子门前级电压, V_3 为离子门后级电压, V_4 为迁移区末级电压,其中 V_2-V_1 提供了离子化区的离子分离, V_3-V_2 实现了离子门的开闭, V_4-V_3 实现了离子在迁移区的迁移运动。

[0004] 目前,主流的离子迁移谱中的离子门有两类,第一类称为BradburyNielson(BN)门,通过一个绝缘基底负责固定彼此绝缘的两组金属线或者金属细丝,这两组金属细丝分别连接图1中的 V_2 和 V_3 。当 V_2 不等于 V_3 时,此时形成水平方向的电场,离子在惯性作用下从离化区通过离子门时,由于电场作用会撞击离子门金属部分而变为电中性,或者在偏转电场下大幅偏离其轨迹而在离子迁移谱内壁中和,离子门在这种状态下为关闭状态。当 V_2 与 V_3 等电压时,离子靠惯性通过离子门,之后继续受到迁移区的电场作用而前进,离子门在这种状态下为打开状态。BN门比较薄,是一种较为理想离子门结构,但是由于需要在绝缘级片上布置非常细并且平行的金属丝,加工难度和成本都很高,并且在使用一段时间后,这些金属细丝由于拉力的存在而松弛扭曲,造成整体离子门性能下降。

[0005] 为了增加离子门的长期可靠性,降低制造成本,Tyndall Powell(TP)门被提出,相比于一层结构的BN门,TP门采用了三层结构,第一、三层是一次加工成形的带有平行细杆的金属片,要求一、三层金属片中的平行细杆彼此在另一片细杆空隙的中心;第二层是绝缘片,按照将第一、三层平行细杆平行方向进行垂直堆叠在第二层两侧并固定,并且使第一、三层分别连接图1中的 V_2 和 V_3 ,即可完成TP门。其工作方法与BN门类似,当 V_2 与 V_3 存在电压差时,离子在通过离子门时被中和或者偏转从而实现离子门关闭效果。当 V_2 与 V_3 等电压时,离子在惯性作用下通过离子门,之后在迁移区电场驱动下继续前进。但是由于两层金属片、一层绝缘片的均存在厚度,离子需要全部靠惯性通过这一段距离再进入迁移区,会导致离

子在热运动、扩散作用和迁移气的共同作用下产生散射而降低空间密度,从而使最终到达收集电极的例子团簇的分辨率下降。另外,由于离子门中的第一、三片需要严格互相对其对应的空隙成套使用,因此也造成了一定的加工困难和组装不便。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种重叠式离子门,以解决上述背景技术中存在的问题。

[0007] 本发明的实施例是这样实现的:

[0008] 本申请实施例提供了一种重叠式离子门,应用于离子迁移设备,包括相对设置的第一金属片和第二金属片,第一金属片与第二金属片之间还设置有绝缘垫片,还包括与第一金属片和第二金属片相连的电压控制电路,电压控制电路的输入端分别连接有用于为第一金属片和第二金属片连接电源的导电端;

[0009] 所述第一金属片和所述第二金属片均贯穿有相同大小的通孔,所述第一金属片的通孔内设置有将该通孔的端面分隔的至少一个连接件,所述第二金属片的通孔内设置有将该通孔的端面分隔的至少一个连接件,且每个所述连接件的两端分别与对应的通孔的内壁相连,所述第一金属片对应的连接件和所述第二金属片对应的连接件沿所述绝缘垫片相互对称;

[0010] 所述绝缘垫片开设有贯穿孔,所述贯穿孔小于所述通孔;所述绝缘垫片的两侧分别与所述第一金属片和所述第二金属片的侧壁抵接,且所述第一金属片和所述第二金属片各自的通孔重合。

[0011] 本发明的有益效果是:通过电压控制电路控制通过导电端进入到第一金属片和第二金属片内的电压,从而改变在第一金属片和第二金属片之间形成的电场的方向,达到开启和关闭离子门的目的,这样的好处是,通过控制进入第一金属片和第二金属片内的电压,在离子门开启的状态下,形成推动离子的电场,离子会在离子门内部电场获得能量,从而进一步克服迁移气的空气碰撞与扩散作用,实现离子的高效快速通过,从而提高了离子的通过速度,使得离子门在更短的时间内通过了更多的离子,同时由于热运动随机移动的离子减少,最终提高离子峰的强度和分辨率,从而更加精准的判定被测物质种类。

[0012] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进。

[0013] 进一步,上述连接件为细杆结构。

[0014] 进一步,上述连接件沿连接件的长度方向延伸所在的平面与第一金属片和第二金属片相互平行。

[0015] 进一步,上述电压控制电路包括与第一金属片连接的第一控制支路和与第二金属片连接的第二控制支路。

[0016] 采用上述进一步方案的有益效果是:达到控制通过导电端进入到第一金属片和第二金属片内的电压的目的。

[0017] 进一步,上述对于第一控制支路和第二控制支路中的每个控制支路,控制支路包括光耦开关01、光耦开关02、三极管Q4和三极管Q5;

[0018] 光耦开关01的第1引脚连接电阻R9的一端,电阻R9的另一端连接供电端;光耦开关01的第2引脚连接三极管Q5的C极,三极管Q5的E极接地;三极管Q5的B极连接电阻R3的一端,电阻R3的另一端输出CTRL1端;光耦开关01的第5引脚连接电阻R18的一端,电阻R18的另一

端连接导电端；

[0019] 光耦开关O2的第1引脚连接电阻R8的一端，电阻R8的另一端连接供电端；光耦开关O2的第2引脚连接三极管Q4的C极，三极管Q4的E极接地；三极管Q4的B极连接电阻R2的一端，电阻R2的另一端输出CTRL2端；光耦开关O2的第5引脚连接电阻R16的一端，电阻R16的另一端分别连接光耦开关O1的第4引脚，以及第一金属片或第二金属片；光耦开关O2的第4引脚连接电阻R17的一端，电阻R17的另一端接地。

[0020] 采用上述进一步方案的有益效果是：达到控制通过导电端进入到第一金属片和第二金属片内的电压，从而改变在第一金属片和第二金属片之间形成的电场的方向，达到开启和关闭离子门的目的。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本发明的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0022] 图1为本发明实施例中离子迁移设备的连接示意图；

[0023] 图2为本发明实施例中第一金属片、第二金属片和绝缘垫片其中一种结构的示意图；

[0024] 图3为本发明实施例中电压控制电路的连接示意图；

[0025] 图4为本发明实施例中通过重叠式离子门的离子而获得的离子迁移谱图的示意图。

[0026] 图标：1、第一金属片；2、绝缘垫片；3、第二金属片；4、通孔；5、连接件。

具体实施方式

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明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发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0028] 因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

[0029] 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0030] 在本发明实施例的描述中，需要说明的是，若出现术语“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0031] 此外,若出现术语“水平”、“竖直”、“悬垂”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0032] 实施例

[0033] 本实施例提供一种重叠式离子门,包括相对设置的第一金属片1和第二金属片3,第一金属片1与第二金属片3之间还设置有绝缘垫片2,还包括与第一金属片1和第二金属片3相连的电压控制电路,电压控制电路的输入端分别连接有用于为第一金属片1和第二金属片3连接电源的导电端;

[0034] 其中,第一金属片1、第二金属片3以及绝缘垫片2即形成离子门的结构,参见图1,离子门在离子迁移设备中的位置,如图1中所示的标号“5”;图1中的V2和V3,即分别连接第一金属片1和第二金属片3的导电端,以在第一金属片1和第二金属片3支架形成电场,而通过电压控制电路控制通过导电端进入到第一金属片1和第二金属片3内的电压,从而改变在第一金属片1和第二金属片3之间形成的电场的方向,达到开启和关闭离子门的目的,即让离子穿过第一金属片1和第二金属片3,为离子门的开启状态;不让离子穿过第一金属片1和第二金属片3,为离子门的关闭状态,这样的好处是,通过控制进入第一金属片1和第二金属片3内的电压,在离子门开启的状态下,形成推动离子的电场,离子会在离子门内部电场获得能量,从而进一步克服迁移气的空气碰撞与扩散作用,实现离子的高效快速通过,正由于离子的高效快速通过从而提高了离子的通过效率,最终达到提高离子峰的分辨率,从而更加精准的判定被测物质种类,参见图4,为通过重叠式离子门的离子而获得的离子迁移谱图的示意图,离子迁移谱图的空气离子峰分辨率高。

[0035] 可选的,上述电压控制电路包括与第一金属片1连接的第一控制支路和与第二金属片3连接的第二控制支路。

[0036] 其中,第一金属片1连接第一控制支路,第二金属片3连接第二控制支路;具体实施时,由于第一控制支路和第二控制支路的连接关系相同,因此在实际使用时并不限制第一控制支路和第二控制支路与第一金属片1和第二金属片3之间的连接关系;需要说明的是,当第一金属片1、第二金属片3以及绝缘垫片2用于离子迁移设备时,参见图1,例如图1中的离子门结构为本申请中的重叠式离子门,图1中V2连接的可以是第一金属片1或第二金属片3,图1中V3及连接另一金属片。

[0037] 可选的,上述对于第一控制支路和第二控制支路中的每个控制支路,控制支路包括光耦开关01、光耦开关02、三极管Q4和三极管Q5;

[0038] 光耦开关01的第1引脚连接电阻R9的一端,电阻R9的另一端连接供电端;光耦开关01的第2引脚连接三极管Q5的C极,三极管Q5的E极接地;三极管Q5的B极连接电阻R3的一端,电阻R3的另一端输出CTRL1端;光耦开关01的第5引脚连接电阻R18的一端,电阻R18的另一端连接导电端;

[0039] 光耦开关02的第1引脚连接电阻R8的一端,电阻R8的另一端连接供电端;光耦开关02的第2引脚连接三极管Q4的C极,三极管Q4的E极接地;三极管Q4的B极连接电阻R2的一端,电阻R2的另一端输出CTRL2端;光耦开关02的第5引脚连接电阻R16的一端,电阻R16的另一端分别连接光耦开关01的第4引脚,以及第一金属片1或第二金属片3;光耦开关02的第4引脚连接电阻R17的一端,电阻R17的另一端接地。

[0040] 其中,例如上述的控制支路连接第一金属片1,导电端即为VH端,连接第一金属片1的一端为Gate-L端,请参见图3中的左半部分;则图3中的右半部分中的VH端为导电端,连接图1中的V2或V3,Gate-H端即连接第二金属片3。

[0041] 所述第一金属片和所述第二金属片均贯穿有相同大小的通孔,所述第一金属片的通孔内设置有将该通孔的端面分隔的至少一个连接件,所述第二金属片的通孔内设置有将该通孔的端面分隔的至少一个连接件,且每个所述连接件的两端分别与对应的通孔的内壁相连,所述第一金属片对应的连接件和所述第二金属片对应的连接件沿所述绝缘垫片相互对称。

[0042] 其中,第一金属片1的通孔4结构即是与第二金属片3的通孔4结构,以及每个通孔4内的结构是完全相同的,在具体实施时,第一金属片1或第二金属片3的整体结构并不限制,可以为方形结构的片状结构,也可以是圆形的,或者不规则的形状,同时第一金属片1和第二金属片3两者在外形上可以相同,也可以不同;并且第一金属片1和第二金属片3的通孔4的横截面的形状也是不限制的,可以是方形,也可以是圆形等等,并且均在本申请的保护范围内,在此不再赘述。

[0043] 所述绝缘垫片开设有贯穿孔,所述贯穿孔小于所述通孔;所述绝缘垫片的两侧分别与所述第一金属片和所述第二金属片的侧壁抵接,且所述第一金属片和所述第二金属片各自的通孔重合。

[0044] 具体地,第一金属片1和第二金属片3在安装时,首先应当保证两者相互平行,并且相对设置;其次,第一金属片1和第二金属片3的通孔与绝缘垫片2的贯穿孔连通,在安装完成后,不论任何位置的横截面,通孔4的形状一致;最后第一金属片1的连接件5和第二金属片3的连接件5也应当相对设置。

[0045] 可选的,上述连接件5为细杆结构。

[0046] 可选的,上述连接件5沿连接件5的长度方向延伸所在的平面与第一金属片1和第二金属片3相互平行。

[0047] 具体的,离子门的第一金属片1和第二金属片3使用的厚度可以为100 μm 的不锈钢圆形薄片,外径为20mm,可以通过激光切割加工,通孔4为圆形,并且通孔4的内径可以为12mm;连接件5可以为细杆结构,连接件5的数量可以为10根,10根连接件5相互平行,这样的好处可以使第一金属片1和第二金属片3之间的电场分布更加均匀;每根连接件5的外径可以是30 μm ;绝缘垫片2可以采用聚酰亚胺材料构成的环形,外径可以是21mm,内径为11mm,绝缘垫片2的厚度可以为100 μm 。

[0048] 具体的,在将本申请中的离子门用于图1中的离子迁移设备时,结合图1中的部件名称,其中,1,设备外壳;2,离子化区;3,样品进气口;4,电离源;5,离子门;6,为提供迁移区电场和气密的结构体;7,收集电极,8收集电极固定装置和离子化区封闭结构;9,迁移气进气口;10,离子信号前级放大电路,实线箭头为气流方向,虚线箭头为离子运动方向;例如当前的离子迁移设备处于正模式状态下,其参数可以设置为如下:进气流量100mL/min,迁移气流量300mL/min,在离子门关闭时, $V_1=2000\text{V}$, $V_2=1480\text{V}$, $V_3=1520\text{V}$, $V_4=0\text{V}$;在离子门开启时, $V_1=2000\text{V}$, $V_2=1520\text{V}$, $V_3=1480\text{V}$, $V_4=0\text{V}$,离子化区的场强为200V/cm,迁移区的场强为300V/cm,离子化源使用活度为100MBq的Ni-63箔片卷。

[0049] 具体的,通过上述对图1中离子迁移设备的参数设置,该离子迁移设备的扫描一个

周期为50ms,离子开门时间为0.2ms;通过电压控制电路实现离子门的快速打开与关闭;参见图1-图3,图3中的Gate_L和Gate_H分别连接离子门的第一金属片1和第二金属片3,通过核验测试点ctrl2与测试点ctrl3置高电平,表明正模式关闭离子门时,通过核验测试点ctrl1与测试点ctrl4置低电平,使Gate_H的电位高于Gate_L,从而截断离子的通过。当打开离子门时,测试点ctrl2与测试点ctrl3置低电平,测试点ctrl1与测试点ctrl4置高电平,使Gate_H的电位低于Gate_L,从而加速离子的通过。

[0050] 对于本领域技术人员而言,显然本申请不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本申请的精神或基本特征的情况下,能够以其它的具体形式实现本申请。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本申请的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本申请内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

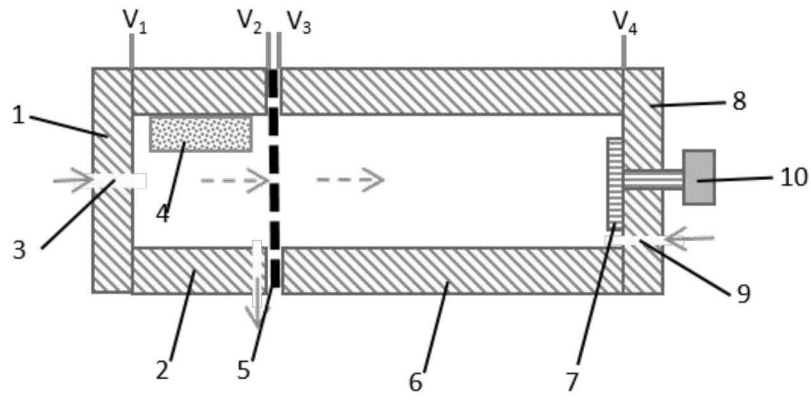


图1

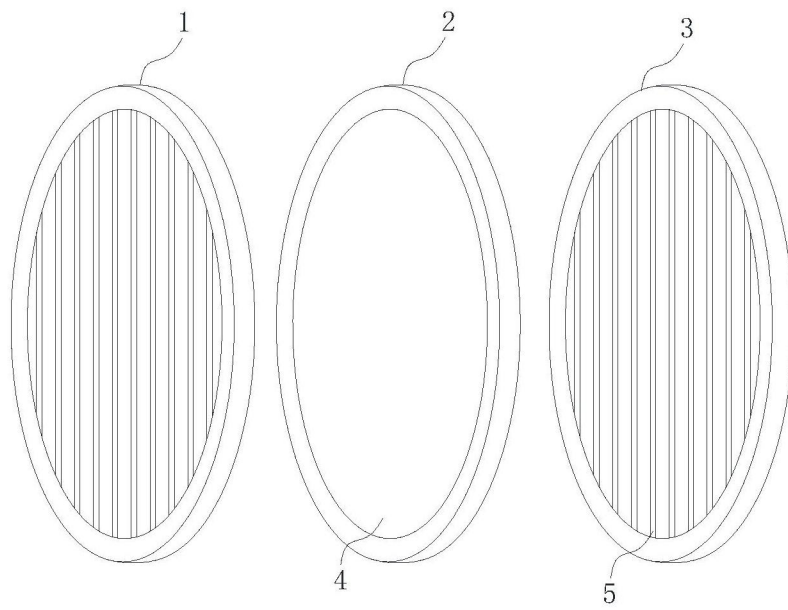


图2

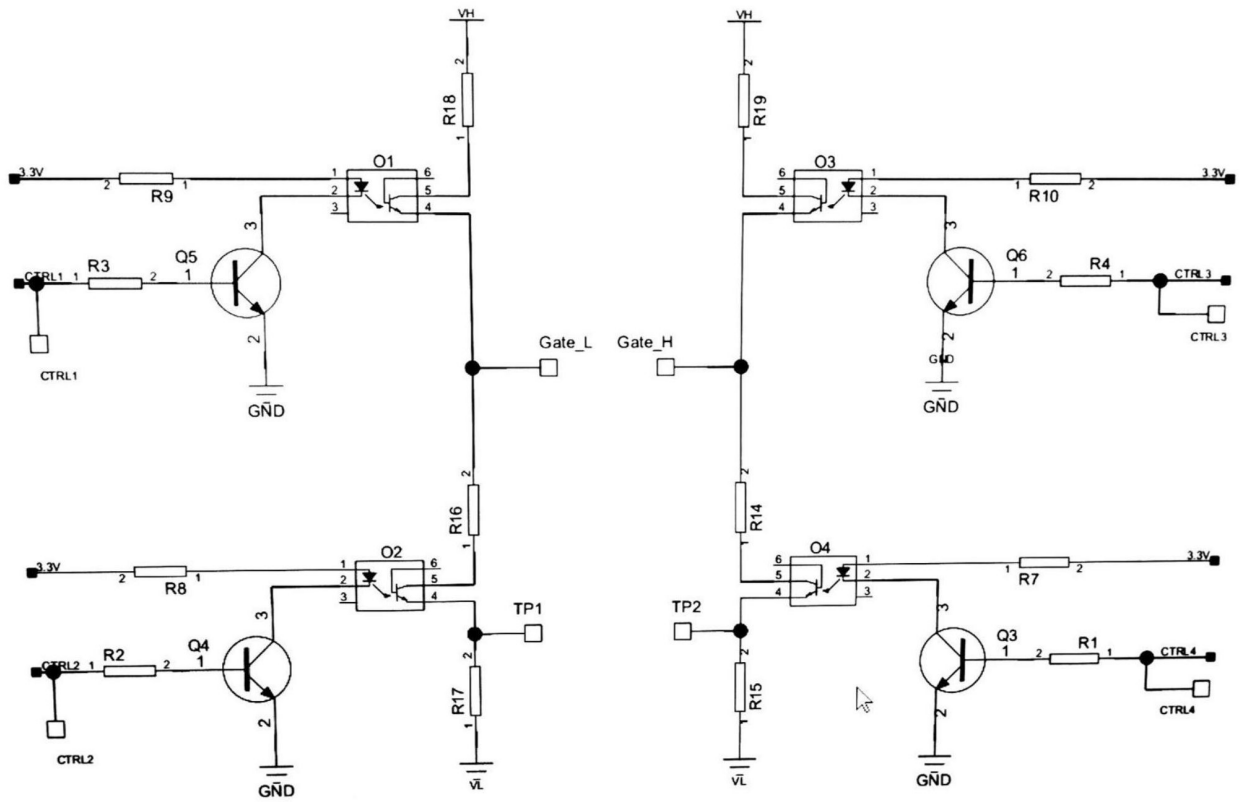


图3

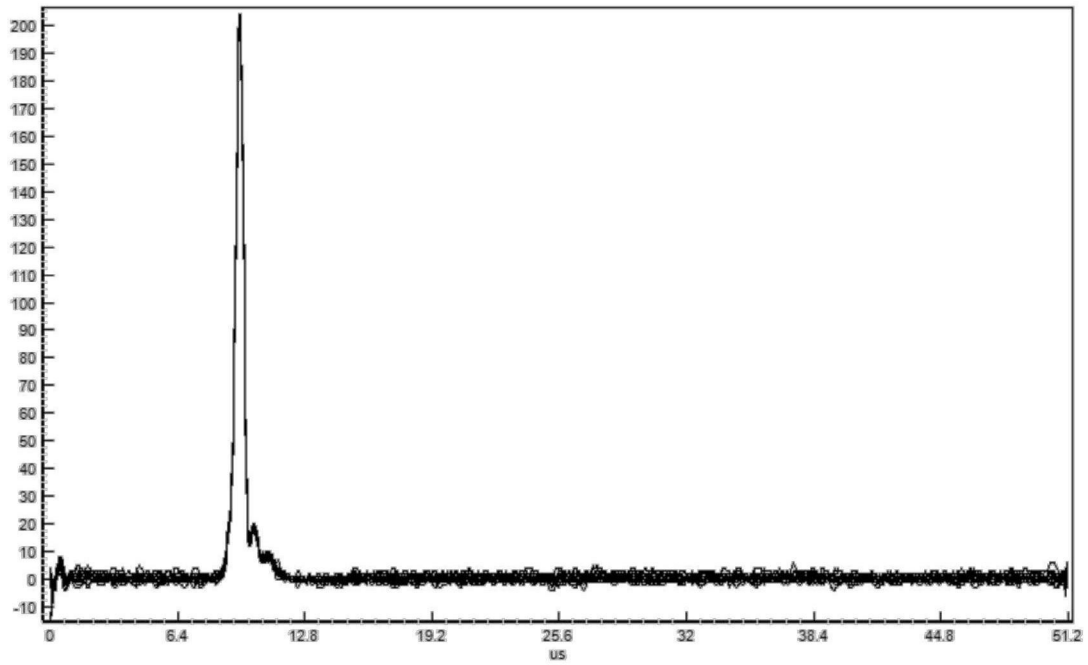


图4