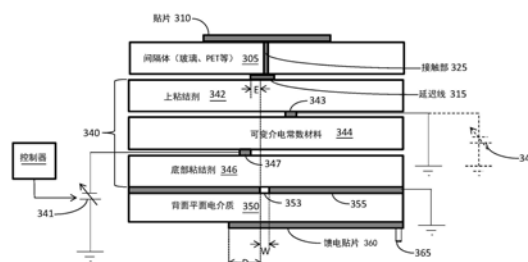




(45) 授权公告日 2022.04.01



1. 一种天线,包括:

绝缘衬底;

设置在所述绝缘衬底的顶表面上的导电贴片;

设置在所述绝缘衬底下方的接地平面,所述接地平面包括位于其中的孔隙,所述孔隙被配准为在所述导电贴片下方对准;

馈电线,所述馈电线具有被配准为在所述孔隙下方对准并且与所述导电贴片形成DC断开和RF短路的末端,从而将RF信号通过所述孔隙电容耦合至所述导电贴片;其中,在所述馈电线和所述导电贴片之间没有电气DC连接;以及

设置在所述导电贴片和所述接地平面之间的可变介电常数层,还包括设置在所述导电贴片下方并且经由接触部连接至所述贴片的延迟线,其中,所述可变介电常数层设置在所述延迟线下方。

2. 根据权利要求1所述的天线,其中,所述可变介电常数层包括液晶。

3. 根据权利要求1所述的天线,还包括电极和连接至所述电极的DC线。

4. 根据权利要求3所述的天线,其中,所述孔隙的长度L为在所述馈电线中传输的RF信号的波长的一半。

5. 根据权利要求4所述的天线,其中,所述孔隙的宽度W为在所述馈电线中传输的RF信号的波长的十分之一。

6. 根据权利要求5所述的天线,其中,所述馈电线的末端延伸超出所述孔隙一距离D,所述距离D为在所述馈电线中传输的RF信号的波长的一半。

7. 根据权利要求5所述的天线,其中,所述延迟线的末端延伸超出所述孔隙一距离E,所述距离E为在所述延迟线中传输的RF信号的波长的一半。

8. 根据权利要求1所述的天线,还包括连接至所述延迟线的DC线。

9. 根据权利要求1所述的天线,其中,所述可变介电常数层包括由可变介电常数材料构成的像素。

10. 根据权利要求1所述的天线,其中,所述可变介电常数层包括上粘结剂层、底部粘结剂层以及夹在所述上粘结剂层和所述底部粘结剂层之间的可变介电常数材料。

11. 根据权利要求1所述的天线,还包括设置在所述导电贴片上方的电介质盖状物,并且设置在所述电介质盖状物的顶部上的辐射贴片与所述导电贴片对准。

12. 根据权利要求11所述的天线,其中,所述辐射贴片大于所述导电贴片。

13. 一种天线,包括:

绝缘间隔体;

设置在所述绝缘间隔体上的至少一个辐射装置,其中,所述至少一个辐射装置中的每一个包括设置在所述绝缘间隔体的顶表面上的导电贴片、设置在所述绝缘间隔体的底表面上的至少一条延迟线、以及由导电材料制成并且通过形成于所述绝缘间隔体中的通孔在所述导电贴片和所述延迟线之间提供电气DC连接的对应接触部;

设置在所述延迟线下方的可变介电常数板;

设置在所述可变介电常数板下方的背面平面绝缘体;

设置在所述背面平面绝缘体的顶表面上方的背面平面导电接地;以及

用于所述至少一个辐射装置中的每一个的RF耦合布置,所述RF耦合布置包括形成于所

述背面平面导电接地中的窗口以及在所述背面平面绝缘体的底表面上方按照与所述窗口重叠的取向设置的导电RF馈电贴片,所述导电RF馈电贴片与相应的延迟线形成DC断开和RF短路,从而将RF信号通过所述窗口电容耦合至相应的延迟线;其中,在所述RF馈电贴片和所述相应的延迟线之间没有电气DC连接。

14.根据权利要求13所述的天线,还包括被配置为控制所述可变介电常数板的选定区域处的介电常数的电极。

15.根据权利要求13所述的天线,其中,所述背面平面绝缘体包括Rogers或PTFE材料。

16.根据权利要求13所述的天线,其中,所述绝缘间隔体包括PET。

17.根据权利要求13所述的天线,包括具有与所述RF馈电贴片正交的取向的第二RF馈电贴片,所述第二RF馈电贴片处于与形成于所述背面平面导电接地中的第二窗口重叠的取向上。

18.根据权利要求13所述的天线,其中,所述延迟线包括曲折的导电线。

多层软件定义的天线及其制造方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2016年9月1日提交的美国临时申请No.62/382,489、2016年9月1日提交的美国临时申请No.62/382,506、2016年12月7日提交的美国临时申请No.62/431,393以及2017年1月31日提交的美国专利申请No.15/421,388的优先权权益,通过引用将所有这些文献的公开内容全文并入本文。

技术领域

[0003] 所公开的发明涉及无线电发射和/或接收天线以及用于制造这样的天线及其相关馈电网络的方法,而不管其为微带、带状线还是其他什么。

背景技术

[0004] 在先前的公开当中,本发明人已经公开了利用可变介电常数控制天线的特性的天线,由此形成软件定义的天线。可以在美国专利No.7,466,269中找到有关该天线的细节,通过引用将该文献的全部公开内容并入本文。在‘269专利中公开的天线被证明是可操作的,并且易于制造,只需在LCD屏的顶部上形成辐射元件和馈电线即可。因此,已经开展了进一步的研究,从而进一步探索制造软件定义的天线的不同可能性,如本文所公开的。

发明内容

[0005] 包括以下发明内容以便提供对本发明的一些方面和特征的基本理解。该发明内容不是对本发明的广泛综述,并且因此,其并不旨在特别地识别本发明的关键或重要元素或描绘本发明的范围。发明内容的唯一目的是以简化的形式呈现本发明的一些概念,作为下面呈现的更详细描述的前序。

[0006] 本公开提供了可变介电常数天线的各种增强和进步。本文公开的实施例提供了一种改进的天线阵列以及用于制造这样的天线阵列的方法。

[0007] 所公开的各种实施例提供了一种具有电容耦合馈电线以及用于将馈电网络连接至辐射元件的其他手段(例如,通孔和临近耦合)的天线。所述天线包括:绝缘衬底;设置在所述绝缘衬底的顶表面上的导电贴片;设置在所述绝缘衬底的底表面上的接地平面,所述接地平面包括位于其内的孔隙,所述孔隙被配准为在所述导电贴片下方对准;具有被配置为在所述孔隙下方对准的末端从而将RF信号通过所述孔隙电容耦合至所述导电贴片的馈电线。其他配置也是可行的,下面的示例被设定为提供任选的解决方案,并且提供有关如何最有效地实施所述系统的见地。

[0008] 本发明的实施例提供了一种软件定义的天线,其通过使用可变电介质控制延迟线,由此生成相移和频移。例如,相移可以用于天线的空间取向或者用于偏振控制。所公开的实施例对所述天线和合并馈电设计解耦,以避免其间的信号干扰。所公开的实施例进一步对RF电势与DC电势解耦。所述天线的各种元件,例如,辐射器、合并馈电部件、可变电介质、相移控制线等是在多层天线设计的不同层内提供的,因而对设计解耦并且避免串扰。

[0009] 所公开的各种特征包括用于辐射元件和馈电线之间的RF信号耦合的新颖布置；用于控制信号的频率和相位的布置；多层天线；以及所述天线的制造方法。

附图说明

[0010] 包含到本说明书中并且构成了其部分的附图对本发明的实施例进行举例说明，所述附图与文字描述一起起着解释和例示本发明的原理的作用。附图意在按照示意性方式例示示例性实施例的主要特征。附图并非意在描绘实际实施例的每一特征，也并非意在描绘所示元件的相对尺寸，因而并不是按比例绘制的。

[0011] 图1示出了根据一个实施例的天线的顶视图；

[0012] 图2示出了根据另一实施例的天线的顶视图，其中，能够通过两条正交馈电线对每一辐射元件馈电；

[0013] 图3A示出了单个辐射元件的顶视图，而图3B则示出了根据一个实施例处于图3A的辐射元件的位置上的天线的相关区段的截面图；

[0014] 图4示出了根据另一实施例处于辐射元件的位置上的天线的相关区段的截面图；

[0015] 图5示出了根据被设计为提供增强带宽的另一实施例处于辐射元件的位置上的天线的相关区段的截面图；

[0016] 图6A示出了单个辐射元件的顶视图；而图6B则示出了根据每一贴片具有与之连接的两条延迟线的实施例（与图2所示的类似）处于图6A的辐射元件的位置处的相关天线区段的截面图；而图6C和图6D则描述了具有直接处于RF线下面的可变电介质层并且所述RF线通过Bias-T受到AC电压的激励的实施例，所述Bias-T将提供强影响线以及用于两个不同的合并馈电网络的两个层。图6E示出了能够用于按照两个不同频率工作的矩形贴片，而图6F则示出了标准Bias-T电路。

[0017] 图7示出了对延迟线本身施加用于控制所述可变介电常数材料的DC电势，因而不需要电极的实施例；

[0018] 图8示出了向单个贴片连接两条延迟线，使得每一延迟线能够传输不同偏振的实施例；而图8A则示出了图8所示实施例的变型。

[0019] 图9示出了VDC板仅包括所定义区域的VDC材料的实施例；而图9A则示出了图9所示的实施例的变型。

[0020] 图10示出了不使用VDC板的实施例。

具体实施方式

[0021] 将参考附图描述本发明天线的实施例。可以将不同实施例或其组合用于不同应用，或者用以获得不同的益处。根据所寻求获得的结果，可以部分地或者最全面地、单独地或者结合其他特征使用本文公开的不同特征，从而在优势与要求和约束条件之间进行权衡。因此，将参考不同实施例着重强调某些益处，但其不限于所公开的实施例。也就是说，本文公开的特征不限于描述所述特征的实施例，而是可以与其他特征“混合及匹配”，并且可以被结合到其他实施例当中。

[0022] 图1示出了根据一个实施例的天线100的顶视图。一般而言，所述天线是包括贴片层、真延时层、有狭缝的接地层和合并馈电层的多层天线，下文将对此予以更加详细的描

述。在一些情况下,增加额外的层,从而提供多种偏振、更宽带宽等。天线的各种元件可以被印刷或者淀积到绝缘衬底上。

[0023] 如图1所示,这一具体示例中的天线包括辐射器110的4x4阵列,但是可以按照各种几何形状和布置使用任何数量的辐射器,4x4个元件的方形布置只是被选作一个示例。在这一示例中,每一辐射器110是在设置绝缘层105的顶部上(例如,淀积、粘合或印刷)的导电贴片,并且具有与之物理或电容性耦接的延迟馈电线115,下文将对此做进一步解释。每一延迟馈电线115是向其对应贴片110提供RF信号的导体。可以通过控制位于所述延迟线之下的可变电介质层对所述RF信号进行操纵,例如,延迟、改变频率、改变相位。通过控制所有的延迟线,能够使所述阵列按需指向不同方向,从而提供了一种扫描阵列。

[0024] 在图1中,每一元件仅由一条馈电线进行馈电。然而,如图2所示,可以通过两条正交馈电线215和217(例如,每者具有不同偏振)对每一辐射元件210进行馈电。本文提供的描述适用于这两种以及任何类似架构。

[0025] 通过下文对图3A和图3B的描述以及进一步参考图8,图1和图2所示的天线的结构和操作将得到更好的理解。图3A示出了单个辐射元件310的顶视图,而图3B则示出了处于图3A的辐射元件的位置上的天线的相关区段的截面图。图8提供了适用于本文描述的所有实施例(包括图3A和图3B的实施例)的顶部“透视”图。因而,在研究本文公开的任何实施例时,读者还应当参考图8,以便获得更好的理解。

[0026] 顶部电介质间隔体305一般具有电介质(绝缘)板或电介质片的形式,并且可以由(例如)玻璃、PET等构成。通过(例如)粘贴导电膜、溅射、印刷等在所述间隔体之上形成辐射贴片310。在每一贴片位置处,在电介质间隔体305中形成通孔,并采用导电材料(例如,铜)对其予以填充,以形成物理和电气地连接至辐射贴片310的接触部325。延迟线315形成在电介质间隔体305的底表面(或者上粘结剂的顶表面)上,并且物理和电气地连接至接触部325。也就是说,具有从延迟线315通过接触部325到辐射贴片310的连续DC电气连接。如图3A所示,延迟线315是曲折的导电线,并且可以采取任何形状,以便具有足以生成预期延迟的长度,由此在RF信号内引起预期的相移。

[0027] 可以通过具有可变介电常数材料344的可变介电常数(VDC)板340控制延迟线315中的延迟。尽管VDC板340的任何构建方式都可以适于与所述天线的实施例结合使用,但是作为具体实施例的简略表达,将VDC板340示为由上粘结剂342(例如,玻璃PET等)、可变介电常数材料344(例如,扭转向列型液晶层)和底部粘结剂346构成。在其他实施例中,可以省略粘结剂层342和344之一或两者。或者,可以采用诸如环氧树脂或玻璃珠的粘合剂来替代粘结剂层342和/或344。

[0028] 在一些实施例中,例如,在使用扭转向列型液晶层时,VDC板340还包括对准层,该层可以淀积和/或粘合到间隔体305的底部上,或者可以形成在上粘结剂342上。所述对准层可以是材料的薄层(例如,基于聚酸亚胺的PVA),其受到摩擦或者UV固化,从而使LC的处于限定衬底的边缘处的分子对准。

[0029] 可以通过跨越VDC板340施加DC电势而控制VDC板340的有效介电常数。出于该目的,形成电极并将其连接至可控电压电势。有各种各样的布置方式来形成所述电极,在公开的实施例中将示出几个示例。在图3B的布置当中,设置了两个电极343和347,一个处于上粘结剂342的底表面上,一个处于底部粘结剂346的上表面上。作为一个示例,电极347被示为

连接至可变电势341,而电极343则连接至地。作为一种替代方案,如虚线所示,电极343还可以连接至可变电势349。因而,通过改变可变电势341和/或可变电势349的输出电压,可以改变电极343和347附近的VDC材料的介电常数,并由此改变通过延迟线315传输的RF信号。改变可变电势341和/或可变电势349的输出电压可以是使用运行软件的控制器Ct1完成的,所述软件使所述控制器输出适当控制信号,以设置可变电势341和/或可变电势349的适当输出电压。因而,能够使用软件控制天线的性能和特性,因而得到软件控制的天线。

[0030] 此时,应当清楚,在本说明书中,“接地”一词的使用既可以指一般可接受的接地电势(即,大地电势),又可以指公共或参考电势,其可以是设定电势或浮动电势。类似地,尽管在附图中使用了表示接地的符号,但是其只是作为一种简化手段使用的,从而以可互换方式标示大地电势或者公共电势。因而,每当在本文当中使用了“接地”一词,都会在其内包含可以是设定电势或浮动电势的公共或参考电势。

[0031] 和所有的RF天线一样,接收和发射是对称的,因而对一者的描述等同地适用于另一者。在本说明书中,解释发射可能更容易一些,但是接收将是同样的,只是方向相反。

[0032] 在发射模式中,经由连接器365(例如,同轴电缆连接器)向馈电贴片360施加RF信号。如图3B所示,在馈电贴片360和延迟线315之间没有电气DC连接。然而,在所公开的实施例中,各层被设计为使得在馈电贴片360和延迟线315之间提供RF短接。如图3B所示,在背面平面绝缘体(或电介质)350的顶表面上或者在底部粘结剂346的底表面上形成背面平面导电接地(或公共地)355。背面平面导电接地355一般是覆盖天线阵列的整个区域的一层导体。在每一RF馈电位置上,在背面平面导电接地355内提供窗口(DC中断)353。所述RF信号从馈电贴片360经由所述窗口353传输,并耦合至延迟线315。在接收过程中则与此相反。因而,在延迟线315和馈电贴片360之间形成了DC断开和RF短接。

[0033] 在一个示例中,背面平面绝缘体350由Rogers®(FR-4印刷电路板)构成,馈电贴片360可以是形成在Rogers上的导电线。如若不使用Rogers,可以使用PTFE(聚四氟乙烯或Teflon®)或者可以使用其他低损耗材料。

[0034] 为了进一步理解所公开的实施例的RF短接(又称为虚拟扼流圈)设计,将参考图8。应当指出,各图中的类似元件具有相同的附图标记,只是在不同的系列当中,例如,在图8中,将使用8xx。而且,图8示出了使两条延迟线连接至单个贴片810的实施例,因而每一延迟线可以传输不同信号,例如,处于不同的偏振上。下文的解释是相对于所述延迟线之一做出的,因为另一条可以具有类似构造。

[0035] 在图8中,辐射贴片810通过接触部825电气DC连接至延迟线815(用于另一馈电的延迟线被标示为817)。因而,在这一实施例中,RF信号从延迟线815经由接触部825直接传输至辐射贴片810。然而,在馈电贴片860和延迟线815之间不发生DC连接;相反,RF信号在馈电贴片860和延迟线815之间是电容耦合的。这一操作是通过接地平面850中的孔隙完成的。如图3B所示,VDC板340置于延迟线315下方,但是在图8中未示出,这是为了简化附图,以便使RF短接特征得到更好的理解。背面接地平面850部分地通过阴影标记表示,其还示出了窗口(DC中断)853。因而,在图8的示例中,RF路径是辐射贴片810到接触部825,到延迟线815,再通过窗口850电容耦合至馈电贴片860。

[0036] 为了实现RF信号的有效率的耦合,窗口853的被指示为“L”的长度应当被设定为在馈电贴片860内传输的RF信号的波长的约一半,即 $\lambda/2$ 。所述窗口的被指示为“W”的宽度应

当被设定为所述波长的十分之一左右,即 $\lambda/10$ 。此外,为了实现RF信号的有效率的耦合,馈电贴片860延伸到窗口853的边缘之外大约四分之一波长 $\lambda/4$,如D所指示的。类似地,延迟线815的末端(与接触部825相对的一端)超出窗口853的末端延伸四分之一波长 $\lambda/4$,如E所示。注意,距离D被示为大于距离E,因为在馈电贴片860当中传输的RF信号具有比在延迟线815中传输的信号长的波长。

[0037] 应当指出,在本公开中,每次提及波长 λ 都表示在相关媒介中传输的波长,因为随着其在天线的各种媒介当中传输将根据其设计以及施加至天线内的可变电介质物质的DC电势而发生变化。

[0038] 如上文所解释的,在图8的示例中,延迟线和辐射贴片之间的RF信号路径为经由电阻性的,即物理导电的接触。另一方面,图8A示出了一种变型,其中,延迟线和辐射贴片之间的RF信号路径是电容性的,即,在它们之间没有物理导电接触。如图8A及其插图所示,挨着辐射贴片810制作耦合贴片810'。接触部825在延迟线815和耦合贴片810'之间形成了物理导电接触。辐射贴片810和耦合贴片810'之间的RF信号耦合是跨越短小的电介质空间S呈电容性的。空间S可以简单地是空气,或者填充有其他电介质材料。尽管图8A仅将延迟线815示为电容耦合至辐射贴片810,但是这样做只是为了举例说明,应当认识到,延迟线815和817两者都电容耦合至辐射贴片810。

[0039] 图4示出了另一实施例,除了用于向可变介电常数材料444施加DC电势的布置之外,其构造与图3的构造类似。在图4中,并排而非跨越层444设置两个电极443和447。电极443和447可以形成在底部粘结剂446的顶表面上。否则,图4所示的天线的结构和操作都与图3B所示类似。

[0040] 图5示出了被设计为提供增强带宽的另一示例。图5的天线的总体结构可以是根据本文提供的任何实施例的,只是在辐射贴片510之上提供了具有间隔体514形式的另一电介质层。在间隔体514的顶部上形成共振贴片512。共振贴片512具有与辐射贴片510相同的形状,只是更大一些,即,在为矩形时具有更大的宽度和长度,在为方形时具有更大的边长。RF信号跨越间隔体514在辐射贴片510和共振贴片512之间电容耦合。这种布置比仅使用辐射贴片510提供了更大的带宽。

[0041] 图6A和图6B示出了每个贴片连接两条延迟线的实施例,其与图2所示类似。在这样的实施例中,每条延迟线可以按照不同偏振进行传输。底部电介质652将两个馈电贴片660和662隔开,这两个馈电贴片均将信号耦合至延迟线615和617中的相应的一条。两个馈电贴片660和662具有相互正交的取向。通过导电接地655内的窗口653完成电容性信号耦合,如先前示例中所例示的。在图6B中仅示出了一个窗口653,因为另一窗口是在该截面图中未示出的另一平面内提供的。然而,在图8中能够看到这种两窗口布置。

[0042] 图6C示出了另一具有两条正交馈电线的示例。在这一具体示例中,一条馈电线用于发射,另一条用于接收。尽管这一实施例是结合辐射贴片610和共振贴片612说明的,但这不是必需的,而只是用来与图6B的例示保持一致。在图6C的具体示例中,馈电贴片660设置在背面平面电介质650的底部上并且通过连接器665连接至发射线。来自发射线665的信号从馈电贴片660通过导电接地655内的窗口653电容耦合至辐射贴片610。在底平面电介质652的底部上设置具有窗口653'的第二导电接地655'。在第二导电接地655'下设置第二底平面电介质652',并且在第二底平面电介质652'的底部上设置馈电贴片662。在这一示例

中,馈电贴片电介质662用于接收。在一个示例中,辐射贴片610是方形的,因而以相同的频率执行发射和接收,但是其可以处于不同的偏振和/或相位上。根据另一示例,辐射贴片610是矩形的(参考图6E),在这种情况下,发射和接收可以是以不同的频率完成的,而且可以处于相同和不同的偏振和/或相位上。

[0043] 图6D示出了一个馈电贴片用于发射,另一个用于接收的另一示例。然而,在图6D中,对VDC材料的控制是通过向延迟线615馈送DC电势而完成的。这一操作可以是(例如)使用改良的Bias-T布置完成的。具体而言,图6F示出了标准的Bias-T电路。RF+DC节点对应于延迟线615。DC节点对应于可变电压电势641的输出。RF节点对应于馈电贴片660和662。如图6F所示,RF节点经由电容器C耦合至所述电路。然而,如本文所解释的,所公开的实施例中的RF信号已经电容耦合到了延迟线,因而可以省略电容器C。因而,通过将电感器I结合到天线的DC侧,建立了改良Bias-T电路。

[0044] 图6D所示的另一种变型(但是其可以实施到任何其他实施例当中)是去除了粘结剂层。如图6D所示,VDC材料夹在间隔体605和具有导电接地655的背面平面电介质650之间。在一个示例中,玻璃珠(如虚线所示)可以散布在VDC材料644内,从而在间隔体605和具有导电接地655的背面平面电介质650之间保持适当间隔。当然,在使用粘结剂层时也可以使用玻璃珠。

[0045] 图7示出了对延迟线本身施加用于控制所述可变介电常数材料的DC电势,因而不需要电极的实施例。可以采用Bias-T将RF信号和DC信号隔开。也就是说,省略了两个电极,例如,电极343和347。相反,可变电压电势供应器741的输出直接DC连接至延迟线715,从而在延迟线715和背面平面导电接地755之间建立DC电势。因而,延迟线具有两个功能:其接受DC电压电势,由此改变VDC材料744的介电常数,并且其将RF信号电容耦合至馈电贴片760和762。

[0046] 从实施例的公开内容可以理解,可以构建出各种具有常见元件的天线,其包括:绝缘间隔体;设置在所述绝缘间隔体上的至少一个辐射装置,其中,每一辐射装置包括设置在绝缘间隔体的顶表面上的导电贴片、设置在绝缘间隔体的底表面上的延迟线以及由导电材料制成并且经由绝缘间隔体中的窗口在导电贴片和延迟线之间提供电DC连接的接触部;可变介电常数(VDC)板;背面平面绝缘体;设置在背面平面绝缘体的顶表面之上的背面平面导电接地;以及用于所述至少一个辐射装置中的每一个的RF耦合布置,所述RF耦合布置包括形成于背面平面导电接地中的窗口以及在背面平面绝缘体的底表面之上按照与所述窗口重叠的取向设置的导电RF馈电贴片。在一些实施例中,提供用以控制VDC板的选定区域处的介电常数的电极,而在其他实施例中则将延迟线用于这一目的。在一些实施例中,导电贴片用于耦合来自空气的RF信号,而在其他实施例中,导电贴片用于将RF能量耦合至另一更大贴片,而所述另一更大贴片则用于耦合来自空气的RF信号。贴片的尺寸是根据预期RF波长配置的。还可以通过对所述窗口、延迟线和馈电贴片进行适当的尺寸设定而使用RF波长来优化RF耦合。

[0047] 可以将VDC板划分成由VDC材料构成的单独像素。可以将平板屏幕的LCD面板用于所述VDC板。可以根据所述电极或延迟线的面积覆盖对VDC像素分组。在其他实施例中,仅在受到电极或延迟线控制的区域内提供VDC材料。图9示出了VDC板940仅包括所定义区域的VDC材料的示例。VDC区域942被示为位于延迟线915下方,VDC区域944被示为位于延迟线917

下方。每个VDC区域可以是一个连续的VDC材料区,或者可以被划分成各个像素。为了便于制造,VDC板940的全部区域都可以包括由VDC材料构成的像素。图9A示出了延迟线915通过耦合贴片910'与辐射贴片910的电容耦合,这与图8A所示类似,除此之外其将与图9所示相同。

[0048] 即使在不需要相位和/或频率的变化时,也可以通过实施本文公开的特征来形成天线。图10示出了不使用VDC板的实施例。在图10的实施例中,天线包括绝缘衬底1080,并且在绝缘衬底1080的顶表面上设置导电贴片1010。在绝缘衬底1080的底表面上设置接地平面1055,所述接地平面包括位于其中的孔隙1053。对所述孔隙配准,使其在导电贴片1010下方对准。馈电线1060使其末端被配准为在孔隙1053下方对准,从而将RF信号通过孔隙1053以电容方式传输至导电贴片1010。在接地平面1055和馈电线1060之间设置背面平面电介质。连接器1065用于向馈电线1060发射RF信号或者从馈电线1060接收RF信号。

[0049] 上文描述了各种实施例,其中,每一实施例是相对于某些特征和要素予以描述的。然而,应当理解,来自一个实施例的特征和要素可以与其他实施例的其他特征和要素结合使用,并且本说明书意在涵盖这样的可能性,尽管并未明确描述所有的变换以避免混乱。

[0050] 总的来讲,提供了一种多层的、软件控制的天线。所述天线包括绝缘体板上方的辐射贴片。在所述绝缘体板的底部上设置延迟线,所述延迟线的一端被RF耦合至所述辐射贴片。所述电耦合可以是物理导电接触,或者可以采取临近耦合,而在其间不存在物理导电连接。在延迟线下方设置可变介电常数(VDC)板。在VDC板的底部上设置接地平面,所述接地平面包括位于其中的孔隙,所述孔隙被配准为在辐射贴片下方对准。在所述接地平面下方设置具有被配准为在所述孔隙下方对准的末端的馈电线,从而将RF信号通过所述孔隙以电容方式传输至所述导电贴片。在所述馈电线和所述接地平面之间提供电隔离。例如,可以在所述馈电线和所述接地平面之间设置背面平面电介质板。在一些实施例中,设置第二馈电线,其可以通过在所述接地平面中设置的另一孔隙或者通过另一单独的接地平面将RF信号耦合至延迟线。

[0051] 为了获得增强带宽,可以在辐射贴片上方设置共振贴片,其中,在一些实施例中,可以在辐射贴片和共振贴片之间设置绝缘间隔体。在一些实施例中,在VDC板中设置电极。所述电极耦接至可以连接至控制器的可变电电压电势源。在其他实施例中,通过向延迟线施加DC电势而对VDC板加以控制。可以使用改良Bias-T实施对延迟线的DC电势施加,其中,所述馈电线、接地板、VDC板和延迟线形成了Bias-T电路的RF分支。DC分支可以通过中间电感器耦接至延迟线(参考图6D)。

[0052] 应当理解,本文描述的过程和技术不与任何具体设备存在固有关联,并且可以通过任何适当的部件组合实施。此外,可以根据本文描述的教导使用各种类型的通用装置。已经联系具体示例描述了本发明,它们在所有的方面当中都意在具有举例说明的作用而非限制作用。本领域技术人员将认识到很多不同的组合都将适于实践本发明。

[0053] 此外,通过考虑本文公开的发明的说明书和实践,本发明的其他实施方式对于本领域技术人员而言将是显而易见的。可单独地或以任何组合方式来使用所描述实施例的各个方面和/或部件。意在使说明书和示例仅被视为具有举例说明的作用,而本发明的实际范围和实质则由所附权利要求指定。

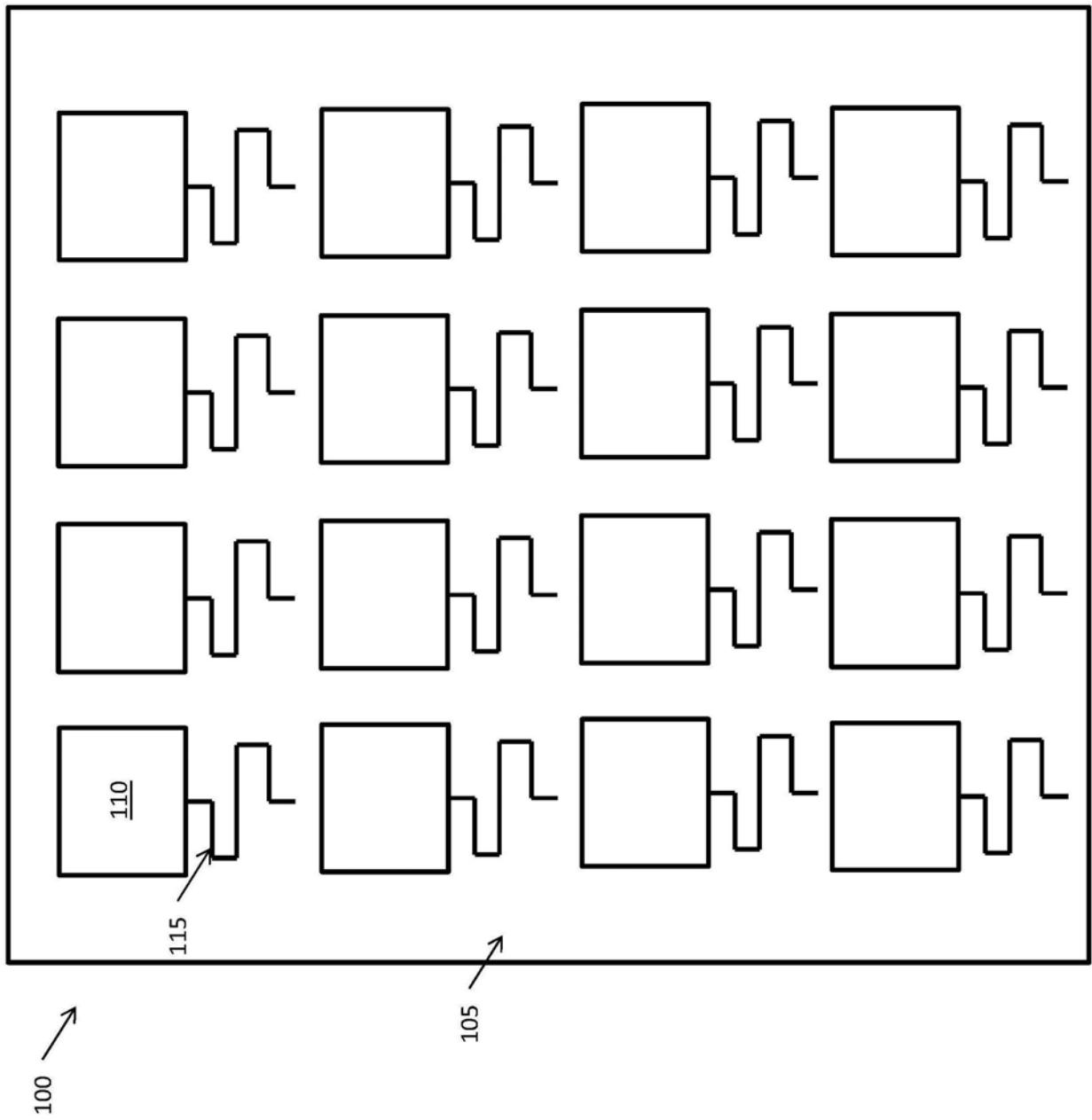


图1

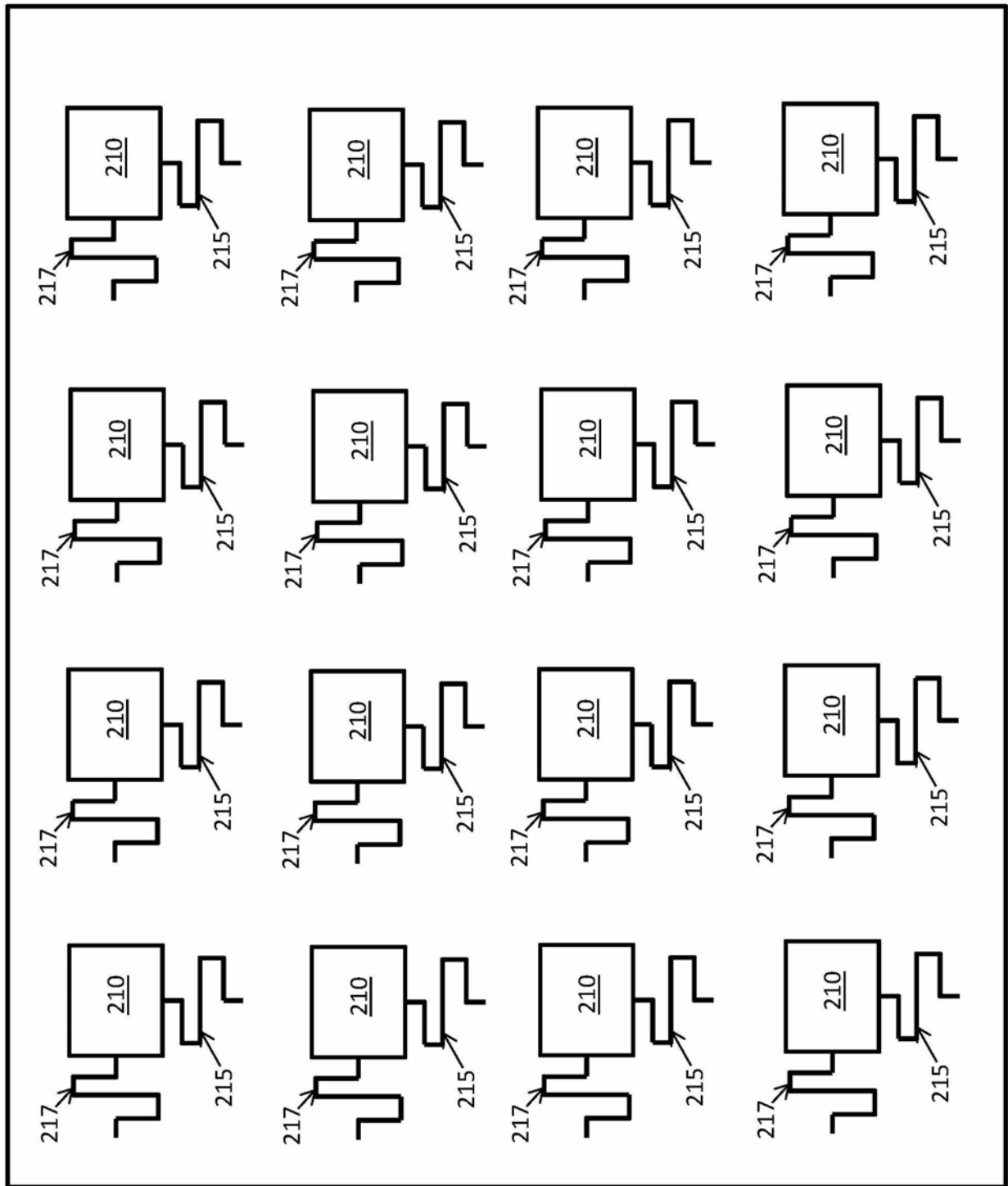


图2

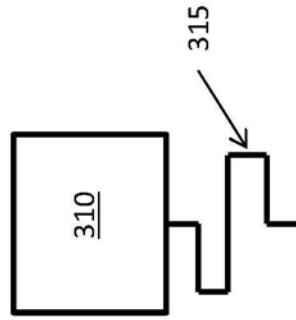


图3A

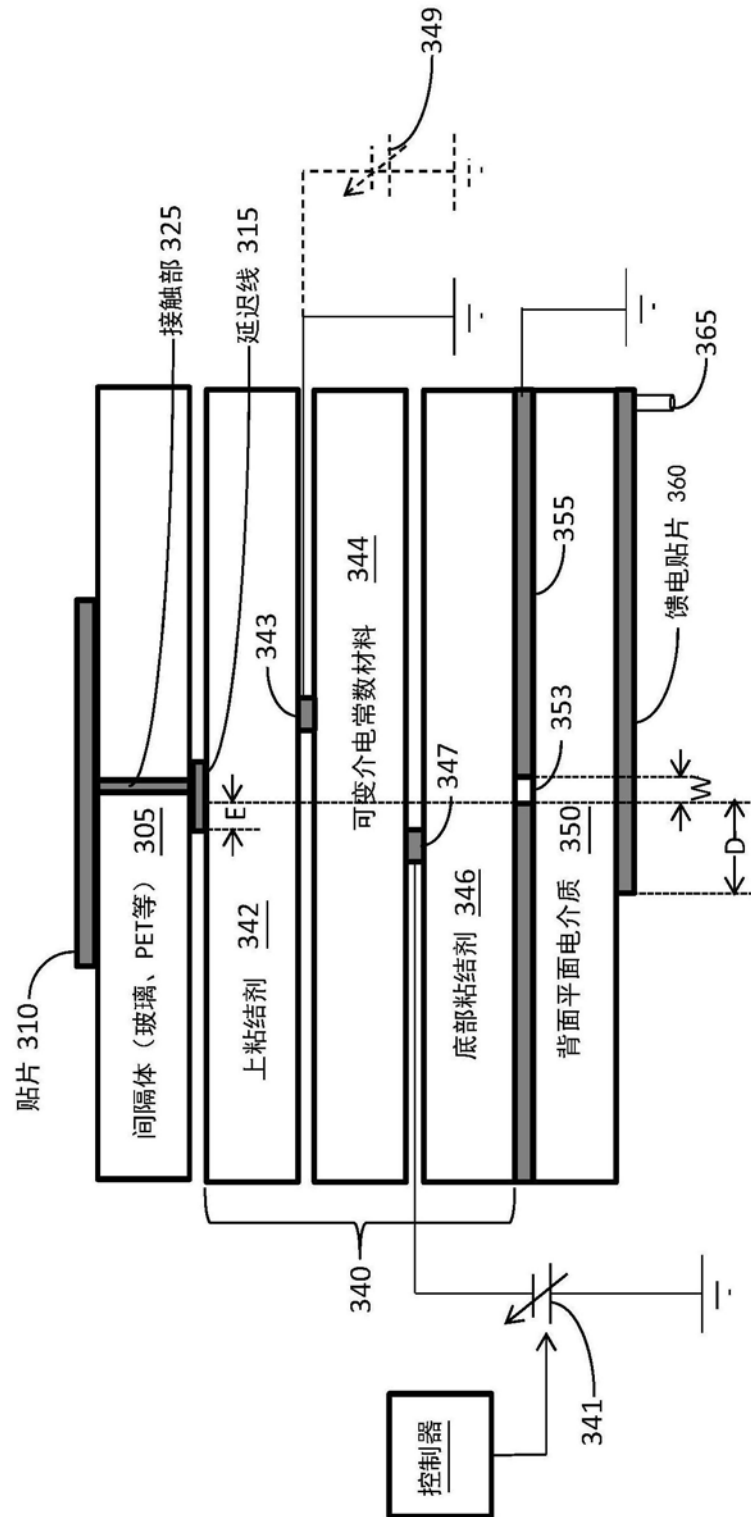


图3B

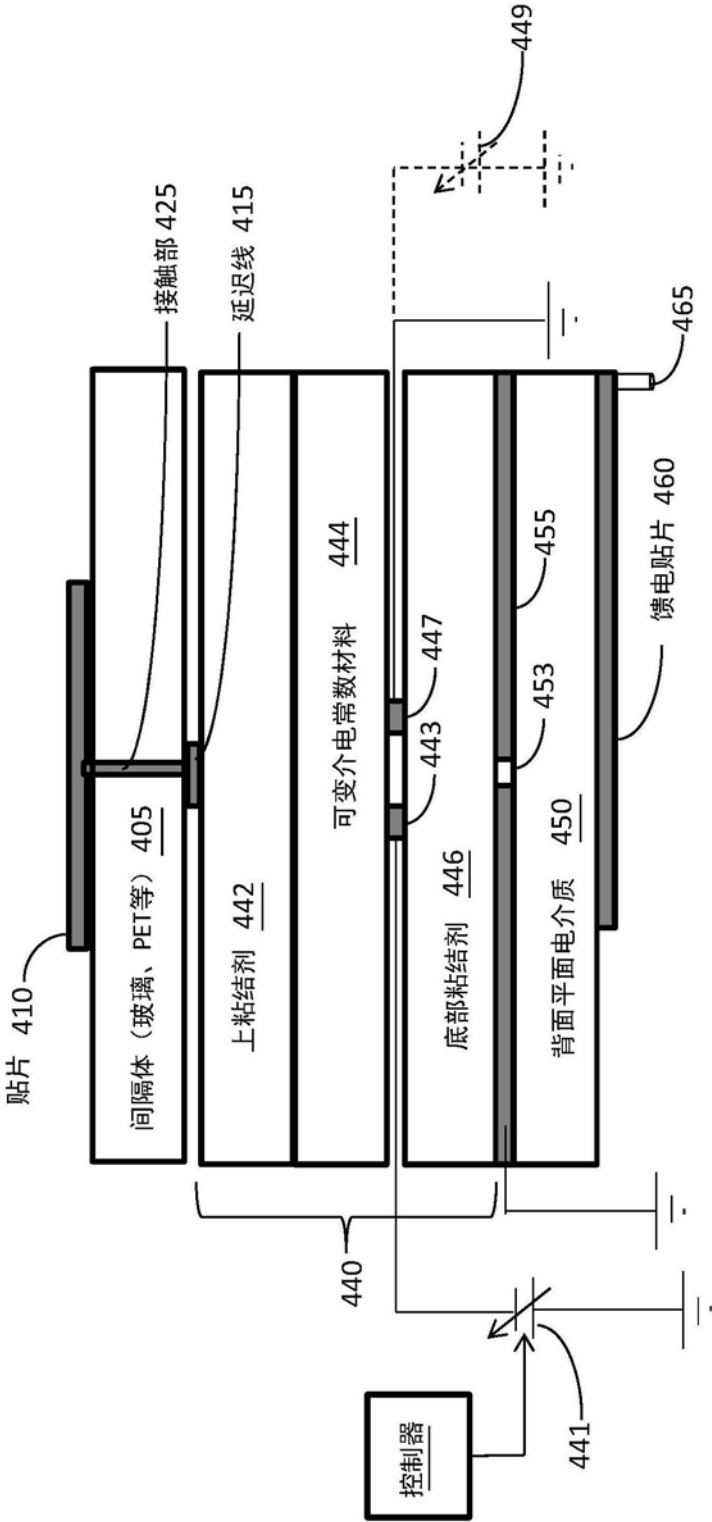


图4

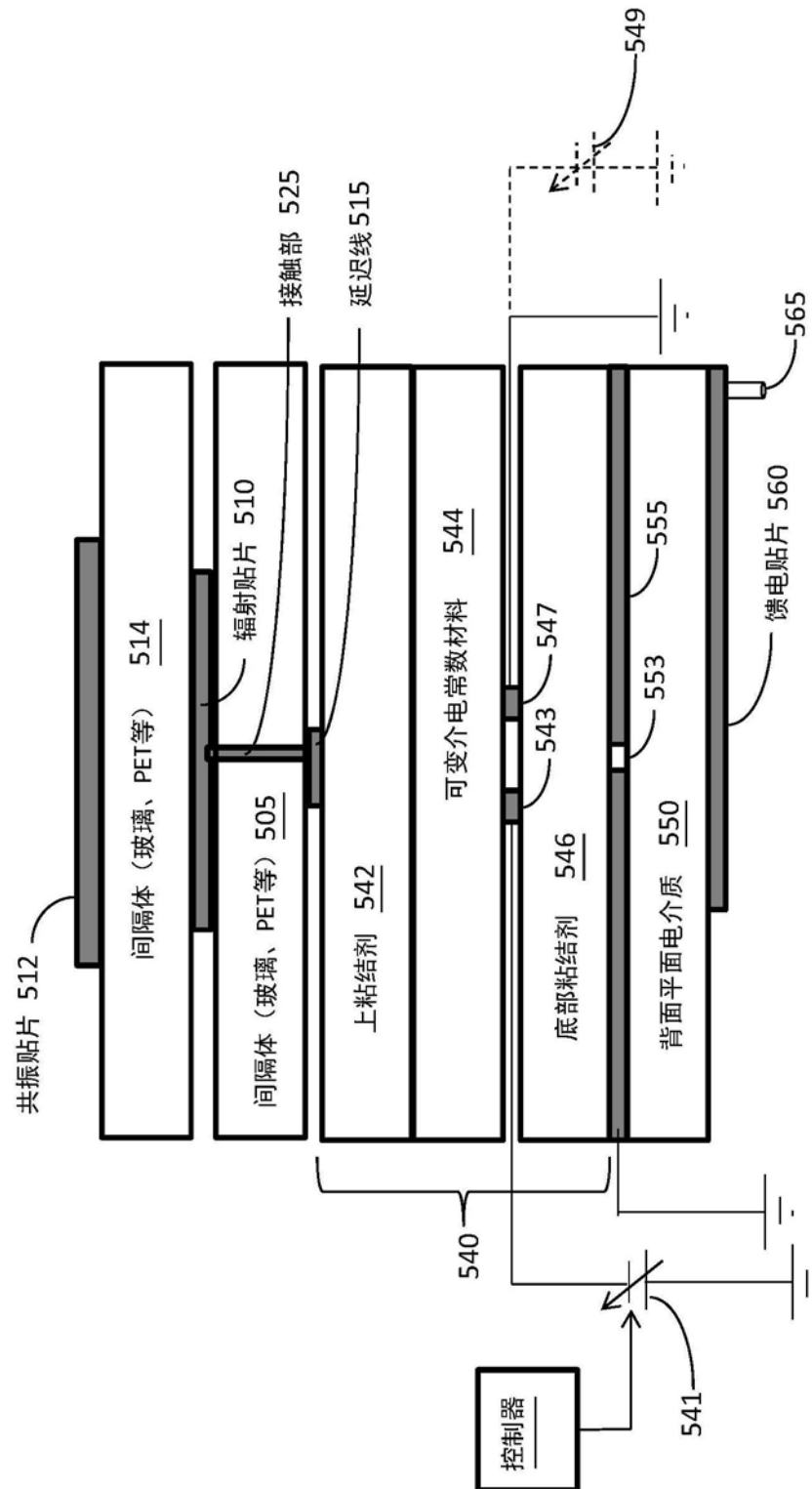


图5

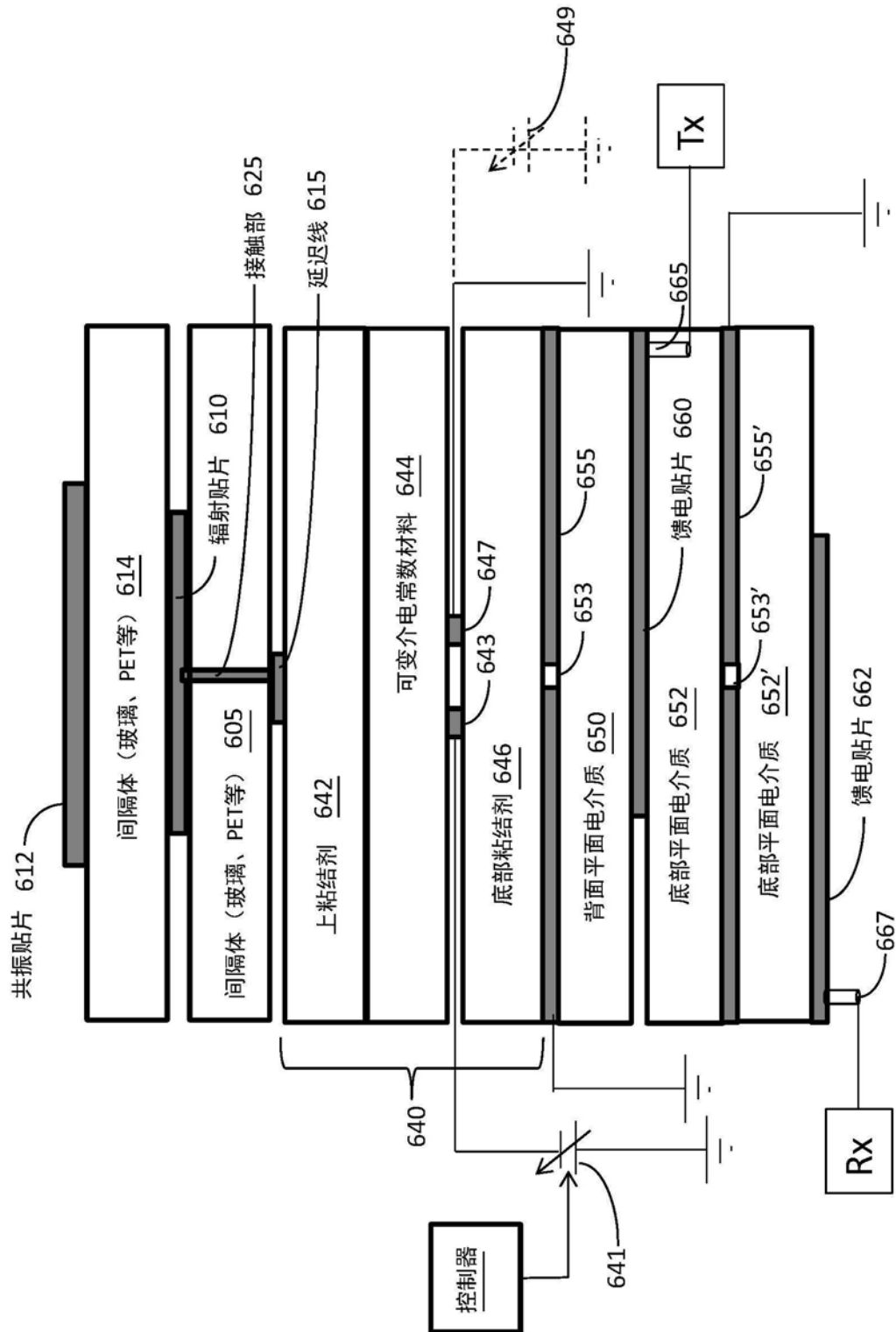
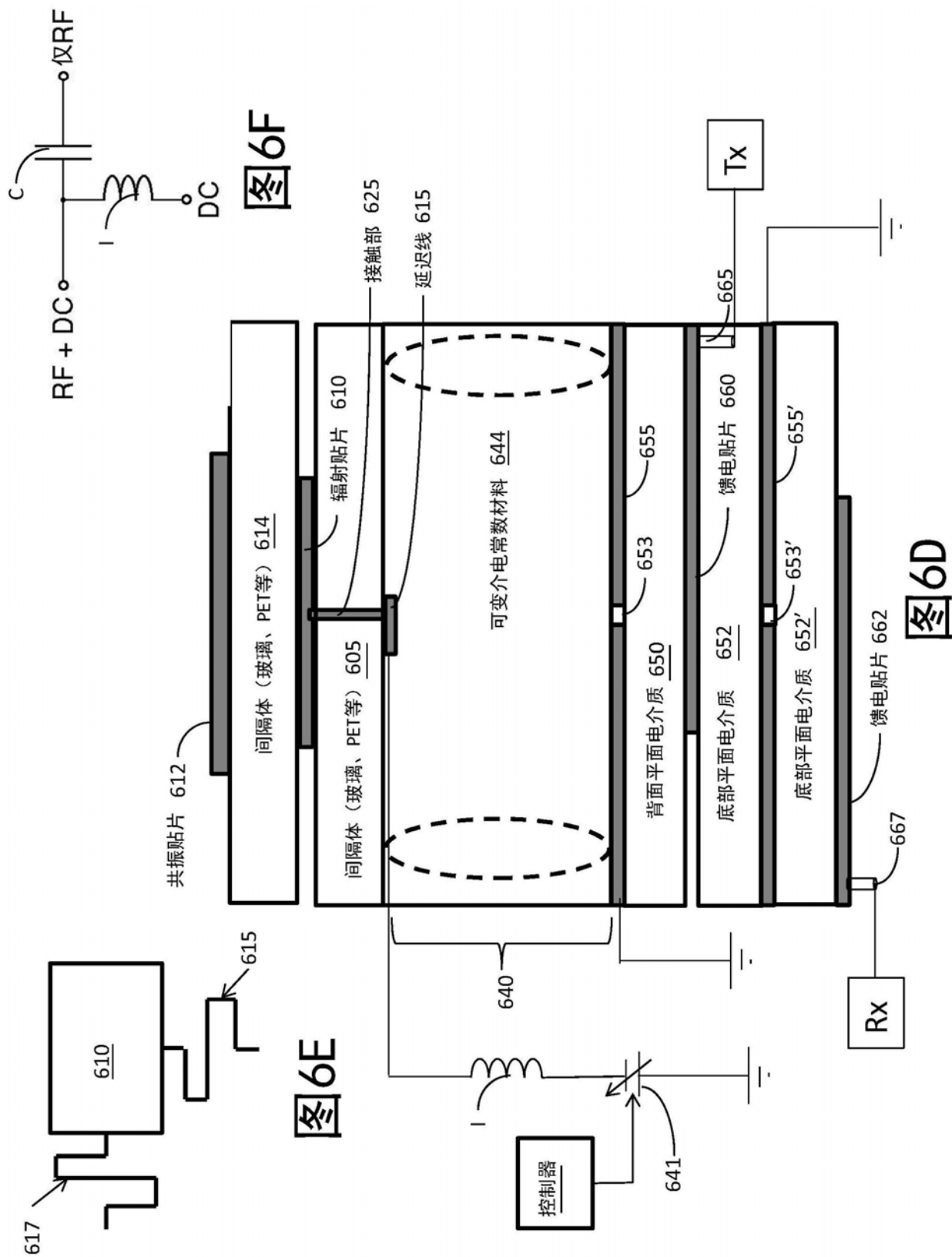


图6C



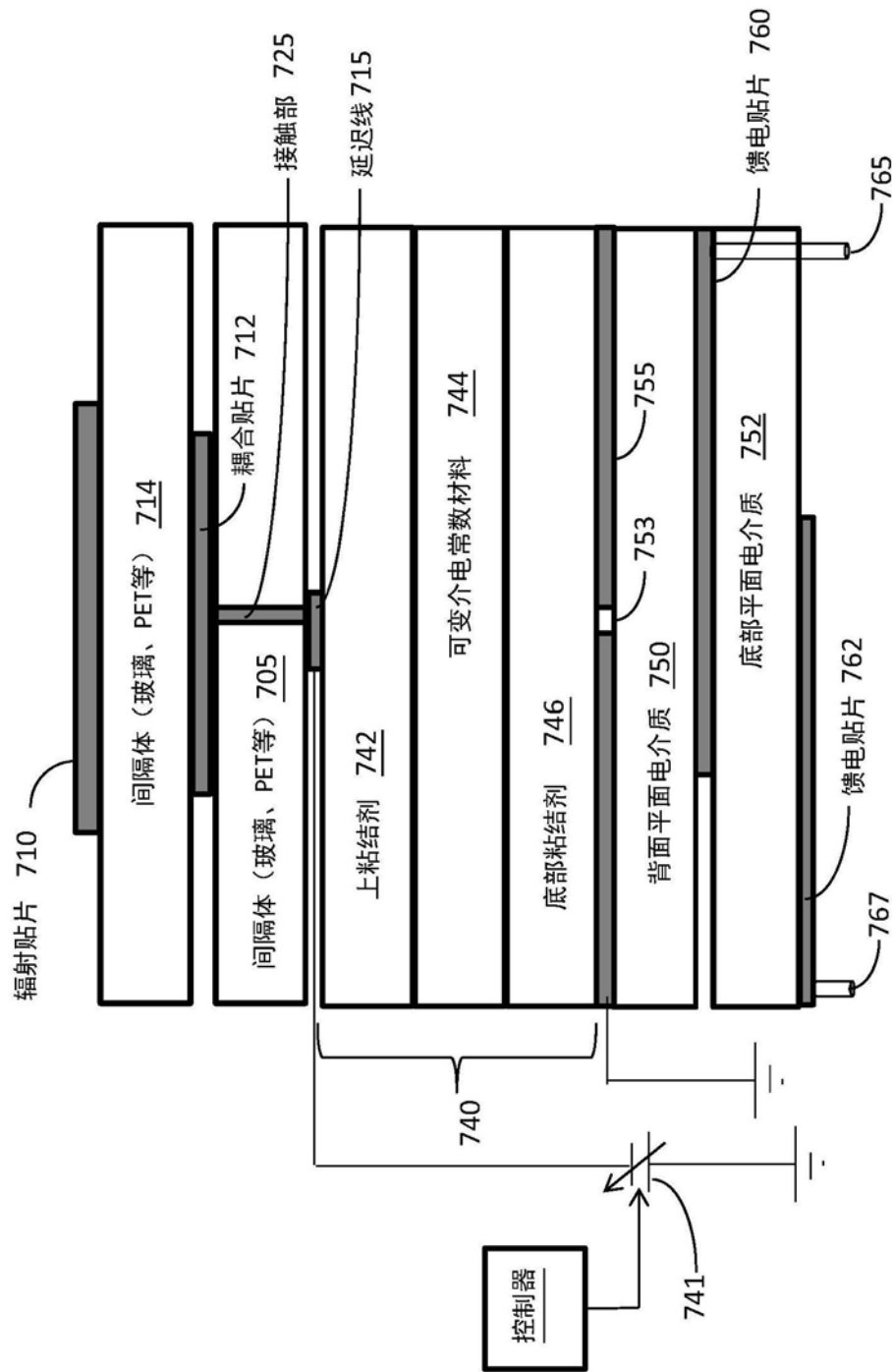
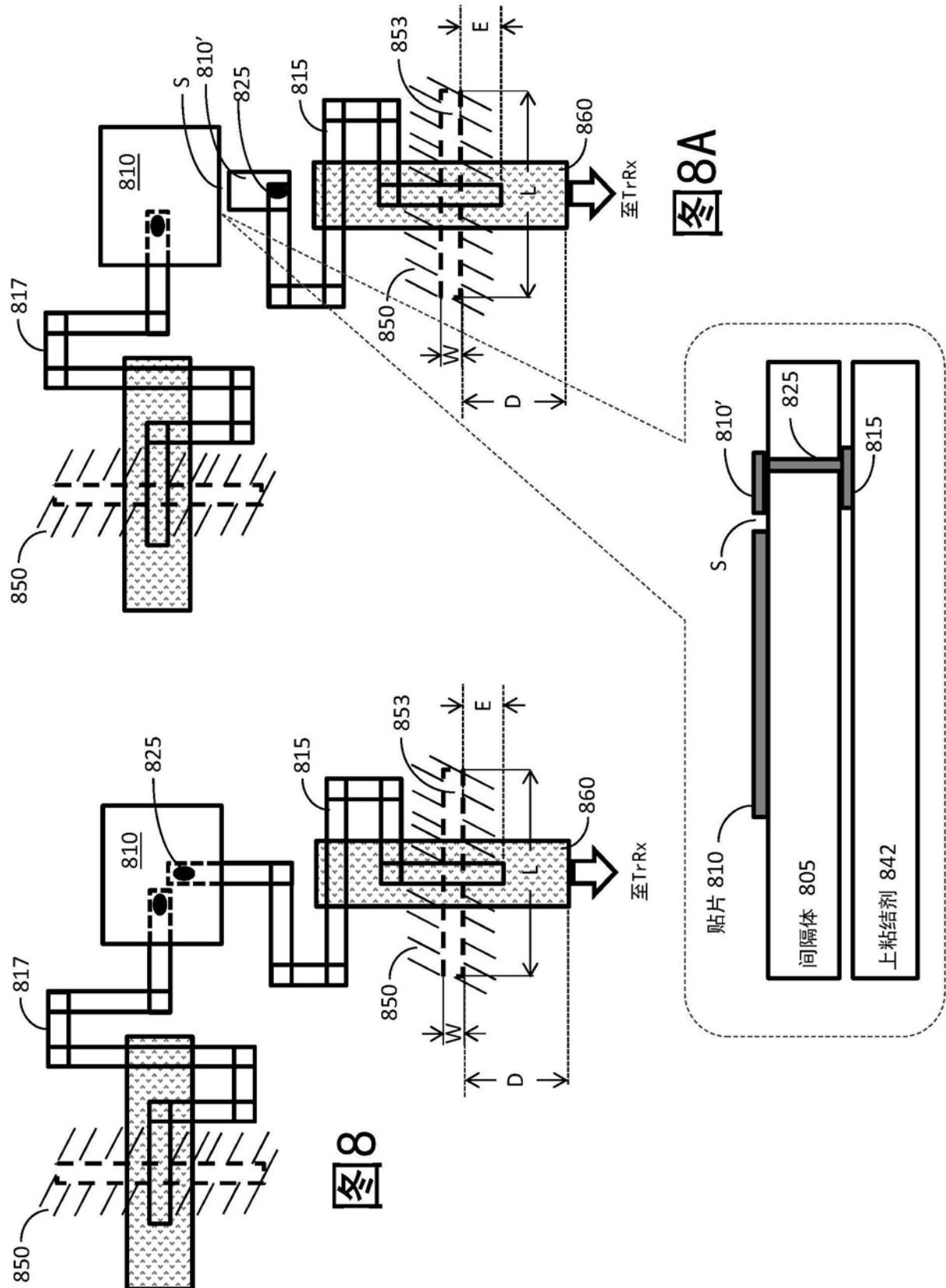


图7



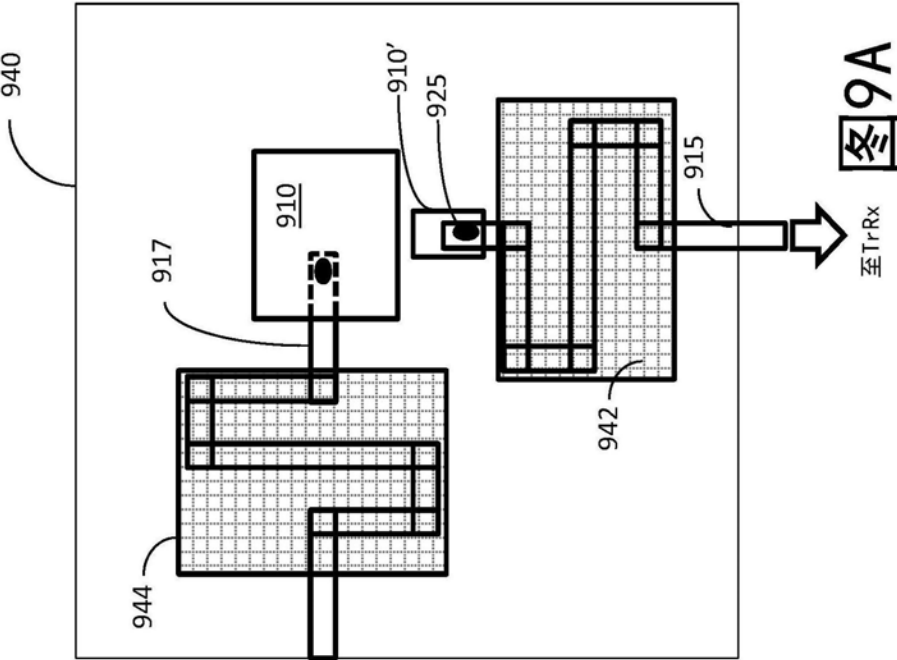


图9A

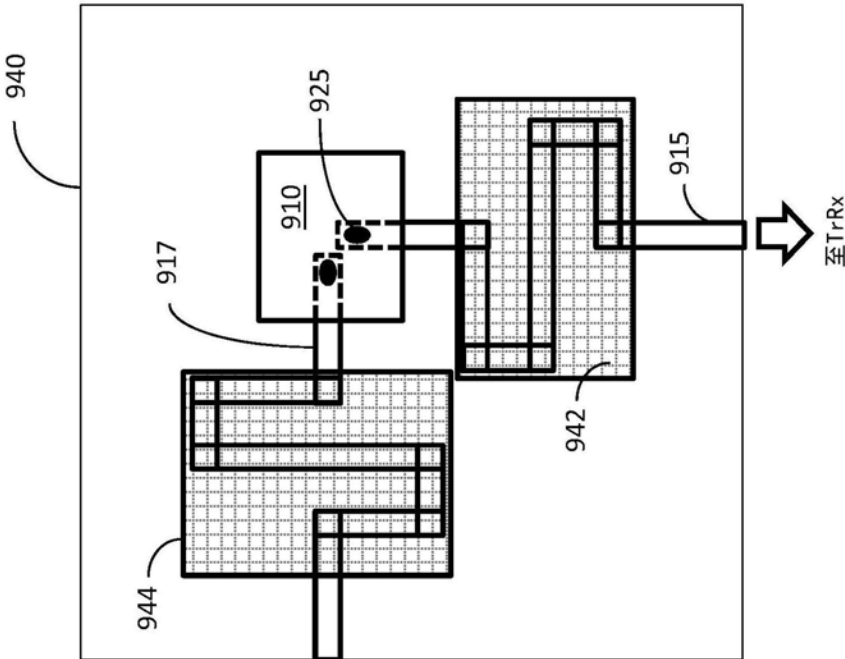


图9

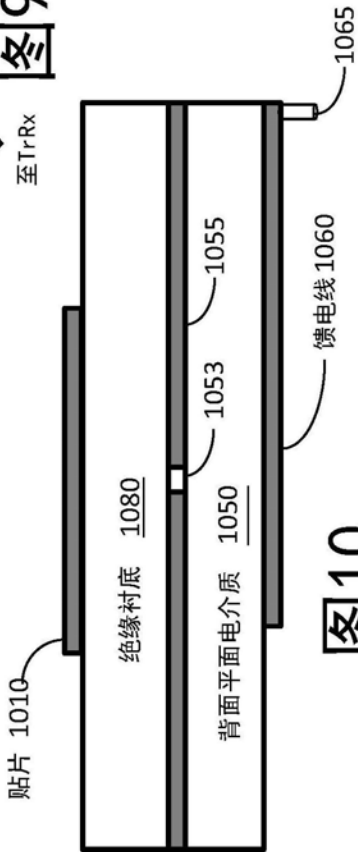


图10