



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115693181 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 03

(21) 申请号 202210869292.7

H01Q 3/34 (2006.01)

(22) 申请日 2022.07.22

H01Q 1/50 (2006.01)

(30) 优先权数据

H01Q 1/00 (2006.01)

21187561.2 2021.07.23 EP

(71) 申请人 艾尔康系统有限责任公司

地址 德国达姆施塔特

(72) 发明人 A·马哈茂德 A·盖伯勒

K·摩宾 K·凯斯金

Y·博兹马罗夫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

专利代理师 李雪娜 吕传奇

(51) Int. Cl.

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

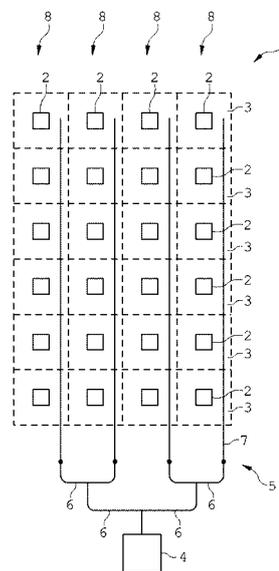
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

相控阵天线设备

(57) 摘要

相控阵天线设备,包括多个天线元件,每个天线元件位于相控阵天线设备的对应晶胞内,且晶胞以不重叠方式彼此相邻布置。在公共控制单元和相应天线元件之间传输天线信号的馈电网络,馈电网络包括多个天线元件传输线分段,每个分段延伸到天线元件;并具有多个相移设备,对于每个天线元件,沿延伸到天线元件的相应天线元件信号传输线布置对应相移设备。相控阵天线设备包括若干馈电传输线分段,每个馈电传输线分段包括沿馈电传输线分段分布的多于两个过渡结构,每个过渡结构提供到对应天线元件传输线分段的信号耦合。延伸到晶胞的天线元件传输线分段过渡结构位于馈电传输线分段经过或穿过该晶胞的方向上,在大于在该方向上测量的晶胞延伸的相移距离处。



1. 相控阵天线设备(1),其具有以空间分布布置的多个天线元件(2),所述空间分布被设计为允许相控阵天线设备(1)向不同方向发射和从不同方向接收叠加的射频信号,由此每个天线元件(2)定位在相控阵天线设备(1)的对应晶胞(3)内,并且由此晶胞(3)以不重叠的方式彼此相邻布置;具有用于在公共控制单元(4)和相应天线元件(2)之间传输天线信号的馈电网络(5),由此馈电网络(5)包括多个天线元件传输线分段(10),每个分段延伸到天线元件(2)中;并且具有多个相移设备(11),由此对于每个天线元件(2),沿着延伸到所述天线元件(2)中的相应天线元件信号传输线(10)布置对应的相移设备(11),其特征在于,相控阵天线设备(1)包括若干馈电传输线分段(7),由此每个馈电传输线分段(7)包括沿着馈电传输线分段(7)分布的多于两个过渡结构(9),由此每个过渡结构(9)提供到对应的天线元件传输线分段(10)中的信号耦合,从而将若干专用天线元件传输线分段(10)与相同馈电传输线分段(7)连接,并且由此延伸到晶胞(3)中的天线元件传输线分段(10)的过渡结构(9)定位在馈电传输线分段(7)经过或穿过该晶胞(3)的方向上,在大于在该方向上测量的晶胞(3)的延伸的相移距离处。

2. 根据权利要求1所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,相移距离在晶胞(3)的一个和两个延伸之间。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,后续过渡结构(9)以这样的方式设计,使得沿着馈电传输线分段(7)的连续过渡结构(9)的天线元件传输线分段(10)布置在馈电传输线分段(7)的相对侧。

4. 根据权利要求3所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,源自馈电传输线分段(7)的第一侧的所有天线元件传输线分段(10)在平行于馈电传输线分段(7)的方向的第一方向上延伸,而源自馈电传输线分段(7)的与第一侧相对的第二侧的所有天线元件传输线分段(10)在与第一方向相对的第二方向上延伸。

5. 根据前述权利要求之一所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,所有天线元件传输线分段具有相同的长度。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,天线元件传输线分段(10)的所有分段平行于馈电传输线分段(7)延伸,或者相对于馈电传输线分段(7)成小于 50° 的角度延伸,相应的天线元件传输线分段(10)经由过渡结构(9)耦合到馈电传输线分段(7)。

7. 根据前述权利要求之一所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,所述晶胞(3)以矩阵形布置方式布置,并且每个馈电传输线分段(7)沿着直线延伸,所述直线穿过或经过沿着直线布置的多个晶胞(3)。

8. 根据前述权利要求之一所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,所述馈电传输线分段(7)被实现为具有线形微带电极(12)的微带传输线,所述线形微带电极(12)被布置在距平面形接地电极一定距离处。

9. 根据前述权利要求1至7之一所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,所述馈电传输线分段(7)被实现为差分对传输线,其中两个类似的线形差分对电极沿着馈电传输线分段(7)延伸。

10. 根据前述权利要求之一所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,每个天线元件传输线分段(10)被实现为差分对传输线,其中两个类似的差分对电极(16,18)沿着天线元件

传输线分段(10)延伸,由此天线元件传输线分段(10)的两个差分对电极(16)中的至少一个与对应的馈电传输线分段(7)电隔离。

11. 根据权利要求10所述的相控阵天线设备(1),其特征在于,所述过渡结构(9)包括两个线形过渡电极(12,15),由此所述过渡结构(9)还包括重叠分段,其中所述两个线形过渡电极中的至少一个(15)的一部分与馈电传输线分段(7)平行但在距馈电传输线分段(7)一定距离处延伸,用于将信号从馈电传输线分段(7)耦合到天线元件传输线分段(10)中,由此两个线形过渡电极(12,15)中的每一个延伸到天线元件传输线分段(10)的两个差分对电极(18,16)中的对应一个中。

相控阵天线设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种相控阵天线设备,其具有以空间分布布置的多个天线元件,该空间分布被设计为允许相控阵天线设备向不同方向发射和从不同方向接收叠加的射频信号,由此每个天线元件定位在相控阵天线设备的对应晶胞内,并且由此晶胞以非重叠方式彼此相邻布置;具有用于在公共控制单元和相应天线元件之间传输天线信号的馈电网络,由此馈电网络包括多个天线元件传输线分段,每个传输线分段延伸到天线元件中;并且具有多个相移设备,由此对于每个天线元件,沿着延伸到所述天线元件中的相应天线元件信号传输线布置对应的相移设备。

背景技术

[0002] 利用射频信号操作的相控阵天线设备允许发射射频电磁波束,该射频电磁波束可以被电子操纵以在不移动天线设备的情况下指向不同的方向。类似地,许多相控阵天线设备也允许在不移动天线设备的情况下放大来自某个方向的射频波的接收灵敏度。

[0003] 在大多数相控阵天线设备中,来自发射器射频电流以正确的相位关系被馈送到个体天线元件,使得来自单独天线元件的射频波叠加,并加在一起以增加期望方向上的辐射强度,并抵消以抑制不期望方向上的辐射强度。在相控阵天线设备中,来自发射器的功率通过称为移相器的设备馈送到许多天线元件,所述移相器可以电子地更改对应天线信号的相应相位,从而将叠加的射频波束操纵到不同的方向。通常,相控阵天线设备必须由许多小天线元件组成,有时包括以预设空间分布布置的多于一千个的天线元件。对于许多相控阵天线设备,大量天线元件以矩阵空间分布的方式布置在一个平面中。即使相邻天线元件之间的距离可以预设为几乎任何值,节省空间的布置也要求该距离近似为 $\lambda/2$,其中 λ 是要利用相控阵天线设备发射或接收的射频信号的波长。

[0004] 对于许多相控阵天线设备,每个天线元件被布置在晶胞内,由此晶胞在平面内定义了小区域,该区域专用于布置在该平面内的相应天线元件。该平面可以被分割成多个晶胞,每个晶胞包括一个天线元件,并且通常还包括其它电极或组件的类似图案,由此晶胞以不重叠但是邻接的方式覆盖该平面,并且通常以矩阵形布置。通常,晶胞没有结构限制,但是可以被视为具有电极和其它组件的重复图案的天线元件周围的区域。晶胞在给定方向上的延伸等于在所述方向上相邻天线元件的距离。对于每个晶胞,对应的天线元件经由对应的天线元件传输线分段连接到控制单元。在具有天线元件的大量晶胞的情况下,对于对应数量的天线元件传输线分段的空间需求变得巨大,并且显著地限制了天线元件的可用空间。

[0005] 为了减少单独连接到每个天线元件所需的传输线分段的总长度,许多相控阵天线设备包括共同馈电网络,该网络以少量第一共同馈电传输线分段开始,每个第一共同馈电传输线分段分支成两个单独的第二共同馈电传输线分段。分支可以重复若干次,从而产生具有级联的共同馈电传输线分段的共同馈电网络,直到在N个分支级之后,最终的共同馈电传输线分段的总数等于每个延伸到对应天线元件的天线元件传输线分段的所需

数量。

[0006] 然而,为了允许成本有效地制造这样级联的共同馈电网络,所有的共同馈电传输线分段被布置在衬底层的相同表面上。应该避免共同馈电传输线分段的任何交叉或远离表面的垂直改变。因此,这样级联的共同馈电网络对相控阵天线设备的设计以及晶胞和对应天线元件的布置施加了若干限制。此外,如果避免了共同馈电传输线分段的交叉或重叠,则用于控制单元和天线元件之间的信号传输的所得到的共同馈电传输线分段和天线元件传输线分段的总长度将相当大。

[0007] 对于许多相控阵天线设备,天线元件传输线分段的部分或全部长度被设计用作相移元件。对于每个天线元件,存在射频信号的给定相移,这是获得预设方向上所有天线元件的叠加射频信号的峰值强度所需要的。因此,天线元件传输线分段通常布置在天线元件的对应晶胞内,对于该天线元件,相移由延伸到天线元件中并将天线元件与公共控制单元连接的相应天线元件传输线分段预设。

[0008] 通过在传输线元件的电极之间布置可调介电材料,利用传输线分段作为相移设备是可能的。然而,可以通过施加电场来控制 and 修改的可调介电材料的不同介电常数值范围是有限的,并且因此可以为沿着这样的传输线分段的信号传输预设的最大相移也是有限的。因此,对于许多应用来说,用作相移设备的传输线分段所需的最小长度超过了晶胞的最大延伸。

[0009] 由于用作相移设备的天线元件传输线分段的最小长度比晶胞的延伸更长,因此天线元件传输线分段通常具有带有若干弯曲和拐角的螺旋或曲折路线。然而,天线元件传输线分段的每个曲线、并且特别是每个拐角,会引起不希望的电磁辐射,从而导致信号质量的损失,并增加相邻晶胞之间的干扰。

[0010] 因此,需要在控制单元和每个天线元件之间提供有效且节省空间的信号传输连接布置,由此减少沿着天线元件传输线分段的不希望的电磁辐射。

发明内容

[0011] 本发明涉及前面描述的相控阵天线设备,由此相控阵天线设备包括若干馈电传输线分段,由此每个馈电传输线分段包括沿着馈电传输线分段分布的多于两个过渡结构,由此每个过渡结构提供到对应天线元件传输线分段中的信号耦合,由此将若干专用天线元件传输线分段与相同馈电传输线分段连接,并且由此延伸到晶胞中的天线元件传输线分段的过渡结构被定位在馈电传输线分段的方向上,该馈电传输线分段以大于在该方向上测量的晶胞的延伸的相移距离经过或穿过该晶胞。

[0012] 与分支成两个次级共同馈电传输线分段的共同馈电传输线分段相反,馈电传输线分段不分支成两个次级传输线分段,而是包括多于两个过渡结构,由此每个过渡结构允许馈电传输线分段与天线元件传输线分段的信号耦合。因此,单个馈电传输线分段被连接到若干并且可能大量的天线元件传输线分段并对其馈电。这显著减小了将具有相应天线元件的每个晶胞连接到馈电网络的公共馈电点或相控阵天线设备的控制单元所需的空

[0013] 过渡结构的位置在距经由过渡结构连接到馈电传输线分段的晶胞一定相移距离处,这允许对应的天线元件传输线分段的较小弯曲路线。晶胞内的过渡结构和到天线元件的连接之间的相移距离优选地等于或稍大于作为相移设备的能力和性能所需的

传输线分段的最小长度。因此,天线元件传输线分段不必具有强烈弯曲或曲折的路线,这减少了不希望的电磁辐射发射。

[0014] 根据本发明的优选实施例,相移距离在晶胞的一个和两个延伸之间。对于具有射频信号的许多应用来说,多于晶胞的两个直径或最长延伸的距离通常足以使天线元件传输线分段充当相移设备。当前的可调介电材料,比如例如可调液晶材料,提供了一定范围的介电常数值,该介电常数值允许为沿着天线元件传输线分段传播的射频信号产生和控制近似360度或更大的相移。天线元件传输线分段越短,天线元件传输线的路线在距其它电极或导电组件的距离处所需的空间就越小,所述其它电极或导电组件布置在天线元件传输线的相同平面或相同衬底层表面内。天线元件传输线分段的路线内的弯曲和拐角越少,发射的可能降低信号质量或干扰相控阵天线设备内的其它传输线或信号处理组件的电磁辐射就越少。

[0015] 根据本发明的有利方面,后续过渡结构以这样的方式设计,使得连续过渡结构的天线元件传输线分段布置在馈电传输线分段的相对侧。因此,源自沿着馈电传输线分段的第一过渡结构的天线元件传输线可以大部分平行于馈电传输线分段延伸,并且经过第二过渡结构,而不需要横向偏移,以允许源自第二过渡结构并且也沿着馈电传输线分段的相同侧延伸的另一个天线元件传输线分段。在馈电传输线分段的两侧交替布置连续的天线元件传输线有助于减少沿着天线元件传输线分段的路线。此外,天线元件传输线分段相对于馈电传输线分段的路线的交替起点和终点允许天线元件和对应晶胞的更紧凑和节省空间的布置。

[0016] 根据本发明的非常有利的方面,在馈电传输线分段的第一侧上起始的所有天线元件传输线分段在平行于馈电传输线分段的方向的第一方向上延伸,而在与第一侧相对的馈电传输线分段的第二侧上起始的所有天线元件传输线分段在与第一方向相反的第二方向上延伸。这样的拓扑被认为是一个附加的和重要的优点,即通过交替连续起始的天线元件传输线分段的起点以及方向,容易可能的是经由在第一方向上延伸并从第一侧耦合到馈电传输线分段的天线元件传输线分段和经由在第二方向上延伸并从第二侧耦合到馈电传输线分段的天线元件传输线分段交替连接相邻的天线元件。因此,在对天线元件传输线分段没有附加限制或要求的情况下,相邻天线元件从天线元件的相对侧与相应的天线元件传输线分段连接,这可以用于相邻天线元件的交替极化。天线元件的交替极化导致由相邻天线元件发射或接收的辐射的180°极化偏移,这提供了不希望的极化的显著减少,从而导致改进的信号质量。简而言之,这样的拓扑允许相控阵天线设计的顺序旋转的简单实现。

[0017] 在本发明的又一个有利方面,所有天线元件传输线分段具有相同的长度。如果天线元件传输线分段被用作相移设备的一部分,则具有相同的长度允许对所有相移设备实现单一且相同的设计,这便于相移设备的制造和操作,因为例如向若干相移设备施加相同的偏置电压会导致由所述若干相移设备产生相同的相移。

[0018] 为了进一步减少沿着天线元件传输线分段的不希望的电磁辐射,天线元件传输线的所有分段平行于馈电传输线分段或者相对于馈电传输线分段成小于50°的角度延伸,相应的天线元件传输线经由过渡结构耦合到该馈电传输线分段。根据本发明的这个方面,天线元件传输线分段不包括具有大于50°的方向改变的任何拐角或弯曲,并且优选地仅包括沿着路线具有45°或更小的方向改变的弯曲。

[0019] 根据本发明的另一个有利方面,晶胞以矩阵形布置来布置,并且每个馈电传输线分段沿着直线延伸,该直线穿过或经过在矩阵形布置内沿着直线布置的多个晶胞。不包括任何曲线的馈电传输线分段还减少了源自沿着馈电传输线分段传输的射频信号的任何不希望电磁辐射。此外,沿着直线延伸的馈电传输线分段的制造在制造期间不容易出现降低相控阵天线设备的信号质量和性能的缺陷或不可避免的不准确性。

[0020] 根据本发明的有利实施例,每个馈电传输线分段沿着或通过多于两个晶胞延伸,并且包括用于多于两个晶胞中的每一个的一个过渡结构。因此,提供与控制单元的信号传输连接的馈电传输线分段和每个相应的天线元件之间的距离相对短,这也减少了天线元件传输线分段的空间需求,每个天线元件传输线分段将馈电传输线分段与对应的天线元件连接。

[0021] 根据本发明的另外方面,每个馈电传输线分段沿着直线延伸。通常,天线元件以及因此还有晶胞在空间上以矩阵形布置定位。对于这样的矩阵形布置,馈电传输线分段的路线可以是直线,该直线在两个相邻的晶胞行之间延伸,或者沿着矩阵形布置晶胞内的晶胞的直线穿过许多晶胞。沿着直线延伸的馈电传输线分段还减少了由传输线路内的弯曲或拐角引起的不希望电磁辐射发射。

[0022] 根据本发明的有利实施例,馈电传输线分段被实现为具有线形微带电极的微带传输线,该线形微带电极被布置在距接地电极一定距离处。用于将信号耦合到天线元件传输线分段中的微带线和过渡结构易于制造。此外,微带传输线所需的接地电极可能是有用的,以便提供背屏蔽,该背屏蔽防止电磁辐射发射远离意图方向并朝向晶胞布置的后侧。

[0023] 在本发明的又另一个并且也有利的实施例中,馈电传输线分段被实现为差分对传输线,其中两个类似的差分对电极沿着馈电传输线分段延伸。差分对传输线不需要接地电极,这允许相控阵天线设备的设计的更多选项。此外,沿着差分对传输线的信号传输较少受到相控阵天线设备内出现的并且无法完全避免的干扰电磁辐射发射的影响。此外,将天线元件传输线分段设计为差分对传输线也被认为是有利的。然后,馈电传输线分段和天线元件传输线分段之间的信号耦合所需的过渡结构不需要将传输线的类型从微带传输线改变为差分对传输线。

[0024] 被认为是本发明的非常有利的方面是,每个天线元件传输线分段可以被实现为差分对传输线,其中两个类似的差分对电极沿着天线元件传输线分段延伸,由此天线元件传输线分段的两个差分对电极中的至少一个与对应的馈电传输线分段电隔离。由于天线元件传输线分段的两个差分对电极中的至少一个没有电连接到馈电传输线分段,因此向天线元件传输线的两个差分对电极施加电势差是可能的,该电势差独立于馈电传输线分段的任何电势或电势差。因此,利用具有可调介电材料的相移设备是可能的,该可调介电材料布置在天线元件传输线的两个差分对电极之间或附近,并且向每个相移设备施加个体偏置电压是可能的。这允许每个晶胞内的天线元件和相移设备的非常简单的设计和制造。

[0025] 根据本发明的方面,过渡结构包括两个线形过渡电极,由此过渡结构还包括重叠分段,其中两个线形过渡电极中的至少一个的一部分平行延伸,但是在距馈电传输线分段一定距离处,用于从馈电传输线分段到天线元件传输线分段中的信号耦合,由此两个线形过渡电极中的每一个延伸到天线元件传输线分段的两个差分对电极中的对应一个。因此,两个线形过渡电极可以被设计和制造成被设计为差分对传输线的天线元件传输线分段的

对应差分对电极的相应末端部分。重叠部分的长度、特别是平行延伸但在距馈电传输线分段一定距离处的线形过渡电极的长度,可以被适配为足以提供强而有效的耦合,但是要尽可能短,以便减小过渡结构所需的空间。因为两个线形过渡电极中的至少一个没有电连接到馈电传输线分段。不需要例如在衬底层的不同表面之间提供电连接的通孔或互连电极结构,这允许简单且节省成本的制造以及过渡结构的节省空间的设计。

[0026] 为了提供过渡结构的非常节省成本和空间的设计,两个线形过渡电极中的一个被设计为平衡-不平衡变换器型线形过渡电极,其相对于另一个线形过渡电极提供 180° 的相位差。平衡-不平衡变换器型线形过渡电极包括一个U形延迟部分,其内提供了一种简单的手段来为沿着天线元件传输线分段的信号传输提供 180° 的相位差。

[0027] 具有若干和可能大量的过渡结构的馈电传输线分段允许馈电传输线分段和对应大量的天线元件传输线分段之间的信号耦合,这使得相控阵天线设备的拓扑具有非常小的占用空间(foot print),这是包括相应天线元件的晶胞所需的,但是当与现有技术中已知的传统相控阵天线设备相比时,提供了非常高的性能和效率以及有利的信噪比。此外,通过避免天线元件传输线分段的强烈弯曲或曲折路线,可以显著减少信号沿着这些天线元件传输线分段传输期间的不希望电磁辐射,而不会对相控阵天线设备的拓扑和设计施加严格的限制。

附图说明

[0028] 当参考以下详细描述和附图时,本发明将被更充分地理解,并且进一步的特征将变得显而易见。附图仅仅是代表性的,并不意图限制权利要求的范围。事实上,本领域的普通技术人员在阅读以下说明书和查看当前附图时可以领会,在不脱离本发明的创新概念的情况下,可以对其进行各种修改和变化。附图中描绘的类似部分由相同的附图标记指代。

[0029] 图1图示了相控阵天线设备的示意性表示,该相控阵天线设备具有布置在矩阵形图案内的多个晶胞,并且每个晶胞包括天线元件,由此每个天线元件经由馈电网络连接到控制单元,用于在控制单元和天线元件之间传输射频信号,

图2图示了一行晶胞的示意性俯视图,由此沿着该行晶胞延伸的馈电传输线分段包括用于每个晶胞的过渡结构,并且具有用于过渡结构和对应天线元件之间的信号传输的天线元件传输线分段,

图3图示了两行晶胞的示意性俯视图,由此沿着这些晶胞行延伸的馈电传输线分段包括具有天线元件传输线分段的过渡结构,所述天线元件传输线分段被布置在馈电传输线分段的相对侧,

图4图示了晶胞的矩阵形布置的示意性俯视图,其中若干馈电传输线分段每个沿着一行晶胞延伸,

图5图示了类似于图3的两行晶胞的示意性俯视图,但是具有不同的天线元件传输线分段的布置和设计,

图6图示了晶胞的矩阵形布置的示意性俯视图,

图7图示了晶胞的矩阵形布置的另一个实施例的示意性俯视图,

图8图示了在微带传输线和微带传输线之间提供信号耦合的过渡结构的示意性俯视图,以及

图9图示了在微带传输线和差分对传输线之间提供信号耦合的过渡结构的示意性俯视图。

具体实施方式

[0030] 图1示出了包括多个天线元件2的相控阵天线设备1的示意性图示,由此天线元件2以矩阵形拓扑布置在平面上。所有天线元件2示意性地图示为正方形。天线元件2可以是发射或接收电磁辐射的射频信号的任何设计或类型的辐射元件。该平面可以被分成对应数量的晶胞3,每个晶胞3包括一个天线元件2和该天线元件2周围的区域。相邻的晶胞3不重叠,而是彼此紧邻,并形成与天线元件2的位置适配的矩阵形布置。晶胞3在给定方向上的延伸等于该方向上相邻天线元件2之间的距离。晶胞3的形状可以是如图1中所示出的矩形。晶胞3也可以具有任何其它形状,例如蜂窝状或圆形。晶胞3通常没有结构限制。

[0031] 相控阵天线设备1还包括控制单元4,用于控制由天线元件2接收或发射的射频信号。控制单元4和每个天线元件2之间的信号传输由馈电网络5提供。馈电网络5包括共同馈电网络。共同馈电网络的共同馈电传输线分段6源自控制单元4,并且在若干分支之后,延伸到馈电传输线分段7中。每个馈电传输线分段7在晶胞3的矩阵形布置内沿着晶胞3的行8沿着直线延伸。每个馈电传输线分段7穿过若干晶胞3,并包括对应数量的过渡结构9。每个天线元件2经由天线元件传输线分段10连接到对应的过渡结构9,该传输线分段10在图1中未示出,但在图2至4中示出。因此,源自控制单元4的射频信号沿着共同馈电传输线分段6和沿着馈电传输线分段7传输,并且经由过渡结构9沿着连续的天线元件传输线分段10传输到对应的天线元件2。在利用天线元件2接收射频信号的情况下,射频信号沿着天线元件传输线分段10传播,并且通过过渡结构9进入对应的馈电传输线分段7中,并且经由共同馈电传输线分段6朝向控制单元4。

[0032] 天线元件传输线分段10也被设计用于影响射频信号的相位,并且因此被用作相移设备11。然而,执行足够用于有用叠加所有天线元件2的射频信号的相移所需的天线元件传输线分段10的最小长度超过了晶胞3的延伸。传统的相控阵天线设备1包括具有螺旋或曲折路线的天线元件传输线分段10,其被布置在对应的晶胞3内。然而,沿着天线元件传输线分段10的路线的每个弯曲或拐角引起不希望的电磁辐射发射,这影响信号质量并且干扰沿着其它天线元件传输线分段或馈电传输线分段7的信号传输。

[0033] 为了避免沿着天线元件传输线分段10的路线的弯曲和拐角,天线元件传输线分段10将给定晶胞3的天线元件2与过渡结构9连接,该过渡结构9位于另一晶胞3中相移距离d处,相移距离d超过晶胞3在任何方向上的延伸。优选地,相移距离d足够大,以允许天线元件传输线分段10的基本直线路径,如图2至4中示意性图示的。天线元件传输线分段10的路线显著不同于螺旋或曲折路线,并且主要是直线路径,仅具有小的横向偏移,该偏移是桥接天线元件2与馈电传输线分段7处的过渡结构9的横向距离所必需的。天线元件传输线分段10的设计和路线可以被适配为在沿着天线元件传输线分段10的射频信号的信号传输期间引起最小可能的电磁辐射发射。

[0034] 此外,由于馈电传输线分段7的直线路径,将每个天线元件2与控制单元4连接的传输线的空间需求显著小于传统的共同馈电网络的空间需求。此外,馈电传输线分段7的直线路径还减少了在信号沿着馈电传输线分段7传输期间不希望的电磁辐射发射。

[0035] 图2中示意性图示的设计包括沿着一行8晶胞3延伸的馈电传输线分段7。馈电传输线分段7包括过渡结构9和天线元件传输线分段10,每个起始于馈电传输线分段7的相同侧,并且每个延伸到相同行8晶胞3内的下下一个晶胞3内的天线元件2。

[0036] 图3中示意性图示的设计包括馈电传输线分段7,该馈电传输线分段7在馈电传输线分段7的相对侧连接到天线元件2。对于沿着馈电传输线分段7的路线布置的每个连续过渡结构9,对应的天线元件传输线分段10起始于馈电传输线分段7的相对侧,并且基本上平行于馈电传输线分段7延伸,直到下下一个晶胞3和位于该晶胞3内的天线元件2。由于天线元件传输线分段10的交替位置和路线,相应天线元件传输线分段10的路线可以甚至比图2中所示出的天线元件传输线分段10的对应路线弯曲得更小。

[0037] 图4示意性地图示了具有若干行8的晶胞3的矩阵形布置的示例性设计,由此相邻的行8在相应的行8的方向上相对于彼此具有偏移。每个馈电传输线分段7连接到若干天线元件传输线分段10,这些天线元件传输线分段10交替地布置在馈电传输线分段7的相对侧。

[0038] 优选地,天线元件传输线分段10被设计和制造为具有两个差分对电极的差分对传输线,这两个差分对电极基本上平行延伸并且朝向彼此具有一定距离。馈电传输线分段7可以被设计和制造为具有线形微带电极的微带传输线,该线形微带电极在距平面形接地电极一定距离处延伸。然而,也可能将馈电传输线分段7设计和制造为差分对传输线,或者将天线元件传输线分段10设计和制造为微带传输线。

[0039] 图5示意性地图示了馈电传输线分段7的示例性设计,该馈电传输线分段7在馈电传输线分段7的相对侧连接到天线元件2。拓扑的这一方面类似于图3中所示出的实施例。然而,起始于馈电传输线分段7的第一侧的天线元件传输线分段10的方向不同于起始于馈电传输线分段7的与第一侧相对的第二侧的天线元件传输线分段10的方向。因此,例如,如图5中所示出的,起始于馈电传输线分段7的左侧的天线元件传输线分段10的方向是向上的,而如图5中所示出的,起始于馈电传输线分段7的右侧的天线元件传输线分段10的方向是向下的。

[0040] 图6示意性地图示了对应单元3中的天线元件2的矩阵形布置和连接的另一个示例性实施例。天线元件2的矩阵形布置的相邻行相对于彼此没有偏移。因此,天线元件2沿着直线位于行8和列中。

[0041] 类似于图5中所图示的实施例,起始于馈电传输线分段7的第一侧的天线元件传输线分段10的方向与起始于馈电传输线分段7的与第一侧相对的第二侧的天线元件传输线分段10的方向相反。与图5的实施例不同,所有天线元件传输线分段10具有相等的长度。这样的拓扑被认为是非常有利的,因为这种拓扑允许以顺序旋转操作天线元件2,即以相邻天线元件2的相对辐射极化。此外,由于天线元件传输线分段10的相同长度,沿着天线元件传输线分段10的相移设备11的设计和控制也可以是相同的。

[0042] 在图7中,示出了具有天线元件2的矩阵形布置的另一个实施例。天线元件2和对应的晶胞3的相邻行相对于彼此具有偏移。馈电传输线分段7的相对侧上的天线元件传输线分段10的布置以及连续天线元件传输线分段10的相对方向类似于图6中所示出的实施例。此外,图7示出了朝向每个天线元件传输线分段10延伸的偏置电压线19。每个偏置电压线19允许将个体偏置电压施加到对应的天线元件传输线分段10的电极,从而控制由对应的相移设备11施加到沿着天线元件传输线分段10传输的射频信号的相移。

[0043] 图8示意性地图示了过渡结构9的示例性实施例,该过渡结构9可以用于在两个微带传输线之间耦合射频信号。馈电传输线分段7的线形微带电极12沿着直线延伸。天线元件传输线分段10的线形微带电极14的末端分段13形成线形过渡电极,并且与馈电传输线分段7的线形微带电极14平行但在距馈电传输线分段7的线形微带电极14一定距离处延伸,由此线形微带电极14的平行末端分段13的长度被适配和预设,以在馈电传输线分段7的线形微带电极12和天线元件传输线分段10的线形微带电极14之间提供射频信号的强信号耦合。

[0044] 图9示意性地图示了过渡结构9的另一个示例性实施例,该过渡结构9允许在微带传输线和差分对传输线之间耦合射频信号。第一线形差分对电极16的末端分段15形成线形过渡电极,并且与馈电传输线分段7的线形微带电极12平行但在距馈电传输线分段7的线形微带电极12一定距离处(并且优选地在另一个衬底处)延伸。为了清楚的目的,第一线形差分对电极16利用虚线图示。在末端分段15之后,第一线形差分对电极16沿着U形延迟路线延伸,这导致相对于耦合到第二线形差分对电极18中的信号的 180° 相移。U形延迟路线17也可以被认为是过渡结构9的线形过渡电极的一部分。第二线形差分对电极18可以在有或没有电连接的情况下连接或耦合到馈电传输线分段7的线形微带电极12。图8图示了电连接,其被设计为馈电传输线分段7的线形微带电极12到天线元件传输线分段10的分支线形差分对电极18中的分支。

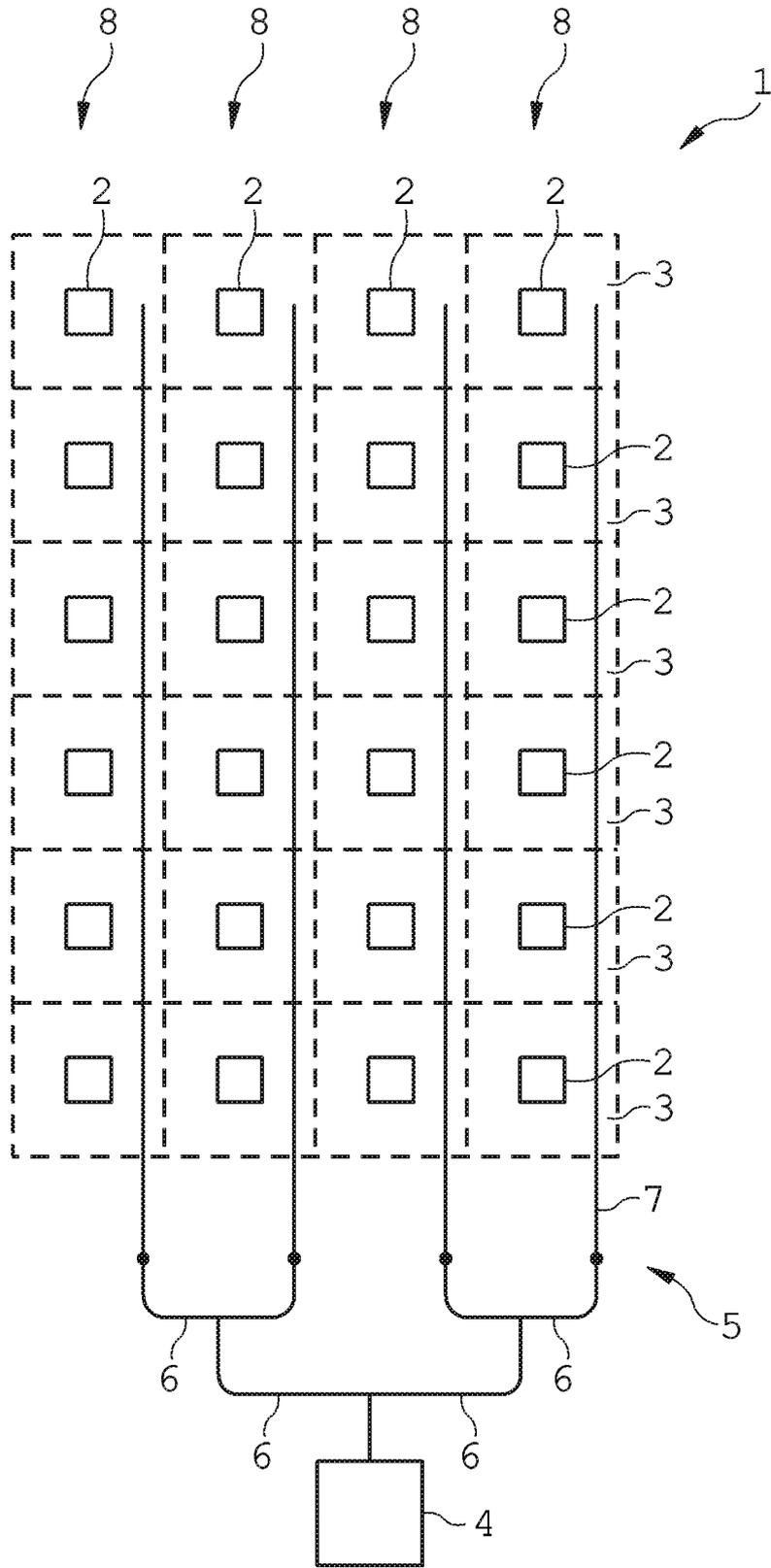


图 1

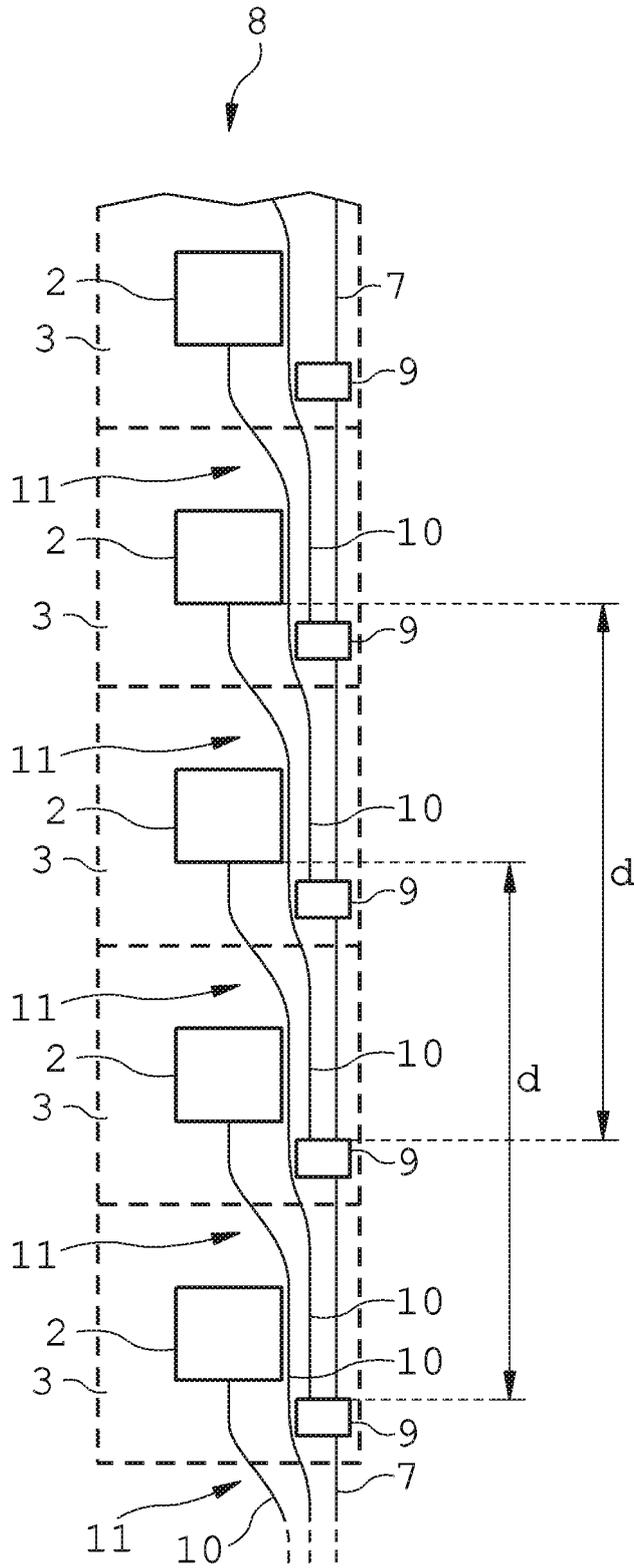


图 2

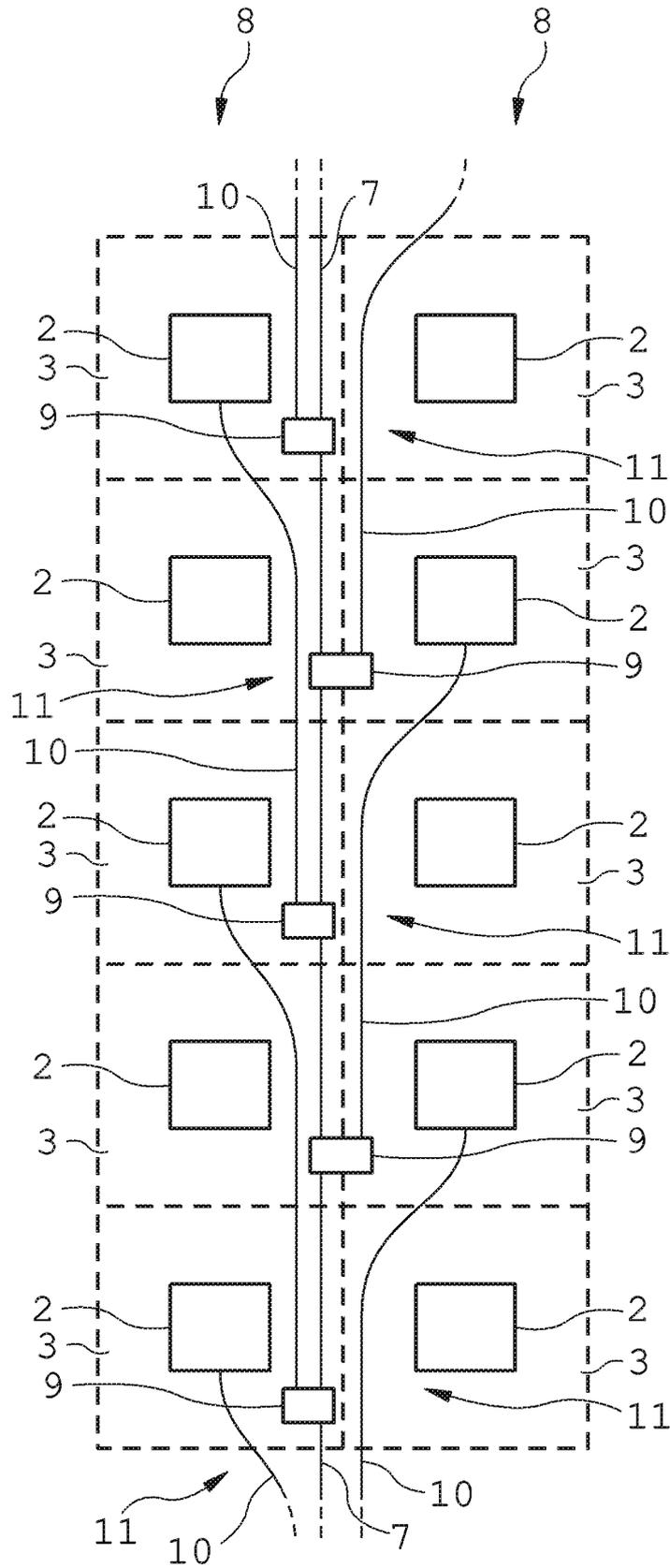


图 3

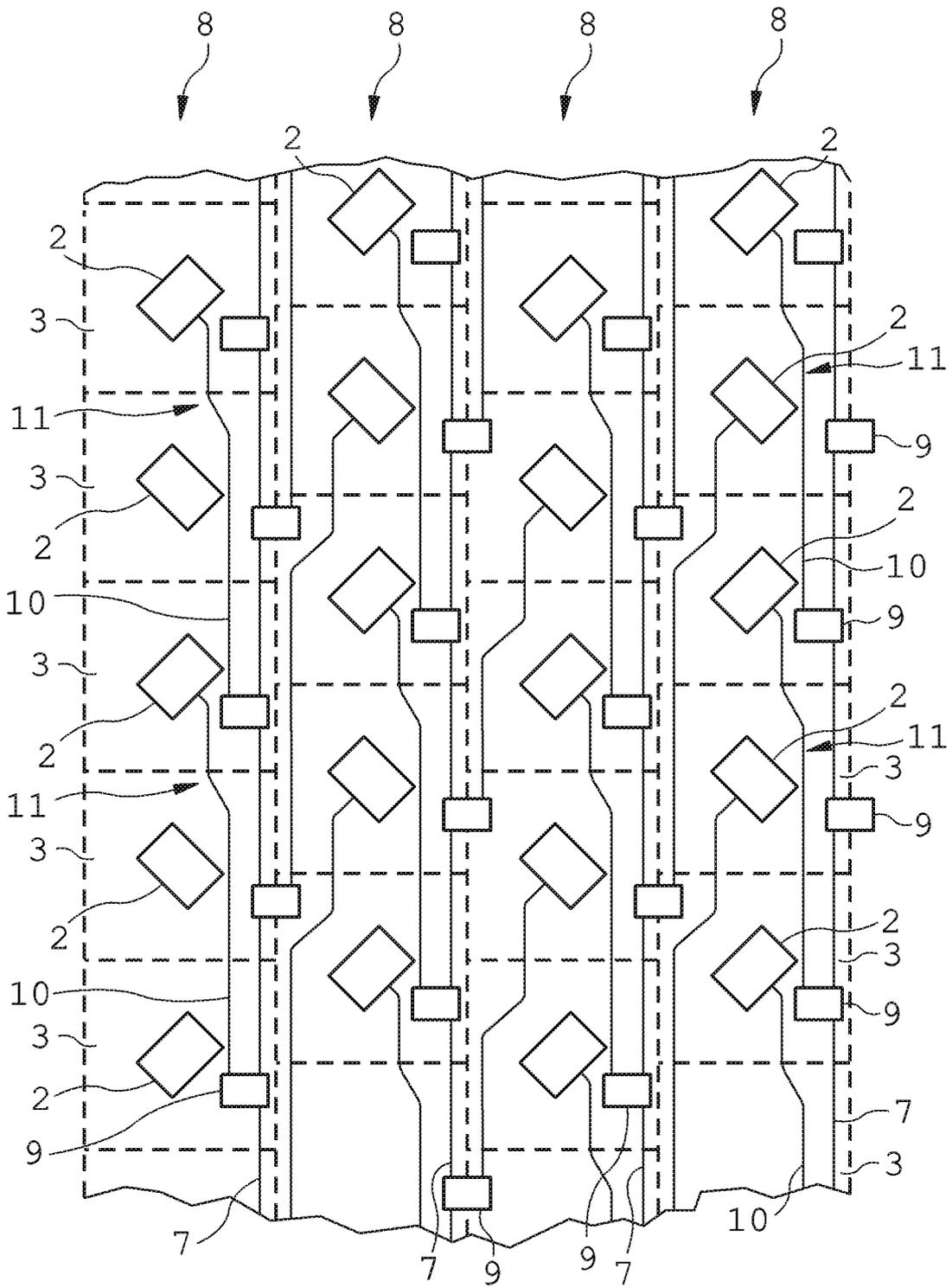


图 4

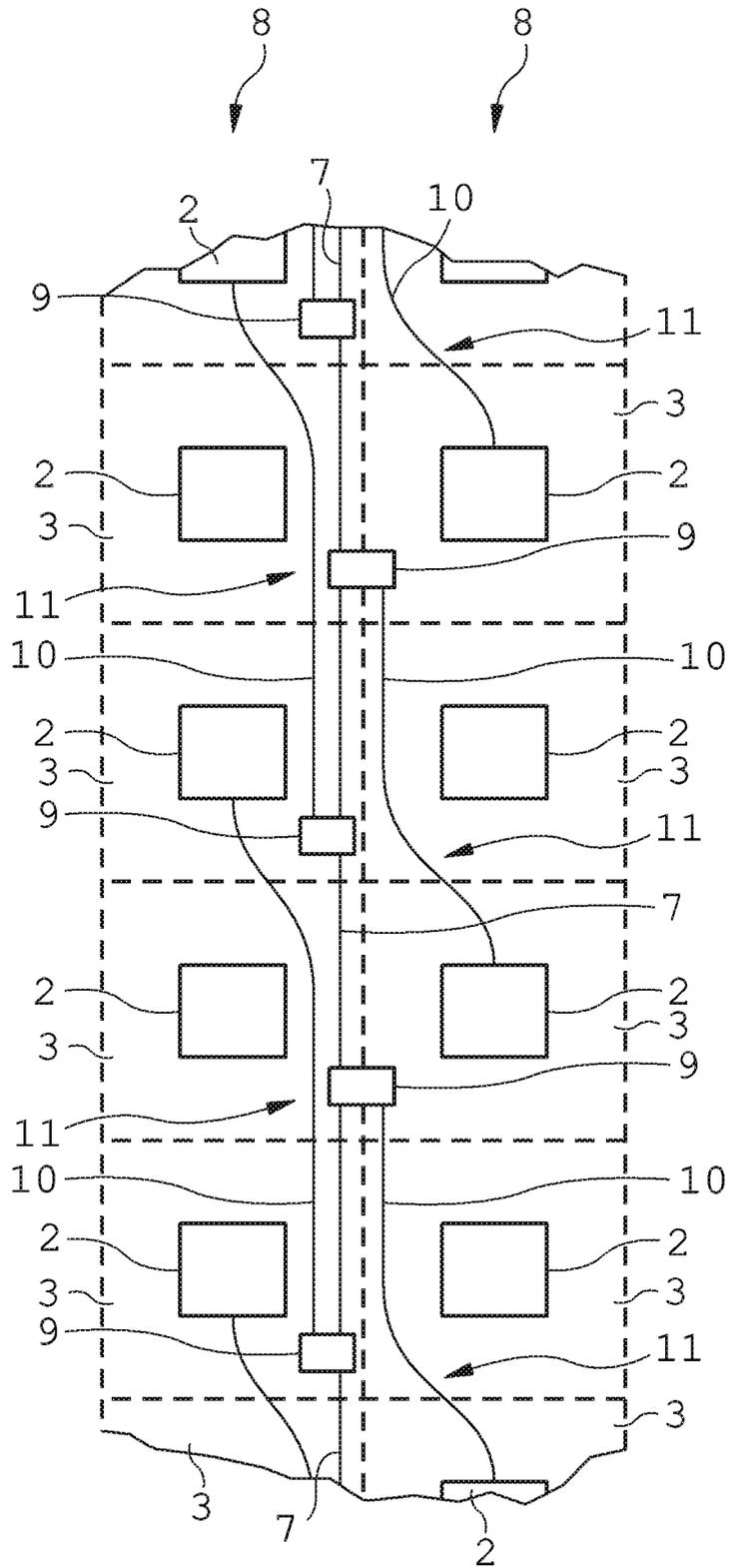


图 5

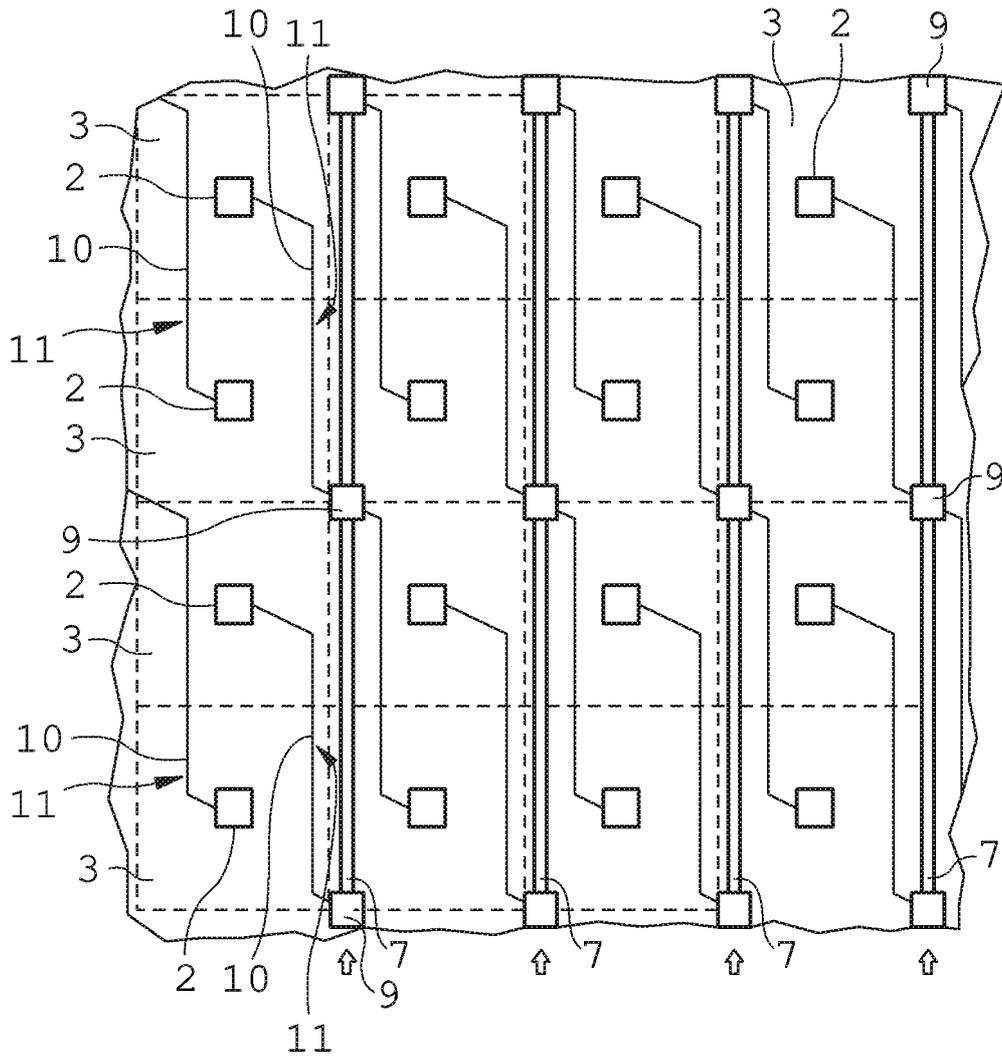


图 6

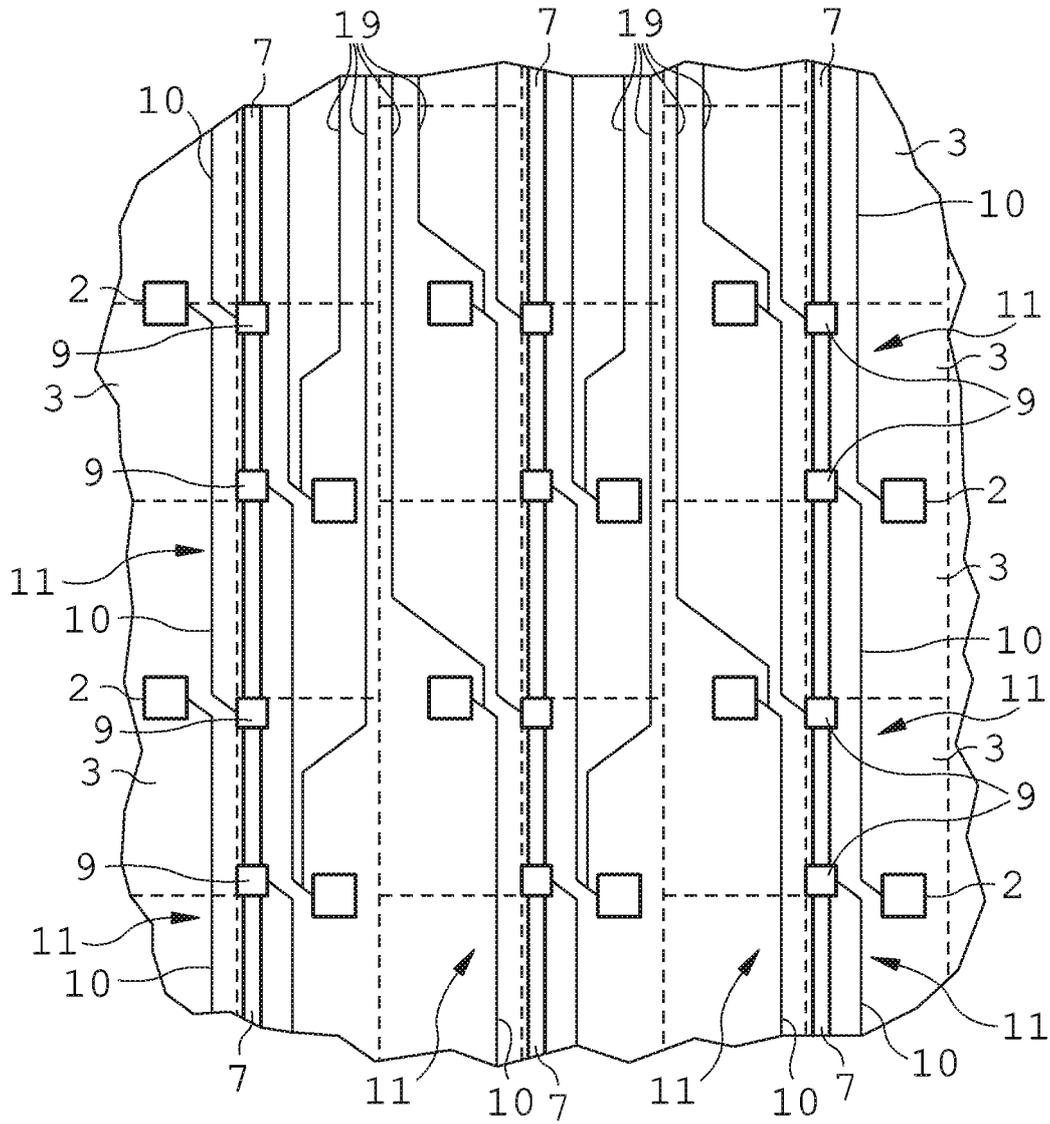


图 7

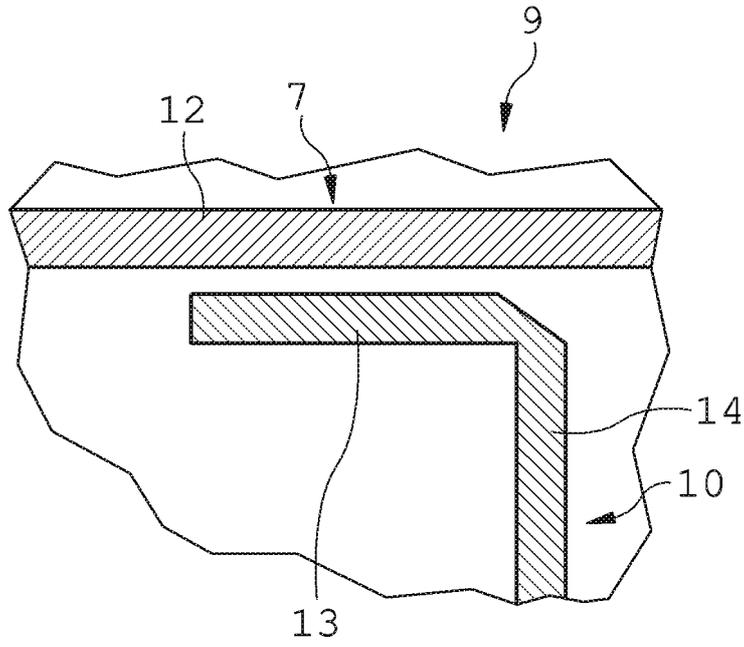


图 8

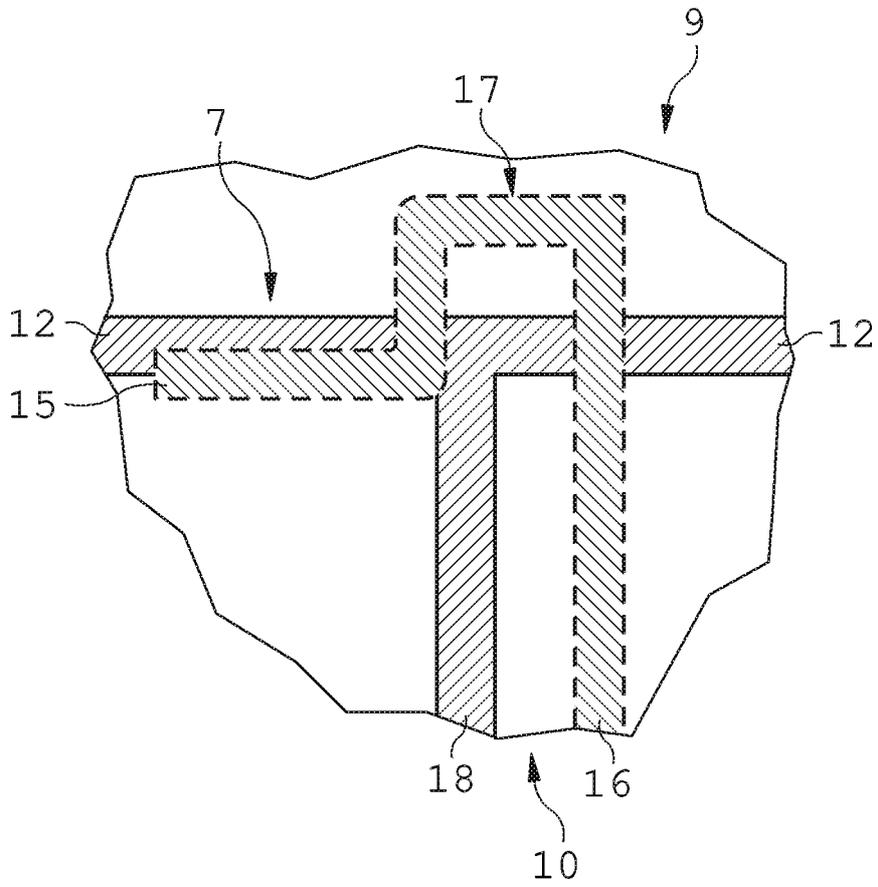


图 9