



1. 一种基本天线,其包括平面辐射设备(10),所述平面辐射设备(10)包括具有中心(C)的实质上为平面的辐射元件(11),包含所述辐射元件(11)的平面由穿过所述中心(C)的第一直线(D1)以及垂直于所述第一直线(D1)并穿过所述中心(C)的第二直线(D2)限定,所述辐射元件(11)包括多对激励点,所述多对激励点布置在位于距所述第一直线(D1)和所述第二直线(D2)一距离处的至少一个第一四元激励点中,所述第一四元激励点包括第一对激励点和第二对激励点,所述第一对激励点由关于所述第一直线(D1)实质上对称放置的激励点(1+、1-)组成,所述第二对激励点由关于所述第二直线(D2)实质上对称放置的激励点(2+、2-)组成,

所述基本天线包括多个处理电路,所述多个处理电路能够执行以下操作中的至少一个:

(i) 递送旨在用于激励所述激励点的差分激励信号,以及

(ii) 形成从所述激励点发出的信号;

每对激励点耦合到处理电路,使得所述处理电路能够执行以下操作中的至少一个:

差分地激励该对激励点,以及

处理从该对激励点发出的差分信号。

2. 根据权利要求1所述的基本天线,包括发送侧相移单元和/或接收侧相移单元,所述发送侧相移单元允许在施加到第一对激励点(1+、1-)的第一激励信号与施加到第二对激励点(2+、2-)的第二激励信号之间引入第一发送侧相移,所述接收侧相移单元允许在从所述第一对激励点(1+、1-)发出的第一接收信号与从所述第二对激励点(2+、2-)发出的第二接收信号之间引入第一接收侧相移。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的基本天线,其中,所述第一四元激励点中的激励点被放置为使得在所述第一四元激励点中的每对激励点中的点之间测量到的所述辐射设备的阻抗是相同的。

4. 根据权利要求1或2所述的基本天线,其中,所述第一对激励点中的激励点位于包含所述辐射元件的所述平面的第三直线(D3)的同一侧,所述第三直线(D3)穿过所述中心(C)并且是所述第一直线(D1)和所述第二直线(D2)的平分线。

5. 根据权利要求1或2所述的基本天线,其中,所述辐射元件具有实质上为矩形的形状,所述第一直线(D1)和所述第二直线(D2)平行于所述矩形的边。

6. 根据权利要求1或2所述的基本天线,其中,所述辐射元件(11)包括位于距所述第一直线(D1)和所述第二直线(D2)一距离处的第二四元激励点,所述第二四元激励点包括:

- 第三对激励点,所述第三对激励点由关于所述第一直线(D1)实质上对称放置的激励点(3+、3-)组成,第三对激励点(3+、3-)中的点相对于所述第一对激励点(1+、1-)被放置在所述第二直线(D2)的另一侧,

- 第四对激励点,所述第四对激励点由关于所述第二直线(D2)实质上对称放置的激励点(4+、4-)组成,第四对激励点(4+、4-)中的点相对于所述第二对激励点(2+、2-)被放置在所述第一直线(D1)的另一侧。

7. 根据权利要求6所述的基本天线,其中,所述第二四元激励点中的激励点被放置为使得在所述第二四元激励点中的每对激励点中的点之间测量到的所述辐射设备的阻抗是相同的。

8. 根据权利要求6所述的基本天线,其中,所述第三对激励点关于所述第二直线与所述第一对激励点对称,并且其中,所述第四对激励点关于所述第一直线与所述第二对激励点对称。

9. 根据权利要求6所述的基本天线,包括发送侧相移单元和/或接收侧相移单元,所述发送侧相移单元允许在施加到所述第一对激励点(1+、1-)的第一激励信号与施加到所述第二对激励点(2+、2-)的第二激励信号之间引入第一发送侧相移,以及允许在施加到所述第三对激励点(3+、3-)的第三激励信号与施加到所述第四对激励点(4+、4-)的第四激励信号之间引入第二发送侧相移,所述第二发送侧相移能够与所述第一发送侧相移是不同的,所述接收侧相移单元允许在从所述第一对激励点(1+、1-)发出的第一接收信号与从所述第二对激励点(2+、2-)发出的第二接收信号之间引入第一接收侧相移,以及允许在施加到所述第三对激励点(3+、3-)的第三接收信号与施加到所述第四对激励点(4+、4-)的第四接收信号之间引入第二接收侧相移,所述第二接收侧相移能够与所述第一接收侧相移是不同的。

10. 根据权利要求6所述的基本天线,其中,每对激励点耦合到一个发送通道,所述发送通道被配置为差分地激励该对激励点,耦合到所述第一四元激励点的发送通道能够借助于频率与耦合到所述第二四元激励点的发送通道能够激励所述第二四元激励点的频率不同的信号来激励所述第一四元激励点。

11. 根据从属于权利要求6的前述权利要求所述的天线,包括发送侧指向相移单元和/或包括接收侧指向相移单元,所述发送侧指向相移单元允许在施加到相应的基本天线的第一四元激励点的所述激励信号之间引入第一发送侧全局相移,以及允许在施加到所述相应的基本天线的第二四元激励点的所述激励信号之间引入第二发送侧全局相移,所述第一发送侧全局相移和所述第二发送侧全局相移能够是不同的,所述接收侧指向相移单元允许在施加到所述相应的基本天线的第一四元激励点的所述激励信号之间引入第一接收侧全局相移,以及允许在施加到所述相应的基本天线的第二四元激励点的所述激励信号之间引入第二接收侧全局相移,所述第一接收侧全局相移和所述第二接收侧全局相移能够是不同的。

12. 一种天线,其包括根据前述权利要求1、2或6中任一项所述的多个基本天线,其中,所述辐射元件形成辐射元件的阵列。

## 包括平面辐射设备的基本天线

### 技术领域

[0001] 本发明涉及阵列天线领域,并且特别涉及有源天线。有源天线特别适用于雷达、电子战争系统(例如,雷达检测器和雷达干扰器)以及通信系统或其他多功能系统。

### 背景技术

[0002] 所谓的阵列天线包括多个天线,多个天线可以是平面类型的(即,印刷电路板类型的天线),这种天线通常被称为贴片天线。平面天线技术允许通过在其背面上配备有金属接地平面的电介质层上蚀刻金属图案来产生辐射元件,从而产生小厚度的定向天线。该技术导致非常紧凑的可电子扫描的定向天线,该定向天线的生产更简单,并因此比Vivaldi天线更便宜。

[0003] 有源天线常规地包括一组基本天线,每个基本天线包括耦合到发送/接收模块(或T/R电路)的一个基本为平面的辐射元件。在发送侧,发送/接收模块调整相位并且放大从集中式信号生成电子器件接收到的激励信号,并将该激励信号施加到辐射元件。在接收侧,发送/接收模块放大由辐射元件接收到的低电平接收信号,同时调整相位,并且将该信号发送到集中电路,该集中电路将该信号发送到集中式采集电路。

[0004] 特别是在雷达应用中,需要以高功率工作。

[0005] 然而,可获得的功率受到被实现以用于产生辐射元件的技术的属性的限制。特别地,常规地采用的单片微波集成电路(MMIC)技术以有限的最大功率为特征,期望能够超过该最大功率以用于前述应用。

[0006] 本发明的一个目的是减轻这个问题。

### 发明内容

[0007] 为此,本发明的一个主题是一种基本天线,该基本天线包括平面辐射设备,该平面辐射设备包括具有中心的基本为平面的辐射元件,包含辐射元件的平面由穿过中心的第一直线以及垂直于第一直线并穿过中心的第二直线限定,所述辐射元件包括多对激励点,多对激励点布置在位于距第一直线和第二直线一距离处的至少一个第一四元激励点中,该第一四元激励点包括第一对和第二对,第一对由关于所述第一直线基本对称放置的激励点组成,第二对由关于所述第二直线基本对称放置的激励点组成,基本天线包括多个处理电路,多个处理电路能够递送旨在对激励点进行激励的差分激励信号和/或能够形成从激励点发出的信号,每对激励点耦合到处理电路,使得处理电路能够差分地激励该对激励点和/或处理从该对点发出的差分信号。

[0008] 根据特定实施例,根据本发明的基本天线单独地或以任何技术上可能的组合包括以下特征中的一个或多个:

[0009] -基本天线包括发送侧相移单元和/或接收侧相移单元,该发送侧相移单元允许在施加到第一对激励点的第一激励信号与施加到第二对激励点的第二激励信号之间引入第一发送侧相移该接收侧相移单元允许在从第一对激励点发出的第一接收信号与从第二对

激励点发出的第二接收信号之间引入第一接收侧相移，

[0010] -第一四元激励点中的激励点被放置为使得在第一四元点中的每对激励点中的点之间测量到的辐射设备的阻抗是相同的，

[0011] -第一对点中的激励点位于包含辐射元件的平面的第三直线的同一侧，该第三直线穿过中心并且是第一直线和第二直线的平分线，

[0012] -辐射元件具有基本为矩形的形状，第一直线和第二直线平行于矩形的边，

[0013] -辐射元件包括位于距第一直线和第二直线一距离处的第二四元激励点，该第二四元激励点包括：

[0014] -第三对，该第三对由关于所述第一直线基本对称放置的激励点组成，第三对点中的点相对于第一对激励点被放置在第二直线的另一侧，

[0015] -第四对，该第四对由关于所述第二直线基本对称放置的激励点组成，第四对点中的点相对于第二对激励点被放置在第一直线的另一侧。

[0016] -第二四元激励点中的激励点被放置为使得在第二四元点中的每对激励点中的点之间测量到的辐射设备的阻抗是相同的，

[0017] -第三对关于第二直线与第一对对称，并且其中第四对关于第一直线与第二对对称，

[0018] -基本天线包括发送侧相移单元和/或接收侧相移单元，该发送侧相移单元允许在施加到第一对激励点的第一激励信号与施加到第二对激励点的第二激励信号之间引入第一发送侧相移，以及允许在施加到第三对激励点的第三激励信号与施加到第四对激励点的第四激励信号之间引入第二发送侧相移，该第二发送侧相移能够与第一发送侧相移是不同的，该接收侧相移单元允许在从第一对激励点发出的第一接收信号与从第二对激励点发出的第二接收信号之间引入第一接收侧相移，以及允许在施加到第三对激励点的第三接收信号与施加到第四对激励点的第四接收信号之间引入第二接收侧相移，该第二接收侧相移能够与第一接收侧相移是不同的，

[0019] -每对激励点耦合到一个发送通道，该发送通道被配置为差分地激励该对激励点，耦合到第一四元点的发送通道能够借助于频率与耦合到第二四元点的发送通道能够激励第二四元点的频率不同的信号来激励第一四元点。

[0020] 本发明还涉及一种天线，该天线包括根据本发明的多个基本天线，其中辐射元件形成辐射元件的阵列。

[0021] 有利地，天线包括发送侧指向相移单元和/或包括接收侧指向相移单元，该发送侧指向相移单元允许在施加到相应的基本天线的第一四元点的激励信号之间引入第一发送侧全局相移，以及允许在施加到相应的基本天线的第二四元点的激励信号之间引入第二发送侧全局相移，第一发送侧全局相移和第二发送侧全局相移能够是不同的，该接收侧指向相移单元允许在施加到相应的基本天线的第一四元点的激励信号之间引入第一接收侧全局相移，以及允许在施加到相应的基本天线的第二四元点的激励信号之间引入第二接收侧全局相移，第一接收侧全局相移和第二接收侧全局相移能够是不同的。

## 附图说明

[0022] 通过阅读以下详细描述，本发明的其他特征和优点将变得显而易见，该详细描述

通过非限制性示例的方式并参考附图给出,其中:

- [0023] -图1示意性地示出了根据本发明的第一实施例的基本天线,
- [0024] -图2示出了基本天线的侧视图,
- [0025] -图3示出了能够借助于图1的系统获得的核对各种极化的表格,
- [0026] -图4示意性地示出了根据本发明的第二实施例的基本天线,
- [0027] -图5示意性地示出了根据本发明的第三实施例的基本天线,
- [0028] -图6示意性地示出了能够借助于图5的系统获得的极化。
- [0029] 在所有附图中,相同的元件已经由相同的附图标记引用。

### 具体实施方式

[0030] 在图1中,已经示出了根据本发明的第一实施例的基本天线1。

[0031] 基本天线包括平面辐射设备10,如图1中所示,该平面辐射设备10包括基本为平面的辐射元件11,该辐射元件11基本上位于纸张的平面中并且包括中心C。该平面辐射设备是更多称为贴片天线的类型的平面天线。

[0032] 本发明还涉及一种包括根据本发明的多个基本天线的天线。该天线可以是阵列天线。基本天线的辐射元件11或平面辐射设备10形成辐射元件的阵列。该天线有利地是有源天线。

[0033] 平面辐射设备10形成例如图2中所示的堆叠。该堆叠包括基本为平面的辐射元件11,该辐射元件11放置在形成接地平面12的层的上方,在辐射元件11与接地平面12之间留有间隔。例如,该间隔包括例如由电介质材料制成的电绝缘层13。优选地,辐射元件11是由导电材料制成的薄片。作为变型,辐射元件11包括多个堆叠的金属薄片。辐射元件11常规地具有方形形状。作为变型,辐射元件具有另一种形状,例如,圆盘形状或者另一种形式的平行四边形的形状(例如,矩形或菱形)。无论辐射元件11的几何形状如何,定义中心C都是可能的。

[0034] 天线包括馈线51a、51b、52a、52b、53a、53b、54a和54b,这些馈线在激励点1+、1-、2+、2-、3+、3-、4+和4-处耦合到辐射元件11,这些激励点包括在辐射元件11内。这种耦合允许辐射元件11被激励。

[0035] 例如,经由基于槽的电磁耦合实现耦合。然后,平面辐射设备10包括馈送平面16(图2中所示),该馈送平面16用作馈线51a、51b、52a、52b、53a、53b、54a和54b的端部的载具(vehicle)。该平面16有利地通过一层绝缘材料17(例如,电介质)与接地平面12分离。平面辐射设备10还包括多个槽。每个槽在形成接地平面的层中产生。每条线51a、51b、52a、52b、53a、53b、54a和54b的一端被放置为使得与来自下面的对应的槽重叠,辐射元件11位于形成接地平面12的层的上方。然后将激励点1+、1-、2+、2-、3+、3-、4+或4-定位为与槽和对应的端部垂直。在图1中,槽的投影由虚线示出,并且每个槽都具有矩形形状。为清楚起见,这些投影未在其他图中示出。针对一对激励点设置每个槽。作为变型,该设备包括针对每个激励点的一个槽。槽不一定是矩形的,可以设想其他形状。

[0036] 作为变型,通过将线的端部电连接到辐射元件的激励点来实现耦合。例如,在馈线的端部,激励电流通过绝缘材料流入辐射元件中,例如,借助于允许线的端部连接到位于与要被激励的点垂直的辐射元件背面的引脚的金属化过孔。通过利用连接到辐射元件边缘的

印刷微带线或微带直接击入平面辐射元件或贴片,可以在与该平面辐射元件或贴片相同的平面中实现耦合。然后激励点位于馈线的端部。还可以通过使用位于贴片与形成接地平面的层之间的印刷微带线的邻近耦合来实现激励。

[0037] 对于各种激励点,可以以相同或不同的方式实现耦合。

[0038] 根据本发明,为了优化功率,激励点被复制。在图1的示例中,辐射元件11因此包括四对激励点 $1+$ 、 $1-$ ;  $2+$ 、 $2-$ ;  $3+$ 和 $3-$ 以及 $4+$ 、 $4-$ 。

[0039] 辐射元件11的平面由两个正交方向限定。这两个方向是第一直线D1和第二直线D2。这些正交方向中的每一个都穿过中心C。

[0040] 根据本发明,辐射元件11包括第一四元激励点,该第一四元激励点都位于距直线D1和直线D2一定距离处,即,第一四元激励点都远离直线D1和D2,所述第一四元点包括:

[0041] - 第一对激励点 $1+$ 、 $1-$ ,该对由激励点 $1+$ 和激励点 $1-$ 组成,这些点关于第一直线D1基本对称地布置,

[0042] - 第二对激励点 $2+$ 、 $2-$ ,该对由激励点 $2+$ 和激励点 $2-$ 组成,这些点关于第一直线D2基本上彼此对称地布置。

[0043] 辐射元件11包括第二四元激励点,该第二四元激励点都位于距直线D1和直线D2一定距离处,第二四元点包括:

[0044] - 第三对激励点 $3+$ 、 $3-$ ,该对由激励点 $3+$ 和激励点 $3-$ 组成,这些点关于第一直线D1基本对称地布置,第三对点中的激励点 $3+$ 和 $3-$ 相对于第一对激励点 $1+$ 、 $1-$ 被放置在第二直线D2的另一侧,

[0045] - 第四对激励点 $4+$ 、 $4-$ ,其包括激励点 $4+$ 和激励点 $4-$ ,这些点关于第一直线D2基本对称地布置,第四对点中的激励点 $4+$ 和 $4-$ 相对于第二对激励点 $2+$ 、 $2-$ 被放置在第一直线D1的另一侧。

[0046] 换言之,每对的点占据关于D1或D2彼此基本对称的位置。换言之,每对的点在轴D1或D2的反射对称中彼此基本对称。

[0047] 两个四元点中的每一个四元点中的激励点是不同的。换言之,两个四元点不具有共同的激励点。各对不具有共同的激励点。

[0048] 每对激励点中的激励点被放置为使得能够被差分地激励,即,借助于两个相反的信号。为此,给定的一对激励点中的点被放置为使得具有相对于地测量到的相同的阻抗。

[0049] 因此,在附图的非限制性示例中,直线D1和直线D2平行于由辐射元件11的平面形成的正方形的相应的边,每对的点分离的距离是相同的。

[0050] 基本天线1还包括发送/接收模块20,具体地如图1中所示。图1的发送/接收模块20包括四个电子发送/接收电路21至24。

[0051] 在一方面,电路21至24被放置在微波信号生成电路和/或处理和采集电路(这些电路是集中式的)之间,在另一方面,电路21至24被放置在馈线之间。

[0052] 每对激励点 $1+$ 、 $1-$ ;  $2+$ 、 $2-$ ;  $3+$ 、 $3-$ 和 $4+$ 、 $4-$ 分别借助于分别包括两条馈线51a、51b; 52a、52b; 53a、53b或54a、54b的传输线耦合到其激励电路21、22、23或24,每条馈线的一端耦合到构成该对的激励点 $1+$ 或 $1-$ ;  $2+$ 或 $2-$ ;  $3+$ 或 $3-$ 和 $4+$ 或 $4-$ 中的一个。每条传输线允许差分信号从相关联的电路传送/向相关联的电路传送。

[0053] 每个电路21、22、23或24耦合到一对激励点,以便能够将差分激励信号施加到激励

点对中的一个,并且能够获得经由线从该对激励点发出的差分接收信号。有利地,每个电路被配置为将差分激励信号施加到相应的激励点对。

[0054] 在附图的非限制性示例中,四个发送/接收电路21至24是相同的。

[0055] 发送/接收电路21至24有利地以MMIC技术制造。优选地,使用SiGe(硅-锗)技术,但是同样可以使用GaAs(砷化镓)或GaN(氮化镓)技术。有利地但非限制性地,如图1中所示,给定的基本天线的发送/接收电路在同一基板上产生以便形成单个电路20。该变型具有小的体积,从而促进电路20在平面辐射设备10的后面的集成。

[0056] 在图1的示例中,每个发送/接收电路21、22、23和24分别包括一个发送通道110以及一个接收通道120,该发送通道110耦合到一对激励点并且旨在递送旨在用于激励该对激励点的激励信号,该接收通道120能够形成从该对激励点发出的接收信号。这些链中的每一个分别借助于馈线对51a、51b;52a、52b;53a、53b和54a、54b中的一个并且分别经由开关121a、121b、121c和121d耦合到一对点。馈线由导体(即,轨道)形成。

[0057] 轨道是例如频率调谐的轨道。

[0058] 每个电路可以是发送电路和/或接收电路。每个电路可以包括一个发送通道和/或一个接收通道。

[0059] 每个通道被设计为当其被加载明确定义的最佳阻抗时(当加载发送通道的输出时或当加载接收通道的输入时)具有最佳性能;当每个通道加载有与其最佳值不同的阻抗时,每个通道将具有降低的性能。有利地,这些点被定位并耦合到辐射设备,使得对于每个电路21至24,发送通道110和/或接收通道120加载有其最佳阻抗。

[0060] 通道的最佳输入阻抗或输出阻抗基本上分别是该通道的输入放大器的最佳输入阻抗或该通道的输出放大器的最佳输出阻抗。

[0061] 有利地,电路21、22、23或24被加载的阻抗是由以下各项形成的链的阻抗:将辐射设备连接到电路21、22、23或24的每条馈线,以及这些线之间的辐射设备。因此,所提出的解决方案允许在发送模式中优化消耗和/或在接收模式中改进噪声因数。因此,可以避免必须相对于阻抗匹配在性能方面做出可以被证明是昂贵的妥协,或者可以避免必须为阻抗转换器提供通道中的至少一个通道。

[0062] 有利地但非必要地,这些点被定位并耦合到辐射设备,使得被称为差分阻抗的辐射设备10的阻抗(即,在一对激励点中的两个点之间测量到的阻抗)基本上是在辐射设备一侧的发送/接收电路21、22、23或24的阻抗的共轭(即,基本上是耦合到该对点的发送/接收电路21、22、23或24的发送通道的输出阻抗和/或接收通道的输入阻抗的共轭)。下面将描述发送通道和接收通道。

[0063] 发送通道的输出阻抗基本上是该通道的输出放大器的输出阻抗。接收通道的输出阻抗基本上是该通道的输入放大器的输入阻抗。

[0064] 因此调整阻抗的能力避免了使用组件通过阻抗转换来匹配发送/接收电路21至24的阻抗和辐射设备10的阻抗的需要。这种组件的节省有助于改进发送设备和/或接收设备的功率效率,从发送通道和/或接收通道输出的所有功率都被施加到辐射单元。此外,使得辐射设备的阻抗与激励电路的阻抗相匹配允许限制电流并生成最大功率。作为变型,在辐射设备10与发送/接收电路20之间设置阻抗转换设备,以便使得辐射设备在该对点的两个点之间的阻抗与发送通道的输出阻抗和/或接收通道的输出阻抗相匹配。调整点的阻抗的

能力同样允许促进阻抗匹配。

[0065] 有利地,相应的对 $1+$ 和 $1-$ 或 $2+$ 和 $2-$ 或 $3+$ 和 $3-$ 或 $4+$ 和 $4-$ 的激励点被放置为使得在耦合到发送/接收电路的激励点对中的激励点之间的、辐射设备10呈现给发送/接收电路21至24的阻抗对于所有激励点对都是相同的。

[0066] 该阻抗例如非限制性地是50欧姆。该阻抗可以不同于50欧姆,这可以取决于技术和发送/接收电路中采用的放大器的类别。

[0067] 两个四元点中的点具有相同的阻抗。为此,在附图的示例中,每组中的第一对和第三对关于直线D2彼此对称,并且每组中的第二对和第四对关于直线D1彼此对称。因此,每对点中的激励点有利地位于距中心C基本相同的距离D处,并且多对点中的点全部分离相同的距离。作为变型,辐射设备在相应的点对之间的阻抗不是全部相同的。例如,在一个变型中,这些点被放置为使得由辐射设备在点对 $1+$ 、 $1-$ 和 $2+$ 、 $2-$ 之间形成的阻抗是相同的,并且使得由辐射设备在激励点对 $3+$ 、 $3-$ 和 $4+$ 、 $4-$ 之间形成的阻抗是相同的但与在点 $1+$ 、 $1-$ 和 $2+$ 、 $2-$ 之间形成的那些阻抗不同。为此,点 $1+$ 、 $1-$ ;  $2+$ 、 $2-$ 位于例如距中心相同的距离处,该距离不同于点 $3+$ 、 $3-$ 和 $4+$ 、 $4-$ 与中心C分离的另一距离。

[0068] 在图1的实施例中(发送侧),由电子器件施加以用于生成去往电路20的输入端的微波信号的激励信号SE被分成四个基本激励信号,这四个基本激励信号被施加到相应的发送/接收电路21至24的发送通道110的输入端。除了相对的相位和可选的其高度之外,四个基本激励信号是相同的。模块20包括分配器122,该分配器122允许公共激励信号SE被分成两个激励信号,这两个激励信号可以是不对称的或对称的(即,差分的或均衡的),这些信号分别被注入到相应的发送移相器25、26的输入端。每个移相器25、26递送不对称信号或差分信号。从第一发送移相器25输出的信号被注入第一电路21的发送通道110的输入端并且注入第三电路23的发送通道110的输入端。从第二发送移相器26输出的信号被注入第二电路22的发送通道110的输入端并且注入第四电路24的发送通道110的输入端。

[0069] 发送通道包括至少一个放大器114,从而允许激励信号SE被放大。在雷达和电子战争应用中,发送通道例如包括高功率放大器114。

[0070] 每个发送通道110递送差分信号。这些信号被施加到相应线的对 $51a$ 和 $51b$ 、 $52a$ 和 $52b$ 、 $53a$ 和 $53b$ 、 $54a$ 和 $54b$ ,以便激励相应的激励点的对。这允许实现对相应的激励点的对的差分激励。然后借助于相反的信号激励给定的对中的点。

[0071] 相应的发送通道110有利地耦合到相应的激励点,使得由第一电路21和第三电路23激励的元波在相同方向上被极化,并且使得由第二电路22和第四电路24激励的元波在相同方向上被极化。换言之,施加到第一对激励点和第三对激励点 $1+$ 、 $1-$ 、 $3+$ 、 $3-$ 的激励信号的电场具有相同的方向。因此,这两对点允许从两个不对称的激励点递送相同的信号。需要由放大器114递送的功率因此被除以2,然后需要由该放大器递送的电流除以2的平方根。因此,与单个放大器递送所有功率相比,欧姆损耗较低,并且更容易产生较低功率的两个放大器114。同样地,施加到第二对激励点和第四对激励点 $2+$ 、 $2-$ 、 $4+$ 、 $4-$ 的激励信号的电场有利地具有相同的方向。

[0072] 发送/接收模块20包括发送侧相移单元25、26,该发送侧相移单元25、26包括至少一个移相器,从而允许在施加到第一对 $1+$ 、 $1-$ 的信号与施加到第二对 $2+$ 、 $2-$ 的信号之间引入第一相移(称为第一发送侧相移),以及允许在施加到对 $3+$ 、 $3-$ 的信号与施加到对 $4+$ 、 $4-$ 的信

号之间引入相同的第一发送侧相移。作为输入而被注入第一电路21和电路23的发送通道110的基本激励信号是同相的。作为输入而被注入第二电路22和第四电路24的发送通道110的基本激励信号是同相的。

[0073] 有利地,第一发送侧相移是可调整的。阵列天线有利地包括调整设备35,从而允许调整第一发送侧相移以便引入预设的第一发送侧相移。

[0074] 每对激励点生成元波。利用第一发送侧相移,由对1+、1-和3+、3-发送的元波相对于由对2+、2-和4+、4-发送的元波是经相移的。通过对元波进行空中的重新组合获得总波,通过改变第一发送侧相移可以使总波的极化发生改变。在被注入耦合到相应耦合点的线中的发送信号之间的相对相位的示例在图3的表格中给出,所获得的极化也在该表格中给出。垂直极化是沿着图1中所示的z轴的极化。以相隔 $180^\circ$ 的反相激励的两个点具有相反的瞬时激励电压。通过示例的方式,图3的表格的第一行示出了其中耦合到点1+、2+、3+、4+的线被提升到相同电压并且耦合到点1-、2-、3-、4-的线被提升到相同电压的情况,该电压与前述电压相反。然后,差分电压关于直线D3对称。因此,极化沿着这条垂直定向的直线被定向。在 $+45^\circ$ 处的线性极化是通过利用同相差分激励信号仅激励对1+、1-和对3+、3-而不激励对2+、2-和4+、4-而获得的。这例如通过调整电路22和电路24的功率放大器114的增益以使得电路22和电路24递送零功率来实现。为此,放大器具有可变增益和用于调整增益的单元。在第五行的示例中,点之间的相移随时间的推移保持相同。随时间的推移改变相位会产生正确的圆极化。

[0075] 在接收侧,由相应的激励点的对1+和1-、2+和2-、3+和3-、4+和4-接收到的接收信号分别作为输入施加到相应的激励电路21、22、23、24的发送通道120。电路中的每一个的接收通道120包括保护单元(例如,限制器117),以及至少一个放大器118(例如,在电子战争应用中的低噪声放大器)。接收通道120还包括组合器119,从而允许从连接到通道的两条线51a和51b或52a和52b或53a和53b或54a和54b发出的基本接收信号通过向信号中的一个施加 $180^\circ$ 的相移来进行组合。作为变型,接收通道将差分信号发送到移相器。

[0076] 从第一电路21的接收通道120以及从第三电路23的接收通道120输出的基本接收信号作为输入被注入第一接收移相器29,并且从第二电路22的接收通道120以及从第四电路24的接收通道120输出的信号作为输入被注入第二接收移相器30。这些移相器29、30允许在由第一电路21和第三电路23的接收通道120递送的接收信号与由第二电路22和第四电路24的接收通道递送的那些接收信号之间引入第一接收侧相移。这些接收移相器29、30各自非限制性地包括对作为输入注入移相器的信号进行求和的加法器。在将得到的接收信号SS发送到远程采集电子器件之前,借助于模块20的加法器220对从接收移相器29、30输出的接收信号求和。

[0077] 因此,发送/接收模块20包括接收侧相移单元29、30,从而允许在从对1+、1-和2+、2-发出的接收信号之间以及在从对3+、3-和4+、4-发出的接收信号之间引入第一接收侧相移。在图1的非限制性实施例中,这些单元位于接收通道120的输出端。

[0078] 有利地,第一接收侧相移是可调整的。设备有利地包括调整设备(即,图1的非限制性实施例中的设备35),从而允许调整接收侧相移。

[0079] 有利地,第一接收侧相移和发送侧相移是相同的。这允许具有与所发送的元波相同的相位的元波被接收,并因此对具有与由基本天线发送的总波相同的极化的总接收波进

行测量。作为变型,这些相位可能是不同的。这些相位可以有利地是可独立调整的。这允许具有不同极化的信号被发送并接收。

[0080] 作为变型,移相器的数量是不同的和/或移相器被放置在除了发送通道的输入端或发送通道的输出端之外的其他地方。

[0081] 有利地,天线包括所谓的指向相移单元,从而允许在施加到天线的相应的基本天线的点的激励信号之间和/或在从天线的相应的基本天线的点发出的接收信号之间引入可调整的全局相移。

[0082] 在图1的非限制性示例中,这些单元包括控制设备36,该控制设备36生成旨在用于调整单元35和移相器的控制信号。控制设备36生成控制信号,该控制信号包括第一信号S1和全局信号Sg,该第一信号S1命令对第一发送侧相移和接收侧相移(在图1的情况下是相同的)的引入,该全局信号Sg命令对要施加到作为输入由每个移相器接收的信号的全局相移的引入。全局相移可以命令将相同的全局相移引入到相应的基本激励信号,以及将相同的全局相移引入到来自辐射元件的相应的基本接收信号。该全局相移经由对由阵列的基本天线发送的总波进行重新组合而允许对由天线发送的波的指向方向和由天线测量的波的指向方向进行选择。作为变型,控制设备36接收不同的控制信号,以便命令对发送侧相移和接收侧相移(第一相移和全局相移)的引入。因此,可以独立地控制所发送和测量的波的极化和指向方向。对阵列天线的电子扫描基于施加到阵列的组成基本天线的相移,该扫描由相位关系确定。

[0083] 基本天线有利地包括切换单元,从而允许将从电路21至24输出的信号朝向设备10进行指引,并且允许将接收信号输入到电路中的每一个的接收通道中。

[0084] 在图1的非限制性实施例中,这些切换单元包括开关121a、121b、121c、121d,这些开关被控制以便通过将电路21、22、23、24的发送通道110连接到线51a、51b;52a、52b;53a、53b;54a、54b,而将所述电路21、22、23和24切换到发送操作模式;或者通过将电路的接收通道120分别连接到线51a、51b;52a、52b;53a、53b;54a、54b,而将所述电路21、22、23和24切换到接收器操作模式。

[0085] 作为变型,每个激励电路包括电子循环器,该电子循环器连接到激励点的对应的对并连接到电路的发送通道和接收通道。然后,发送侧电路和接收侧电路同时操作。

[0086] 根据本发明的设备具有许多优点。

[0087] 每个电路21至24能够在发送侧施加差分信号并在接收侧获取差分信号(即,均衡信号)。由于该电路已经利用差分信号进行工作,因此不需要插入诸如balun(均衡-不均衡变换器)之类的组件以从差分信号传递到非对称信号。现在,这种中间组件降低了功率效率。因此改进了设备的功率效率。

[0088] 为了在高功率下工作,本发明使用耦合到四个成对的正交极化端口的发送/接收电路,每个电路以与用于制造该电路的技术的最大可接受功率兼容的标称功率操作。

[0089] 因此,由辐射单元发送或接收的电磁波的功率可以高于耦合到这对激励点的电路的标称操作功率。辐射元件的差分激励的激励点的中每一对生成一个元波。天线在发送和接收时以双重差分模式工作。由激励点的对发送的元波的功率是发送电路的标称发送侧功率的两倍。

[0090] 当标称功率接近被采用以产生激励电路的技术所允许的最大功率时,这是特别有

利的。虽然在每个激励电路中功率仍然低于最大功率,但是基本天线允许以更高的功率发送波。

[0091] 辐射设备技术的选择设置要施加到激励点的电压。电压越高,相等功率和阻抗下的电流越低,并且欧姆损耗越低。对于相同的阻抗,将输出功率除以2,将电流除以2的平方根。由于所提出的解决方案直接在贴片或辐射元件11中对功率求和,因此极大地降低了欧姆损耗。

[0092] 如上面所指定的,在激励点中直接对能量求和。因此,提供具有强四倍多的放大器的电路以发送四倍多的功率不是必要的。在辐射单元外部(例如,借助于环或Wilkinson加法器)对从有限功率的放大器输出的信号求和也不是必要的。本发明允许限制所使用的线的数量和导体中的欧姆损耗,因此限制被生成以补偿这些损耗的功率。在MMIC中对能量求和来限制损耗也不是必要的。如果在MMIC中执行求和,则必须在关键位置使损耗消散。因此降低了天线的发热和欧姆损耗。

[0093] 此外,对由辐射元件发送的四个元波进行空间内重新组合导致其功率是每个元波的功率的四倍高的总波。

[0094] 在接收侧,入射总波被分解成四个元波,这四个元波被发送到相应的激励电路。元波所拥有的功率是入射总波的功率的四分之一。这使得可以相对于外部侵犯(例如,通过执行有意或无意干扰的设备照射天线)增加天线鲁棒性。限制了低噪声放大器衰退的风险。例如,强场的侵略性将更小,因为基本信号不是以最佳极化而是以 $45^\circ$ 接收的(当发送是水平或垂直的但不是倾斜极化时)。图1的天线允许实现交叉极化措施,例如通过不施加相同的第一发送侧相移和接收侧相移来实现水平极化中的发送和垂直极化中的接收。

[0095] 此外,如果每对的激励点被差分激励(即,均衡地激励),则每对点发送线性极化的元波。通过在第一对点1+、1-和第三对点3-、3+的激励信号与第二对点2+、2-和第四对点4+、4-(即,与第一对点和第三对点正交的点)的激励信号之间施加相移,辐射元件11能够单独通过对四个元波进行空间内重新组合来生成极化波。

[0096] 这允许需要使用放置在发送/接收电路与辐射元件之间的极化选择开关来选择要避免的辐射元件必须被激励的方向。这也允许发送/接收电路直接连接到激励点,并且因此增加功率产出(即,限制损耗)。因此减少了基本天线的发热。

[0097] 在图4中,已经示出了根据本发明的基本天线200的第二示例。

[0098] 平面辐射设备10与图1的平面辐射设备10相同。天线包括相同的发送/接收电路21至24,该发送/接收电路21至24以与图1中相同的方式耦合到激励点的相应的对1+、1-;2+、2-;3+、3-和4+、4-。

[0099] 相反,发送/接收模块222与图1的发送/接收模块不同。发送/接收模块222包括发送侧相移单元,该发送侧相移单元包括至少一个移相器,从而允许在施加到激励点的对1+、1-和2+、2-的激励信号之间引入第一发送侧相移 $\theta_1$ ,以及允许在施加到点的对3+、3-和4+、4-的激励信号之间引入第二发送侧相移 $\theta_2$ ,这两个发送侧相移是不同的。这允许借助于两个四元点发送具有不同极化的波。

[0100] 在图4中所示的非限制性示例中,这些发送侧相移单元包括第一发送移相器125a和第二发送移相器125b,它们接收可选地除了其幅度外相同的信号,并且每个移相器将相移引入所接收的信号,以便在施加到对1+、1-与施加到对2+、2-的激励信号之间引入第一发

送侧相移。相移单元包括第三发送移相器126a和第四发送移相器126b,它们接收可选地除了其幅度外相同的信号,并且每个移相器对信号施加相移,以便在施加到对3+、3-与施加到对4+、4-的激励信号之间引入第二发送侧相移。第一发送侧相移和第二发送侧相移可以是不同的。从移相器125a和125b发出的激励信号作为输入分别注入电路21和电路22。从移相器126a和126b发出的激励信号作为输入分别注入电路23和电路24。因此,可以借助于两个四元点同时发送具有不同极化的两个波束。

[0101] 发送/接收模块222包括接收侧相移单元129a、129b、130a、130b,从而允许在施加到激励点的对1+、1-和2+、2-的激励信号之间引入第一接收侧相移,以及允许在施加到点的对3+、3-和4+、4-的激励信号之间引入第二接收侧相移 $\theta_2$ ,这两个相移能够是不同的。从相应的电路21至24的接收通道输出的接收信号被注入到相应的接收移相器129a、129b、130a、130b中,从而允许每个移相器将相移引入其接收的信号中。每个接收信号被注入移相器中的一个。

[0102] 有利地,在点的对1+、1-和2+、2-的激励信号或接收信号之间以及在对3+、3-和4+、4-之间引入的相移是相同的。作为变型,这些相移可以是不同的。这允许发送并接收其极化可能不同的两个波。

[0103] 有利地,相移是可调整的。

[0104] 有利地,可以有利地独立调整在从点的对1+、1-与2+、2-发出的发送信号或接收信号之间以及在对3+、3-与4+、4-之间引入的相移。然后可以独立地调整由第一四元点1+、1-、2+、2-以及由第二四元点3+、3-、4+、4-发送或测量的元波的极化。

[0105] 天线阵列有利地包括调整设备135,从而允许调整发送侧相移和接收侧相移。

[0106] 有利地,天线包括所谓的指向相移单元,从而允许在施加到相应的基本天线的的第一四元点1+、1-、2+、2-的激励信号之间引入第一发送侧全局相移,以及允许在施加到阵列的相应的基本天线的第二四元点3+、3-、4+、4-的激励信号之间引入第二发送侧全局相移,该第一发送侧全局相移和第二发送侧全局相移能够是不同的;和/或允许在从相应的基本天线的的第一四元点1+、1-、2+、2-发出的接收信号之间引入第一接收侧全局相移,以及允许在从阵列的相应的基本天线的第二四元点3+、3-、4+、4-发出的接收信号之间引入第二接收侧全局相移,该第一接收侧全局相移和第二接收侧全局相移能够是不同的。然后可以在两个不同方向上同时发送两个波束。

[0107] 有利地,发送侧和/或接收侧全局相移是可调整的。

[0108] 有利地,发送侧和/或接收侧全局相移是可独立调整的。指向方向是可独立调整的。

[0109] 图4的设备能够在在一个方向上测量波束并且在另一方向上同时发送波束或者在两个方向上同时进行两次测量,然后控制设备接收不同的全局信号以便命令对发送侧相移和接收侧相移的引入。可以在一个方向上发送并接收信号并且在另一方向上发送传输并接收通信。因此可以执行交叉发送/接收。在接收侧或发送侧,可以形成覆盖旁波瓣和寄生波瓣的辐射模式,以便允许旁波瓣抑制(SLS)功能,该SLS功能允许保护雷达免于有意或无意的干扰信号。可以以各种频率进行发送,这使雷达检测器(电子支持措施或ESM)的任务变得复杂。

[0110] 在图4的非限制性示例中,这些单元包括控制设备136,从而允许生成旨在用于调

整设备和移相器的控制信号。信号生成器136生成控制信号,该控制信号包括第一信号S1和第一全局信号S1g,该第一信号S1命令对第一发送侧相移和接收侧相移(当它们相同时)的引入,该第一全局信号S1g命令对要施加到作为输入由耦合到第一四元点1+、1-、2+、2-的对的每个移相器接收的信号的第一全局相移的引入。控制设备136还生成第二信号S2和第二全局信号S2g,该第二信号S2命令对第二发送侧位移和接收侧相移(当它们相同时)的引入,该第二全局信号S2g命令对要施加到作为输入由耦合到第二四元点3+、3-、4+、4-的对的每个移相器接收的信号的全局相移的引入。作为变型,控制设备136接收不同的控制信号以命令对发送侧相移和接收侧相移的引入。因此,可以独立地控制由四元点中的每一个发送并测量的波的极化和指向方向。

[0111] 在图4的实施例中,两个四元点1+、1-、2+、2-和3+、3-、4+、4-的发送通道借助于两个不同的馈送源S01、S02进行馈送。当源递送不同频率的激励信号E1和E2时,这允许对具有不同频率的两个波进行发送,一个波借助于第一四元点1+、1-、2+、2-进行发送,另一个波借助于第二四元点3+、3-、4+、4-进行发送。

[0112] 当源递送不同频率的激励信号E1和E2时,这允许对具有不同频率的两个波进行发送,一个波借助于第一四元点1a+、1a-、2a+、2a-进行发送,另一个波借助于第二四元点3a+、3a-、4a+、4a-进行发送。因此,图4的天线可以以不同频率同时发送在两个独立可调整的指向方向中被引导的两个波束。这种同时在两个方向上指向两个波束的能力允许获得相当于双波束:快速扫描的波束和更慢扫描的波束。例如,可以在监视模式中使用10转/分钟的慢波束,并且可以在追踪模式中使用1转/秒的快波束。这些扫描模式不像在单波束天线中那样交错,但可以同时实现。以不同频率发送的能力使雷达检测器(电子支持措施或ESM)的任务变得复杂。这还允许在一个方向上建立数据链路,并且在另一方向上执行雷达功能。该实施例还允许发送两个不同形状的波束。取决于阵列中被激励的基本天线的数量,可以发送窄波束或宽波束。

[0113] 发送/接收模块20包括第一分配器211a,从而允许从第一源S01发出的激励信号E1被分成两个相同的信号,这两个信号作为输入被注入到两个相应的第一发送移相器125a、125b中。电路120包括第二分配器211b,从而允许从第二源发出的激励信号E2被分成两个相同的信号,这两个信号作为输入被注入到另外两个相应的发送移相器126a、126b中。

[0114] 从接收移相器输出的接收信号借助于模块20的相应的加法器230a、230b成对地进行求和。从相应的加法器发出的信号被单独地发送到远程采集电子器件。在图4的非限制性示例中,借助于第一加法器230a对从第一接收移相器129a(其接收从第一对线51a、51b发出的接收信号作为输入)发出的以及从第二接收移相器129b(其接收从第二对线52a、52b发出的接收信号作为输入)发出的两个信号进行求和,以便生成第一输出信号SS1。借助于第二加法器230b对从第三接收移相器130a(其接收从第三对线53a、53b发出的接收信号作为输入)发出的以及从第四接收移相器130b(其接收从第四对线54a、54b发出的接收信号作为输入)发出的两个信号进行求和,以便生成第二输出信号SS2。由相应的加法器输出的信号被单独地发送到远程采集电子器件。这允许对具有不同频率的接收信号进行差分。对从两个四元点发出的信号单独进行求和,可以形成覆盖旁瓣和寄生波瓣的接收侧天线,以便允许旁瓣抑制(SLS)功能,从而允许保护雷达免于有意或无意的干扰信号。

[0115] 作为变型,与两个四元点相关联的发送和/或接收通道可以是不同的,即,具有不

同功率和/或不同宽度的通带。因此,可以针对四元点中的一个提供高功率和窄通带的发送通道,以便发送例如雷达信号;以及提供低功率和宽通带的发送通道,以便发送例如干扰信号。

[0116] 作为变型,两个激励信号E1和E2具有相同的频率。因此,可以获得如图1中的实施例中的更强的总波。还可以在两个不同方向上以相同频率发送两个波束和/或发送具有不同极化的两个波束。

[0117] 在图5中,已经示出了根据本发明的第三实施例的基本天线300。

[0118] 该基本天线与图4的基本天线的不同之处在于,其辐射元件311仅包括第一四元点1+、1-、2+、2-。相关联的发送/接收设备320与图4的发送/接收设备的不同之处在于,其仅包括发送/接收设备的耦合到该四元点1+、1-、2+、2-的一部分。该发送/接收设备320仅包括第一电路21和第二电路22。

[0119] 利用施加到相对于彼此正交定位的激励点的对的两个激励信号来激励辐射元件的事实允许增加基本天线的发送/接收模式的对称性。

[0120] 该基本天线能够发送其极化可调整的波,以及接收具有可调整的极化方向的波。注入到与相应的耦合点耦合的线中的信号的相位的示例在图6的表格中给出,所获得的极化也在该表格中给出。通过示例的方式考虑第一行。点1+和点2+具有相同的激励(相同的相位)并且点1-和点2-具有相同的激励,该激励与其他点的激励相反。因此,极化是垂直的,即,沿着图5中所示的z轴。全局相移单元也是可想象的。

[0121] 该基本天线还允许产生阵列天线,该阵列天线允许发送其指向方向可调整的总波。

[0122] 相比之下,由图5的设备发送的波的功率是借助于图1的设备发送的波的功率的二分之一。接收侧功率减小是图1的设备的接收侧功率减小的二分之一。

[0123] 有利地,图5的基本天线的激励点位于第三直线D3的同一侧,该第三直线D3位于由辐射元件11限定的平面中、穿过中心C并且是两条直线D1和D2的平分线。这允许释放辐射元件的一半,以便产生例如其他类型的激励。

[0124] 当辐射元件基本上是正方形时,如附图中所示,直线D3连接正方形的两个顶点。

[0125] 有利地,图1和图4的天线的第一四元点1-、1+、2+和2-也位于直线D3的同一侧,并且相对于第二四元点3+、3-、4+、4-位于直线D3的另一侧。

[0126] 在图1、图4和图5的实施例中,耦合到每对点的发送/接收电路是相同的。作为变型,这些电路可以是不同的。

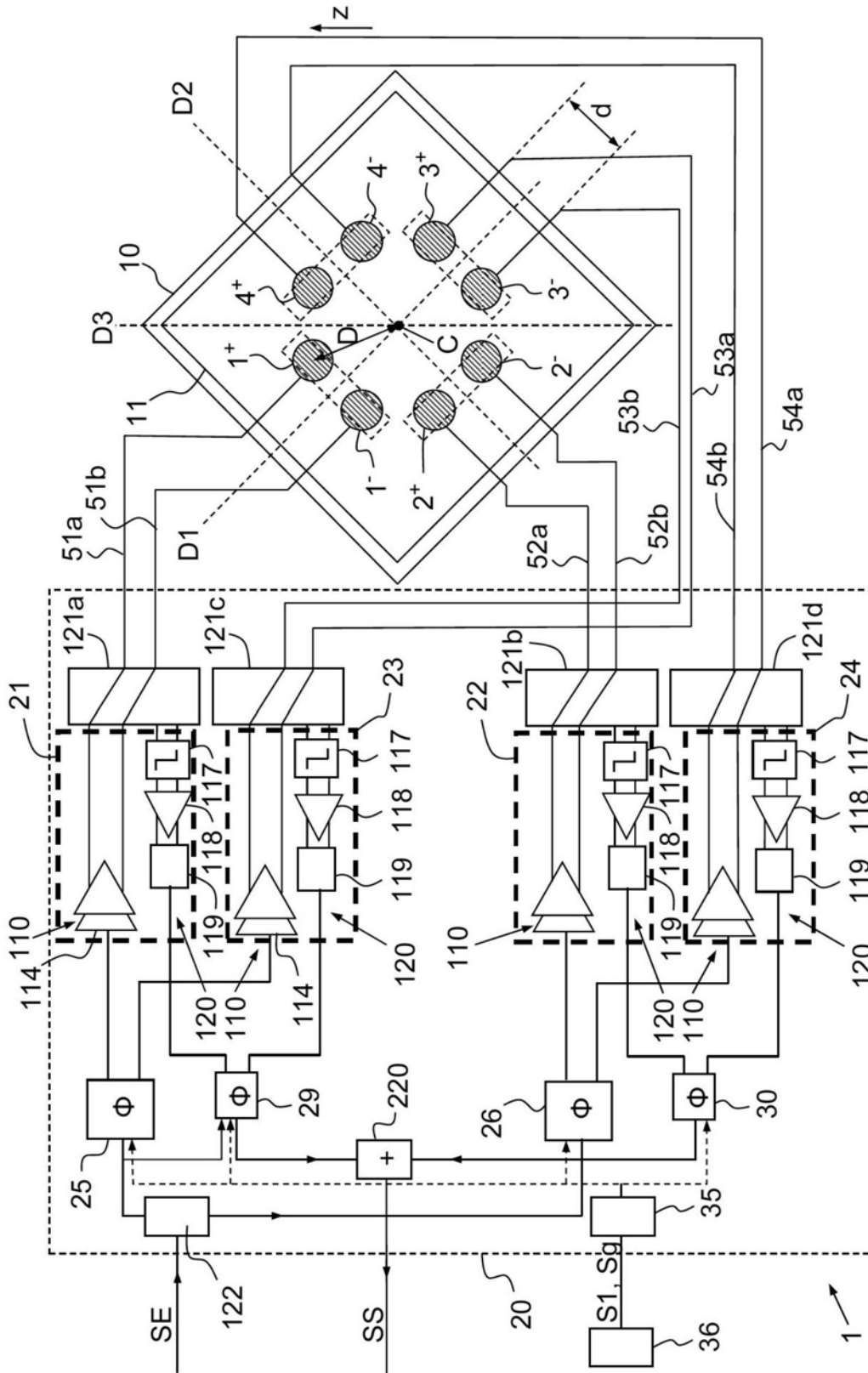


图1

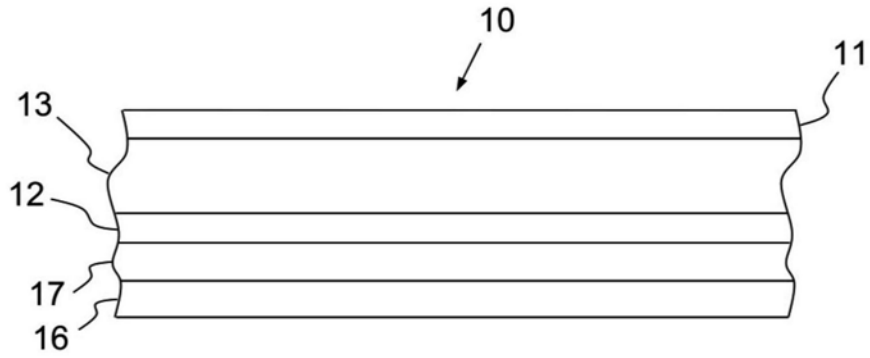


图2

1+	1-	2-	2+	3-	3+	4+	4-	极化
180°	0°	0°	180°	0°	180°	180°	0°	垂直
180°	0°	180°	0°	0°	180°	0°	180°	水平
180°	0°	OFF	OFF	0°	180°	OFF	OFF	+45°
OFF	OFF	0°	180°	OFF	OFF	180°	0°	-45°
180°	0°	90°	270°	0°	80°	270°	90°	右圆
180°	0°	270°	90°	0°	80°	90°	270°	左圆

图3

1+	1-	2+	2-	极化
180°	0°	180°	0°	垂直
180°	0°	0°	180°	水平
180°	0°	OFF	OFF	+45°
OFF	OFF	180°	0°	-45°
180°	0°	270°	90°	右圆
180°	0°	90°	270°	左圆

图6

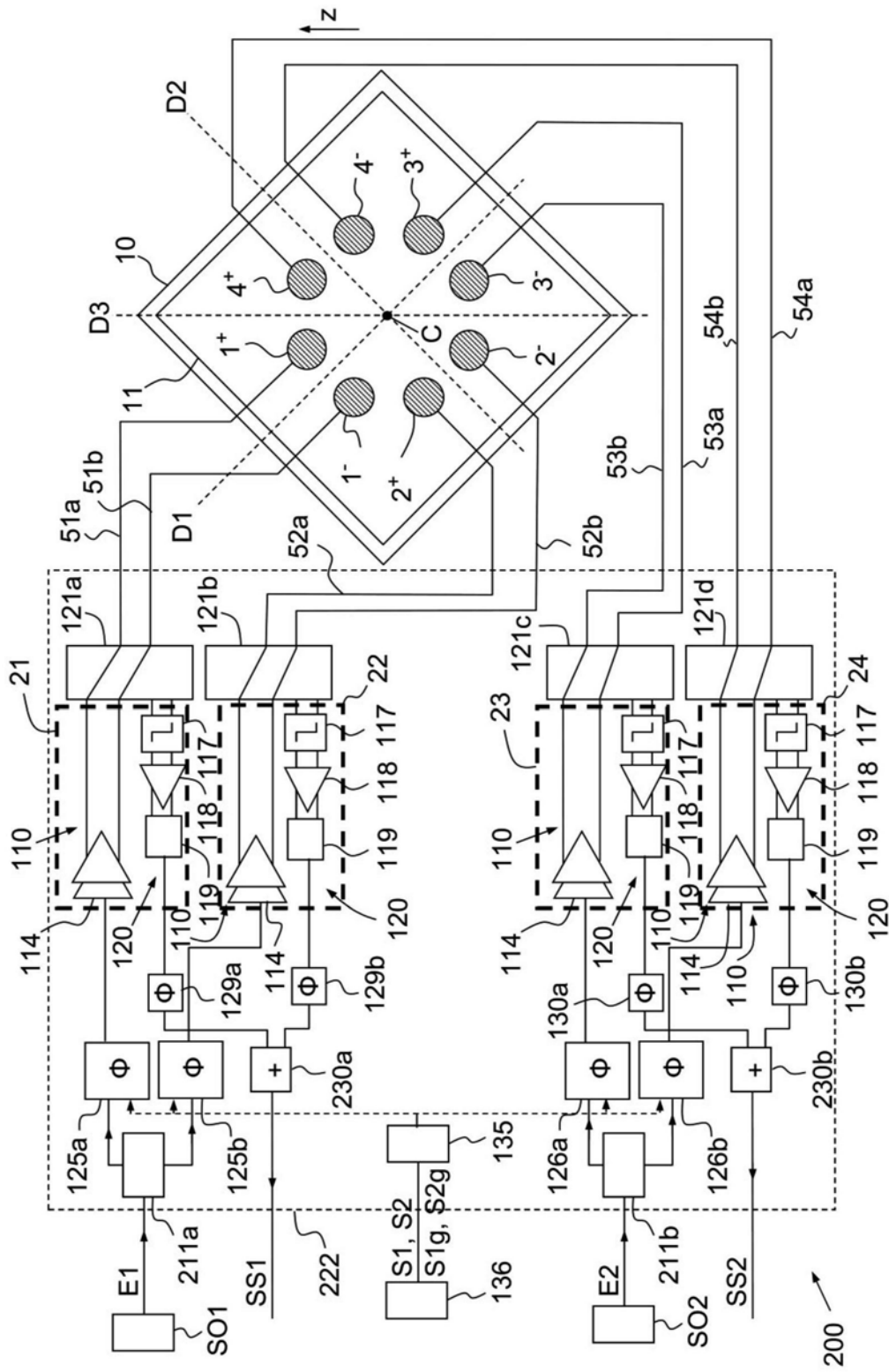


图4

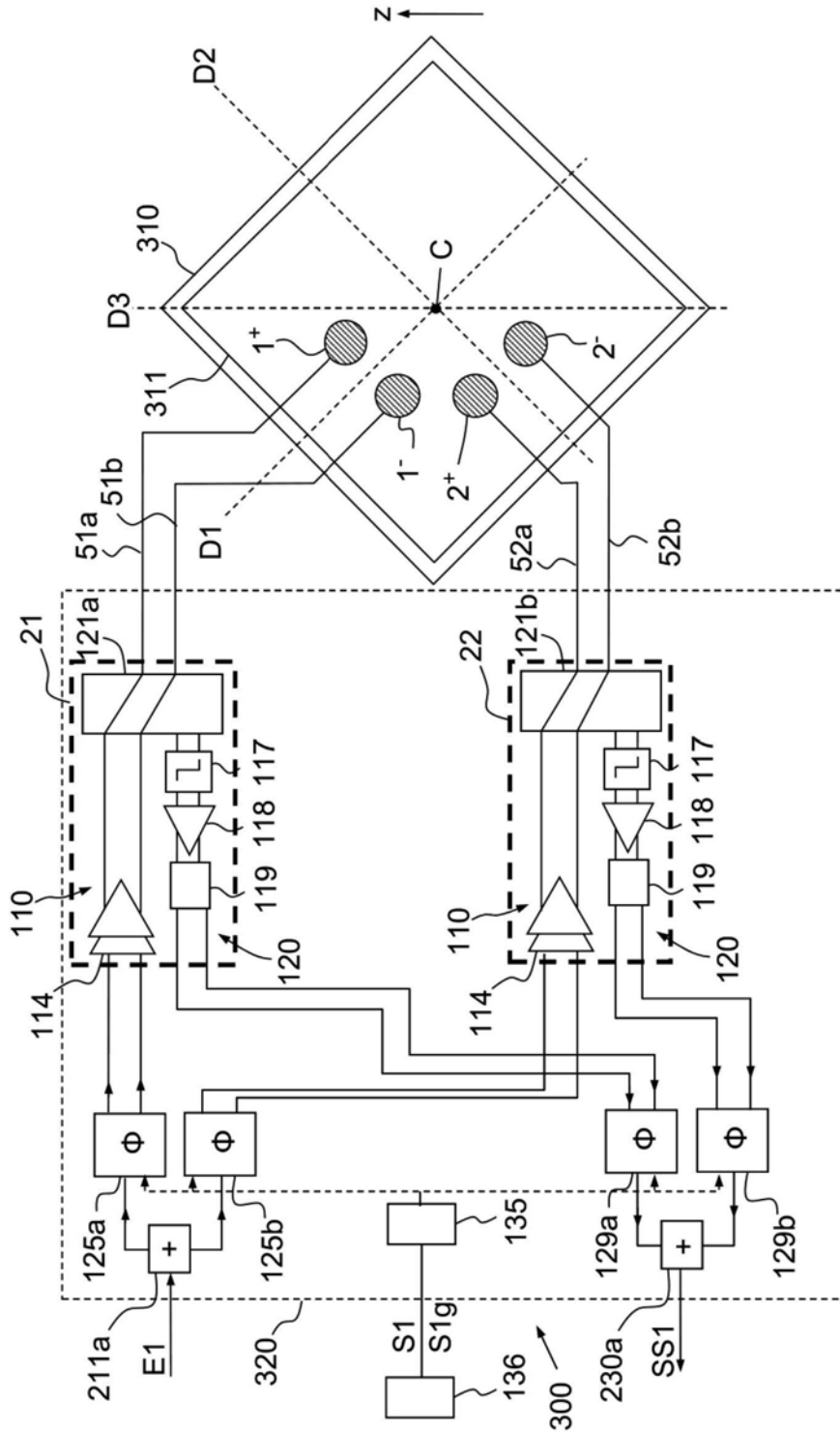


图5