



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102484320 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201080034367. 5

(22) 申请日 2010. 07. 29

(30) 优先权数据

12/534, 703 2009. 08. 03 US

12/784, 992 2010. 05. 21 US

12/841, 048 2010. 07. 21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/043767 2010. 07. 29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/017198 EN 2011. 02. 10

(73) 专利权人 温提集团有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 威廉·欧内斯特·佩恩

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪洋

(51) Int. Cl.

H01Q 9/16 (2006. 01)

H01Q 9/44 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2002158808 A1, 2002. 10. 31,

US 3725943 A, 1973. 04. 03,

US 2420967 A, 1947. 05. 20,

EP 0957537 A2, 1999. 11. 17,

JP H04291806 A, 1992. 10. 15,

EP 1100148 A1, 2001. 05. 16,

审查员 张莉

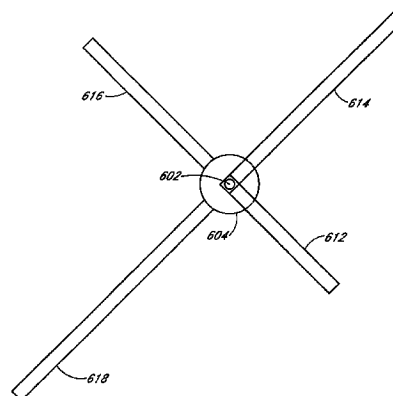
权利要求书2页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

交叉偶极天线

(57) 摘要

本发明公开了一种具有用于交叉偶极天线的改进天线方向图的装置。这种天线期望具有全向天线方向图。传统交叉偶极天线在其天线方向图中表现出空值,这可能会导致天线偏离标准或规范。申请人认识到和证实连接同轴电缆到天线臂部是在天线方向图中空值产生的原因,并且已经发明在此公开的技术,以弥补或取消连接的影响。在一个实施例中,连接到同轴电缆的中心导体的交叉偶极天线的臂部保持常规长度,但是连接到同轴电缆的屏蔽的交叉偶极天线的臂部加长了同轴电缆的外径的半径的分数。



1. 一种包括交叉偶极天线的装置,该交叉偶极天线包括:
同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径和相应的半径 R ;
偶极包括第一偶极和第二偶极 ;
其中第一偶极包括第一臂部和第二臂部,其中第一偶极的第一臂部和第二臂部在相反的方向上从同轴结构延伸 ;
其中第二偶极包括第一臂部和第二臂部,其中第二偶极的第一臂部和第二臂部在相反的方向上从同轴结构延伸 ;
其中第一偶极的第一臂部和第二偶极的第一臂部被连接到中心导体,定位在第一平面中,并且彼此分开 90° 度 ;
其中第一偶极的第二臂部和第二偶极的第二臂部被连接到同轴结构的外屏蔽体,定位在第二平面中,并且彼此分开 90° 度 ;
其中第一平面相邻且平行于第二平面 ;
其中第一偶极或第二偶极中的至少一个偶极的臂部具有固定的不对称有效电长度,从而当从同轴结构的中心测量时,连接到外屏蔽体的臂部比连接到中心导体的臂部长半径 R 的 0.15 至 1.5 倍,其中同轴结构的外屏蔽体的半径是最短的臂部的至少 $1/50$ 。
2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中同轴结构的外屏蔽体的半径是偶极的最短臂部的至少三十分之一。
3. 根据权利要求 1 所述的装置,其中同轴结构包括同轴电缆馈线。
4. 根据权利要求 1 所述的装置,其中同轴结构包括同轴电缆连接器。
5. 根据权利要求 1 所述的装置,其中第一偶极和第二偶极包括印刷电路板的迹线。
6. 根据权利要求 1 所述的装置,其中天线进一步包括一个或多个反射器。
7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中交叉偶极天线具有第一极化,该装置还包括具有正交于第一极化的第二极化的第二天线。
8. 根据权利要求 7 所述的装置,其中交叉偶极天线具有水平极化方向,并且第二天线具有垂直极化方向。
9. 根据权利要求 7 所述的装置,其中第二天线包括单极天线。
10. 根据权利要求 7 所述的装置,其中第二天线包括偶极天线。
11. 根据权利要求 7 所述的装置,其中交叉偶极天线具有水平极化方向,并且其中第二天线与交叉偶极天线水平地间隔开,其中交叉偶极天线和第二天线中的每一个都连接到单独的馈线。
12. 根据权利要求 7 所述的装置,其中所述装置还包括天线阵列,所述天线阵列包括:
具有与交叉偶极天线相同的极化方向的一个或多个附加交叉偶极天线 ;和
一个或多个附加天线,具有与第二天线相同极化方向。
13. 根据权利要求 7 所述的装置,还包括作为第三天线的第二交叉偶极天线,并且还包括第四天线,其中第二交叉偶极天线具有与交叉偶极天线相同的极化方向,其中第四天线具有与第二天线相同的极化方向,其中交叉偶极天线、第二天线、第二交叉偶极天线和第四天线被布置成 2×2 天线阵列,从而第二交叉偶极天线与交叉偶极天线对角地相对,并且第四天线与第二天线对角地相对。
14. 根据权利要求 7 所述的装置,还包括 T 形接头, T 形接头具有第一端部、第二端部

和第三端部,其中,第一端部连接到馈线,其中交叉偶极天线设置在第二端部处,其中第二天线设置在第三端部处,并且其中第二天线包括单极天线。

15. 根据权利要求 1 所述的装置,其中至少一个臂部通过小型化技术而在物理上比其有效电长度短,所述小型化技术选自下述技术中的至少一种:弯曲臂部、折叠臂部、电容性端部加载臂部、蜿蜒图案加载臂部、电感性加载臂部、或嵌入至少 1.1 的相对高的介电常数和 / 或磁导率的材料中。

16. 一种用于设计期望用于具有波长 λ 的信号交叉偶极天线的方法,其中交叉偶极天线包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,所述方法包括下述步骤:

产生交叉偶极天线的模拟模型,其中模拟模型包括第一臂部、第二臂部、第三臂部、第四臂部和同轴结构,第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部连接到同轴结构,其中第一臂部和第三臂部在相反的方向上从同轴结构延伸,其中第二臂部和第四臂部在相反的方向上从同轴结构延伸,其中第一臂部和第二臂部定位在第一平面中并且彼此分开 90 度,其中第三臂部和第四臂部定位在第二平面中并且彼此分开 90 度,其中第一平面相邻且平行于第二平面;

通过模拟模型的计算机执行模拟交叉偶极天线;

对第一臂部和第三臂部来说从长度 $a\lambda$ 开始,其中 a 值约为 0.25,其中第一臂部连接到同轴结构的中心导体,并且第三臂部连接到同轴结构的屏蔽体;

对第二臂部和第四臂部来说从长度 $b\lambda$ 开始,其中 b 值约为 0.25,其中第二臂部连接到同轴结构的中心导体,并且第四臂部连接到同轴结构的屏蔽体;

调整较短臂部的 a 值并调整较长臂部的 b 值,直到在臂部之间建立正交相位关系,其中较短臂部的终值 a 小于较长臂部的终值 b ,其中通过模拟模型的计算机执行确定所述正交相位关系;

相对于第一臂部使第三臂部的长度增加同轴结构的半径 R 的分数 x ;

相对于第二臂部使第四臂部的长度增加同轴结构的半径 R 的分数 x ;以及

响应于模拟结果调整第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的一个或多个的臂部长度。

交叉偶极天线

技术领域

[0001] 本发明一般涉及射频天线,并且特别地涉及全向天线。更好的发射场(天线方向图)允许使用较低的节省能量的发射机功率设置。

背景技术

[0002] 在某些情况下,具有全向方向图的天线是可取的。举例来说,这样的特征通常优选用于在发射机应用(如无线接入点)的天线。在其他情况下,一些规范(如联邦通信委员会规范)需要全向方向图。在其他情况下,需要具有用于圆极化波的相对好的轴比特性的天线。

[0003] 传统的全向天线的示例称为绕杆式天线。这种天线由四个四分之一波长的臂部构造,并且以臂部之间具有 90 度相位间隔的方式激励每个臂部。从同轴电缆的中心芯体(或中心导体)和屏蔽体(或外导体)分别地可以获得 0 到 180 度的相移。通常情况下,对于 90 和 270 度,四分之一波长相移用四分之一波长长度的电缆长度实现。参见,例如,Brown 的美国专利号 No. 2,086,976。也可使用其他相移电路。参见,例如,Spanos 的美国专利号 No. 3,725,943。

[0004] 传统全向天线的另一个示例称为交叉偶极天线。交叉偶极天线由单个同轴电缆驱动,并且有利地是紧凑的。此外,一对臂部(第一偶极)比第二对臂部(第二偶极)更长,从而在理想情况下,由臂部本身产生 45 度、135 度、225 度、315 度度相移,而不需要外部相移器或第二同轴电缆。例如,参见 Moore 的美国专利号 No. 2,420,967;Nakamura 等人的美国专利号 No. 6,163,306 中的背景技术讨论(图 7);Kazama 的日本专利申请公布号 No. H04-291806;和 Nakamura 等人的美国专利号 No. 6,271,800 中的背景技术讨论(图 10B)。

[0005] 然而,申请人已经观察到,传统全向天线,诸如传统交叉偶极天线,不希望展示空的方向图,空的方向可能会导致天线或系统不满足规范、降低产量或以其他方式承担昂贵的调整程序。

[0006] 图 1 说明在交叉偶极天线的臂部由不相等振幅的电流驱动时产生的天线方向图 102。图 2 显示在交叉偶极天线的臂部没有用精确的 90 度相移(即,不是正交)驱动时产生的天线方向图 202。在识别问题根源时,在图 1 和图 2 中图示的每个方向图可由本领域普通技术人员容易地校正。

[0007] 图 3 说明现有技术交叉偶极天线的顶视图。参见,例如,Moore 的美国专利号 No. 2,420,967。诸如同轴电缆馈线、连接器、支架、适配器、配线架或类似物之类的同轴结构包括中心导体 302 和外屏蔽体 304。在同轴电缆中,电介质材料填充在中心导体 302 和外屏蔽体 304 之间的空间。

[0008] 以从上开始的逆时针顺序,天线具有第一臂部 312、第二臂部 314、第三臂部 316、第四臂部 318。天线的镜像也是适用的。在传统交叉偶极天线中,第一臂部 312 和第三臂部 316 共享相同长度(如从同轴结构的中心测量)。第二臂部 314 和第四臂部 318 共享相同

长度。

[0009] 图 4 图示用于根据现有技术的交叉偶极天线的在同轴电缆的外导体（屏蔽体）的直径相对于波长不是可以忽略不计时可能会遇到的天线方向图的示例。该天线方向图可以基板上不同于所需的全向方向图。在图 4 中显示的方向图 402 基于稍后将关于图 8 讨论的模拟。天线相量 404 不是相等幅度的，并且偏离正交方向（90 度）。申请人未知晓本领域中用于校正图 4 中图示的交叉偶极天线遇到的非对称天线方向图的常规技术。

发明内容

[0010] 本发明公开了一种具有用于交叉偶极天线的改进天线方向图的装置。这种天线期望具有全向天线方向图。传统交叉偶极天线在其天线方向图中表现出空值，这可能会导致天线偏离标准或规范。申请人认识和证实连接同轴电缆到天线臂部是在天线方向图中空值产生的原因，并且已经发明在此公开的技术，以弥补或取消连接的影响。在一个实施例中，连接到同轴电缆的中心导体的交叉偶极天线的臂部保持常规长度，但是连接到同轴电缆的屏蔽体的交叉偶极天线的臂部加长了同轴电缆的半径（直径的一半）的分数。

[0011] 一个实施例是一种装置，其中所述装置包括：具有第一极化方向的交叉偶极天线，该交叉偶极天线包括：同轴结构，具有中心导体和外屏蔽体，外屏蔽体具有外径以及相应的半径 R ；多个导电性臂部，至少包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部，其中所述多个导电性臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度，从而所述多个臂部中的每一个的近端布置在中心点附近，并且其中所述多个臂部中的每一个大致在远端处向外延伸，其中：第一臂部在近端处电连接到中心导体并且具有第一预定长度；第二臂部在近端处电连接到中心导体并且具有不同于第一预定长度的第二预定长度；第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第三预定长度，其中第三预定长度等于第一预定长度和 0.15 至 1.5 倍半径 R 的总和，第三臂部与第一臂部相对地延伸，从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极；并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第四预定长度，其中第四预定长度等于第二预定长度和 0.15 至 1.5 倍半径的总和，第四臂部与第二臂部相对地延伸，从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极；和第二天线，具有正交于第一极化的第二极化。

[0012] 另一个实施例是一种装置，包括：交叉偶极天线，具有第一极化方向，交叉偶极天线包括：同轴结构，具有中心导体和外屏蔽体；至少第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部，其中所述臂部一大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度，其中每个臂部的近端布置在中心点附近，并且其中每个臂部大致在远端处向外延伸，其中：第一臂部在近端处电连接到中心导体；第二臂部在近端处电连接到中心导体；第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体，第三臂部与第一臂部相对地延伸，从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极；并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体，第四臂部与第二臂部相对地延伸，从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极；并且其中同轴结构的外屏蔽体的半径是第一臂部、第二臂部、第三臂部或第四臂部中的最短的臂部的长度至少五分之一，并且其中当从同轴结构的中心测量时，第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的每一个都具有不同预定长度，以弥补由同轴结构引起的天线方向图扭曲；和第二天线，具有正交于第一极化的第二极化。

[0013] 另一个实施例是一种装置，其中所述装置包括：具有第一极化的交叉偶极天线，该交叉偶极天线包括：同轴结构，具有中心导体和外屏蔽体，外屏蔽体具有外径以及相应的半

径 R ;包括第一对臂部的第一偶极 ;和包括第二对臂部的第二偶极 ;其中第一对臂部或第二对臂部中的至少一对的臂部具有固定的不对称长度,从而当从同轴结构的中心测量时,连接到外屏蔽体的臂部比连接到中心导体的臂部长半径 R 的 0.15 至 1.5 倍 ;和第二天线,具有正交于第一极化的第二极化。

[0014] 具有用于交叉偶极天线的改进天线方向图的装置。这种天线期望地具有全向天线方向图。传统交叉偶极天线在其天线方向图中表现出空值,这可能会导致天线偏离标准或规范。申请人认识和证实连接同轴电缆到天线臂部是在天线方向图中空值产生的原因,并且已经发明在此公开的技术,以弥补或取消连接的影响。在一个实施例中,交叉偶极天线的连接到同轴电缆的中心导体的臂部保持常规长度,但是交叉偶极天线的连接到同轴电缆的屏蔽体的臂部加长了同轴电缆的半径 R (直径的一半) 的分数。在另一个实施例中,所有臂部的长度被修改为与从传统交叉偶极天线的臂部长度不同。

[0015] 另一个实施例是一种装置,其中所述装置包括:交叉偶极天线,该交叉偶极天线具有第一极化和第二极化,该交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体;至少第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,其中所述臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度,其中每个臂部的近端布置在中心点附近,并且其中每个臂部大致在远端向外延伸,其中:第一臂部在近端处电连接到中心导体;第二臂部在近端处电连接到中心导体;第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体,第三臂部与第一臂部相对地延伸,从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极;并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体,第四臂部与第二臂部相对地延伸,从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极;其中同轴结构的外屏蔽体的半径是第一臂部、第二臂部、第三臂部或第四臂部中的的最短的臂部的至少五分之一,并且其中当从同轴结构的中心测量时,第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的每一个都具有不同的预定长度,以弥补由同轴结构引起的天线方向图扭曲;和第二天线,具有正交于交叉偶极天线的第一极化和第二极化的第三极化。在一个实施例中,同轴结构的外屏蔽体的半径是交叉偶极天线的所述臂部中的的最短的臂部的至少五分之一。

[0016] 另一个实施例是一种装置,其中所述装置包括交叉偶极天线,交叉偶极天线具有第一极化和第二极化,交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径和相应半径 R ;包括第一对臂部的第一偶极;和包括第二对臂部的第二偶极;其中第一对臂部或第二对臂部中的至少一对的臂部具有固定的不对称有效电长度,从而当从同轴结构的中心测量时,连接到外屏蔽体的至少一个臂部比连接到中心导体的臂部长半径 R 的 0.15 至 1.5 倍;和第二天线,具有正交于第一极化和第二极化的第三极化。

[0017] 此外,也可以采用天线小型化技术。

[0018] 一个实施例包括一种包括交叉偶极天线的装置,其中该交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径以及相应的半径 R ;多个导电性臂部,至少包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,其中所述多个导电性臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度,从而所述多个臂部中的每一个的近端布置在中心点附近,并且其中所述多个臂部中的每一个大致在远端处向外延伸,其中:第一臂部在近端处电连接到中心导体并且具有第一预定有效电长度;第二臂部在近端处电连接到中心导体并且具有不同于第一预定长度的第二预定有效电长度;第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第三预定有效电长度,其中第三预定长度等于第一预定有效电长度和 0.3 至 1.2 倍半

径 R 的总和,第三臂部与第一臂部相对地延伸,从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极;并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第四预定有效电长度,其中第四预定有效电长度等于第二预定有效电长度和 0.15 至 1.5 倍半径 R 的总和,第四臂部与第二臂部相对地延伸,从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极;其中第一预定有效电长度、第二有效电长度、第三有效电长度或第四有效电长度中的一个或多个在物理上短于其预定有效电长度。

[0019] 一个实施例包括一种包括交叉偶极天线的装置,其中该交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体;至少第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,其中所述臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90° ,其中每个臂部的近端布置在中心点附近,并且其中每个臂部大致在远端处向外延伸,其中:第一臂部在近端处电连接到中心导体;第二臂部在近端处电连接到中心导体;第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体,第三臂部与第一臂部相对地延伸,从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极;并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体,第四臂部与第二臂部相对地延伸,从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极;其中同轴结构的外屏蔽体的半径是第一臂部、第二臂部、第三臂部或第四臂部中的最短的臂部的长度的至少五分之一,并且其中当从同轴结构的中心测量时,第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的每一个都具有不同的预定有效电长度,以弥补由同轴结构引起的天线方向图扭曲,其中第一臂部、第二臂部、第三臂部或第四臂部的一个或多个在物理上比其预定有效电长度短。

[0020] 一个实施例包括一种包括交叉偶极天线的装置,其中该交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径和相应的半径 R ;包括第一对臂部的第一偶极;和包括第二对臂部的第二偶极;其中第一对臂部或第二对臂部中的至少一对的臂部具有固定的不对称有效电长度,从而当从同轴结构的中心测量时,连接到外屏蔽体的臂部比连接到中心导体的臂部长半径 R 的 0.15 至 1.5 倍,其中天线的至少一个臂部具有比其物理长度短的有效电长度。

[0021] 一个实施例包括一种用于设计期望用于具有波长 λ 的信号交叉偶极天线的方法,其中交叉偶极天线包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,所述方法包括下述步骤:产生交叉偶极天线的模拟模型,其中模拟模型包括第一臂部、第二臂部、第三臂部、第四臂部和同轴结构,第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部连接到同轴结构;通过模拟模型的计算机执行模拟交叉偶极天线;对第一臂部和第三臂部来说从长度 $a\lambda$ 开始,其中 a 值约为 0.25 ,其中第一臂部连接到同轴结构的中心导体,并且第三臂部连接到同轴结构的屏蔽体;对第二臂部和第四臂部来说从长度 $b\lambda$ 开始,其中 b 值约为 0.25 ,其中第二臂部连接到同轴结构的中心导体,并且第四臂部连接到同轴结构的屏蔽体;调整较短臂部的 a 值并调整较长臂部的 b 值,直到在臂部之间建立正交相位关系,其中较短臂部的终值 a 小于较长臂部的终值 b ,其中通过模拟模型的计算机执行确定所述正交相位关系;相对于第一臂部使第三臂部的长度增加同轴结构的半径为 R 的分数 x ;相对于第二臂部使第四臂部的长度增加同轴结构的半径为 R 的分数 x ;以及响应于模拟结果调整第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的一个或多个的臂部长度。

[0022] 一个实施例包括一种装置,包括:交叉偶极天线,具有第一极化方向,该交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径以及相应的半径 R ;多个导电性臂部,至少包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,其中所述多个导电性

臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度,从而所述多个臂部中的每一个的近端布置在中心点附近,并且其中所述多个臂部中的每一个大致在远端处向外延伸,其中:第一臂部在近端处电连接到中心导体并且具有第一预定长度;第二臂部在近端处电连接到中心导体并且具有不同于第一预定长度的第二预定长度;第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第三预定长度,其中第三预定长度等于第一预定长度和 0.15 至 1.5 倍半径 R 的总和,第三臂部与第一臂部相对地延伸,从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极;并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第四预定长度,其中第四预定长度等于第二预定长度和 0.15 至 1.5 倍半径的总和,第四臂部与第二臂部相对地延伸,从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极;和第二天线,具有正交于第一极化的第二极化。

[0023] 一个实施例包括一种装置,其中所述装置包括:交叉偶极天线,具有第一极化方向,交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体;至少第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,其中所述臂部一大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度,其中每个臂部的近端布置在中心点附近,并且其中每个臂部大致在远端处向外延伸,其中:第一臂部在近端处电连接到中心导体;第二臂部在近端处电连接到中心导体;第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体,第三臂部与第一臂部相对地延伸,从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极;并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体,第四臂部与第二臂部相对地延伸,从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极;并且其中同轴结构的外屏蔽体的半径是第一臂部、第二臂部、第三臂部或第四臂部中的最短的臂部的长度至少五分之一,并且其中当从同轴结构的中心测量时,第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的每一个都具有不同预定长度,以弥补由同轴结构引起的天线方向图扭曲;和第二天线,具有正交于第一极化的第二极化。

[0024] 一个实施例包括一种装置,其中该装置包括:具有第一极化的交叉偶极天线,该交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径以及相应的半径 R;包括第一对臂部的第一偶极;和包括第二对臂部的第二偶极;其中第一对臂部或第二对臂部中的至少一对的臂部具有固定的不对称长度,从而当从同轴结构的中心测量时,连接到外屏蔽体的臂部比连接到中心导体的臂部长半径 R 的 0.15 至 1.5 倍;和第二天线,具有正交于第一极化的第二极化。

[0025] 一种装置包括期望用于具有波长 λ 的信号交叉偶极天线,其中该装置包括:同轴结构,具有中心导体和外屏蔽体,外屏蔽体具有外径以及相应的半径 R;多个导电性臂部,至少包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部,其中多个导电性臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度,从而所述多个臂部中的每一个的近端布置在中心点附近,并且其中所述多个臂部中的每一个大致在远端处向外延伸,其中:第一臂部在近端处电连接到中心导体并且具有第一预定长度;第二臂部在近端处电连接到中心导体并且具有不同于第一预定长度的第二预定长度;第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第三预定长度,其中第三预定长度等于第一预定长度和 0.3 至 1.2 倍半径 R 的总和,第三臂部与第一臂部相对地延伸,从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极;并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体并且具有第四预定长度,其中第四预定长度等于第二预定长度和 0.3 至 1.2 倍半径 R 的总和,第四臂部与第二臂部相对地延伸,从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极。

[0026] 一种装置,包括交叉偶极天线,其中交叉偶极天线包括:同轴结构,具有中心导体

和外屏蔽体；至少第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部，其中所述臂部大致位于平面中并且彼此间隔分开约 90 度，其中每个臂部的近端布置在中心点附近，并且其中每个臂部大致在远端处向外延伸，其中：第一臂部在近端处电连接到中心导体；第二臂部在近端处电连接到中心导体；第三臂部在近端处电连接到外屏蔽体，第三臂部与第一臂部相对地延伸，从而第三臂部和第一臂部形成第一偶极；并且第四臂部在近端处电连接到外屏蔽体，第四臂部与第二臂部相对地延伸，从而第四臂部和第二臂部形成第二偶极；其中同轴结构的外屏蔽体的半径是第一臂部、第二臂部、第三臂部或第四臂部中的最短臂部的长度的至少五十分之一，并且其中当从同轴结构的中心测量时，第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的每一个都具有不同的预定长度，以弥补由同轴结构引起的天线方向图扭曲。

[0027] 一个实施例包括一种交叉偶极天线，包括：同轴结构，具有中心导体和外屏蔽体，外屏蔽体具有外径和相应的半径 R ；包括第一对臂部的第一偶极；和包括第二对臂部的第二偶极；其中第一对臂部或第二对臂部中的至少一对的臂部具有固定的不对称长度，从而当从同轴结构的中心测量时，连接到外屏蔽体的臂部比连接到中心导体的臂部长半径 R 的 0.3 至 1.2 倍。

[0028] 一个实施例包括一种用于设计期望用于具有波长 λ 的信号交叉偶极天线的方法，其中交叉偶极天线包括第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部，所述方法包括下述步骤：产生交叉偶极天线的模拟模型，其中模拟模型包括第一臂部、第二臂部、第三臂部、第四臂部和同轴结构，第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部连接到同轴结构；通过模拟模型的计算机执行模拟交叉偶极天线；以及响应于模拟结果调整第一臂部、第二臂部、第三臂部和第四臂部中的一个或多个的臂部长度。

附图说明

[0029] 在此提供这些附图（不按比例）和相关说明以说明本发明的具体实施例，并且这些附图和相关说明不是为了限制。

[0030] 图 1 说明用于具有不均匀电流分布的传统交叉偶极天线的天线方向图的示例。

[0031] 图 2 说明用于具有非均匀相分离的传统的交叉偶极天线方向图的示例。

[0032] 图 3 说明现有技术交叉偶极天线的顶视图。

[0033] 图 4 说明用于传统交叉偶极天线的非对称天线方向图的示例。

[0034] 图 5 显示可通过发明实施例实现的理想天线方向图。

[0035] 图 6 显示根据本发明实施例的交叉偶极天线的顶视图。

[0036] 图 7 说明该交叉偶极天线的实施例的透视图。

[0037] 图 8 说明现有技术天线的模拟结果。

[0038] 图 9 说明该交叉偶极天线的实施例的模拟结果。

[0039] 图 10 显示了利用极化分集的天线的 2×2 阵列的示例。

[0040] 图 11 说明使用与“T 形”单极天线结合的交叉偶极天线的极化分集的另一个示例。

[0041] 图 12A 显示传统偶极的示例。

[0042] 图 12B-12G 说明用于偶极的传统加载技术的示例。

[0043] 图 13A 说明根据本发明的实施例的交叉偶极天线的顶视图，其中每个臂部通过端部折叠而变得紧凑。

[0044] 图 13B 说明根据本发明的实施例的交叉偶极天线的顶视图,其中每个臂部通过蜿蜒图案而变得紧凑。

[0045] 图 14A 说明根据本发明的实施例的交叉偶极天线的顶视图,其中两个臂部通过电容性端部加载而变得紧凑,并且两个臂部通过蜿蜒图案而变得紧凑。

[0046] 图 14B 显示图 14A 中描述的交叉偶极天线的透视图,其中交叉偶极天线夹在介质块中以形成芯片天线。

[0047] 图 15 说明使用与“T 形”单极天线结合的交叉偶极天线的极化分集的另一个示例。

具体实施方式

[0048] 虽然本文描述了特定实施例,但本发明的其他实施例,包括未提供在此提出的所有优势和特点的实施例,对本领域技术人员将是显而易见的。

[0049] 图 5 显示可实现用于本发明实施例的理想的天线方向图 502。模拟和实验室结果已经表明在对称天线相量 504 正交的情况下,天线方向图可以在 1 分贝内,甚至在几十千兆赫处,做到全向。在某些应用中,美国联邦通信委员会 (FCC) 或其他监管机构提出了天线要求。其他监管机构或准监管机构的例子包括国际海上人命安全公约 (SOLAS),其提出搜索和救援转发器要求 (SARTs);国际海事组织 (IMO),其在决议 A. 802(19) 中建议 SART 性能标准;和国际电信联盟 (ITU),其规定技术特点以实现国际海事组织建议的性能并且符合国际海上人命安全公约和公开版建议 ITU-R M. 628-4,其包括天线特性。诸如 FCC 的监管机构通常会通过参考纳入这些标准。在一个示例中,ITU-R M. 628.4 需要在极化也水平的情况下在地平线上的全向 $\pm 2\text{dB}$ 。线性极化天线的极化可以取决于其在使用时的方向而有所不同。例如,手机可以定位在各种位置中,诸如搁在桌子的平面上,或在靠近用户的耳朵时被垂直地携带。因此,各种线性极化天线可以取决于其方位而产生垂直极化波、水平极化波或垂直极化波和水平极化波两者。此外,根据用户对交叉偶极天线或绕杆式天线的看法,极化可以有所不同。当交叉偶极天线水平地安装以使天线的臂部水平时,由地平线附近的天线辐射的波的极化是水平的并且天线大约是全向的。所披露的技术提高水平安装时的交叉偶极天线的全向性。这种水平安装是非常有用的,例如,在无线接入点应用中。关于顶峰或低谷方位,交叉偶极天线根据臂部的相位呈现具有右手或左手极化的圆极化。在一个实施例中,诸如在国际海上人命安全公约应用中,其中不需要关于顶峰或低谷的辐射并且交叉偶极天线具有水平方位,交叉偶极天线的臂部可以选择地夹在反射板之间以重定向来自顶峰或低谷方向的能量到水平方向。然而,臂部之间相位调整的改善也提高圆极化波的轴比特性。轴比是由电场矢量定义的主轴和次轴的大小的比率。在一个实施例中,使用在臂部之间的改善的相位调整,圆极化的波的轴比可以接近 1。

[0050] 申请人用模拟和测试两者建立理论和证实,在相对较高的频率处,天线到同轴电缆的连接扭曲天线方向图。在遥远的过去,这种扭曲比较小,因为射频相对较低并且具有相应的长波长。然而,许多现代装置使用比较高的频率。例如,在 IEEE 802.11 的无线局域网标准下,可应用频率在 2.4、3.6 和 5 千兆赫 (GHz) 范围中。在另一个示例中,IEEE 802.16 使用从 10 至 66 千兆赫,从 2 至 11 千兆赫等频段的宽带无线接入标准。在相对较高的频率处,波长可以相对较短。例如,具有 10GHz 频率的信号具有只有 3 厘米左右的波长。同轴电缆的屏蔽直径可以根据电缆有很大的不同,但通常在几个到几毫米的范围内运行。

[0051] 申请人认识到,虽然设计工具预测用于交叉偶极天线的全向天线方向图,但在实践中,天线方向图将出现不可接受的空值。这些空值可能不希望地造成覆盖“盲点”。申请人认识到,存在由同轴电缆的直径引起的附加相移,其虽然在相对较低的频率和相对较长的波长处可以忽略不计,但在高频处不可以忽略不计。在一个实施例中,当同轴电缆的外屏蔽体的半径(直径的一半)是用于天线的期望波长的至少 2-3% 时,那么所披露的技术将被应用。所形成的天线具有覆盖更好的全向天线方向图。

[0052] 图 6 显示根据本发明实施例的交叉偶极天线的顶视图。附图不是按比例绘制的。臂部的长度的不同被夸大以使改善更容易看到。也显示同轴结构。同轴结构可以对应于,例如,同轴电缆、用于同轴电缆的连接器和适配器或天线本身的配线架的一部分。在图 6 中,只显示交叉偶极天线的导电部分。虽然只显示单个交叉偶极天线,但本发明的实施例可适用于交叉偶极天线的阵列,诸如在 bayed 式阵列中。此外,虽然联系比较薄、细长的臂部进行了图示,但天线的臂部可以具有不同的形状。

[0053] 同轴结构包括中心导体 602 和外屏蔽体 604。在同轴电缆中,电介质材料填充中心导体 602 和外屏蔽体 604 之间的空间。

[0054] 以从上开始的逆时针顺序,天线具有第一臂部 612、第二臂部 614、第三臂部 616 和第四臂部 618。天线的镜像也是适用的。在一个实施例中,图示的臂部 612、614、616、618 是“扇”形的,并被制造在印刷电路上。没有任何图示的臂部 612、614、616、618 具有相同长度,因为优化技术应用到每个偶极。然而,如随后将讨论的那样,在最理想的解决方案中,优化技术仅应用到一对偶极的一个偶极。本领域技术人员会明白,取决于同轴馈线直径及期望的天线频段,交叉偶极天线的精确的尺寸会有所不同。

[0055] 第一臂部 612 和第三臂部 616 形成第一偶极。第二臂部 614 和第四臂部 618 形成第二偶极。在传统的交叉偶极天线中,第一臂部 612 和第三臂部 616 每个具有相同长度,并且每个比期望频带的波长的一半短。此外,在传统交叉偶极天线中,第二臂部 614 和第四臂部 618 具有相同长度,而且每个比期望频带的波长的一半长。

[0056] 在图示实施例中,第一臂部 612 和第二臂部 614 两者都电连接到同轴结构的中心导体 602,具有常规长度。第三臂部 616 和第四臂部 618 电连接到同轴结构的外屏蔽体 604,并且比常规长度较长,优选是外屏蔽体 604 的半径 R 的约 0.6 倍。

[0057]

臂部	连接	相对角度	臂部长度
第一臂部 612	中心	0°	$a \lambda$
第二臂部 614	中心	90°	$b \lambda$
第三臂部 616	屏蔽体	180°	$a \lambda + xR$
第四臂部 618	屏蔽体	270°	$b \lambda + xR$

[0058] 表 I

[0059] 表 I 概述了天线的连接、相对角度、和臂部的长度。从同轴馈线的中心到远端描述每个臂部的长度,其中适当地,每个臂部的近端连接到中心导体或外屏蔽体。与传统技术相

反,每个偶极的臂部的长度是不一样的。在所示实施例中,第一臂部 612 和第二臂部 614 比对应的传统技术的臂部 312、314 短(图 3),并且第三臂部 616 和第四臂部 618 比传统技术的相应臂部 316、318 长(图 3)。在表 I 中,因数 a 对应于传统交叉偶极天线的较短臂部使用的分数。因数 b 对应于传统交叉偶极天线的较长臂部使用的分数。通常情况下,熟练专业人员使用 0.5 作为因数 a 和 b 的起点,并且降低 a 以使相应的臂部电容性更强,和延长 b 以使相应的臂部电感性更强。这提前和延迟相位 45 度,其进而产生臂部之间的正交相位关系。通常采用矢量电压表、网络分析仪以及模拟模型来生成对应于因数 a 和因数 b 的所需的长度。申请人已经认识到,对应的同轴结构(诸如同轴电缆)的外导体半径 R(直径的一半)影响连接到外导体的这些臂部的臂长度。在同轴结构外径相对于臂部的长度变大时,由外导体在天线方向图上引起的扭曲效应变得更加严重。随着频率的增加,臂部的长度减少。此外,由于直径较大的同轴结构在高频率处具有较少损失,随着频率的增加,优选使用较大直径的同轴结构。在一个实施例中,所披露的技术对 1GHz 以上的天线方向图提供明显的优势。在一个实施例中,所说明的技术在同轴结构的外屏蔽体的半径是臂部 612、614、616、618 中的最短的臂部的至少五分之一(1/50)或臂部 612、614、616、618 中的最短的臂部的至少三十分之一(1/30)时是适用的。

[0060] 常数 R 代表同轴结构的外屏蔽体 604 的半径。因数 x 对应于分数,优选地约为 0.6,其乘以半径 R 并且加到第三臂部 616 和第四臂部 618 的长度。来自因数 x 的附加长度没有必要与用于第三臂部 616 和第四臂部 618 的相同。然而,因数 x 可以在一个比较宽泛的范围有所不同。例如,x 可以在约 0.54 至约 0.66 之间变化。在另一个示例中,x 可以在约 0.48 至约 0.72 之间变化。在另一个示例中,x 在约 0.42 至约 0.78 之间变化。在另一个示例中,x 可以在约 0.3 至约 1.2 之间变化。在另一个示例中,x 可以在约 0.15 至约 1.15 之间变化。用于 x 的其它适用的值将由本领域普通技术人员很容易地确定。

[0061] 修改的臂长度对于在高频率处操作的天线方向图是关键属性。在一个实施例中,臂长度是最终用户不可调的预定长度或固定长度。例如,每个臂部可以由电路板上的导电迹线形成。在替代实施例中,臂部可以由棒、管、接线框、板等构造而成。

[0062] 图 7 图示前面关于图 6 描述的交叉偶极天线的实施例的透视图。再次,只图示天线的导电部分。在图 6 和 7 中出现的相同部件由相同参考数字指示。正如前面关于图 6 所讨论,所示实施例的镜像也是适用。

[0063] 由于不需要调整,天线的臂部 612、614、616、618 可以用印刷电路板上的导电迹线(通常是铜)实现。例如,第一臂部 612 和第二臂部 614 可以形成在电路板的第一侧(例如上侧)上,并第三臂部 616 和第四臂部 618 可以形成在第二侧(例如,降低下侧)上。例如,中心导体 602 可以被焊接以电连接到用于第一臂部 612 和第二臂部 614 的迹线,并且外屏蔽体 604 可以被焊接以连接到用于第三臂部 616 和第四臂部 618 的迹线。在另一个实施例中,迹线形成在电路板的不同层上,其不是必然地在电路板的相对侧上。当然,适配器和/或连接器也可以设置在天线的同轴结构和臂部 612、614、616、618 之间。

[0064] 优选地,来自天线的每个偶极的一个臂部的长度从标准交叉偶极尺寸的长度开始延长,以弥补同轴结构的影响。然而,在另一个实施例中,每个偶极不包括具有如在此教导的修改后的的长度的臂部。

[0065] 可以使用各种软件程序模拟天线。例如,可以使用 EZNEC,这是可从以下网址:

<http://www.eznec.com/> 获得的软件工具。申请人以 1000 为因素缩放大小和波长（以 1/1000 为因数缩放频率）以运行在图 8 和图 9 所示的模拟。千分之一英寸的所有尺寸缩放到英寸，千兆赫（GHz）频率缩放到兆赫（MHz）。

[0066] 表 II 和表 III 说明用于在约 9.4 千兆赫处的操作的天线的尺寸的示例。表 III 对应于现有技术图 3，表 III 对应于图 6 和图 7 所示的实施例。这些长度从同轴结构的中心开始测量。此外，模拟模型包括 0.1 英寸直径的同轴电缆馈线。

[0067]

臂部	连接	臂部长度
第一臂部 312	中心	0.225 英寸
第二臂部 314	中心	0.265 英寸
第三臂部 316	屏蔽体	0.225 英寸
第四臂部 318	屏蔽体	0.265 英寸

[0068] 表 II

[0069]

臂部	连接	臂部长度
第一臂部 612	中心	0.215 英寸
第二臂部 614	中心	0.250 英寸
第三臂部 616	屏蔽体	0.235 英寸
第四臂部 618	屏蔽体	0.280 英寸

[0070] 表 III

[0071] 该模拟假设无损导线并且在自由空间中（没有接地）建模。为对馈线的屏蔽体的开口端的效果进行建模，在模型中包括八角形图案的导线。此外，轮辐形图案的导线载送电流到用于对屏蔽体的开口端进行建模的八角形图案的导线。

[0072] 图 8 图示具有在表 II 中所示的尺寸的现有天线在 9.4GHz 处的模拟结果。在模拟模型中包括馈线的情况下，该模拟展示出不可取的“芸豆”形图案。

[0073] 图 9 显示交叉偶极天线的实施例在 9.4GHz 处的模拟结果。在图 9 中也模拟馈线。如模拟结果说明，天线方向图几乎是全向的。模拟的模型对应于具有“扇”形臂部的平面天线，可以很容易地在印刷电路板上制作这种平面天线。每个扇形臂部在模拟中由 3 个导线模拟。

[0074] 虽然在单个交叉偶极的背景下说明，但本文所述的交叉偶极天线的原则和优势也适用于天线阵列，或适用于与反射器结合，诸如当交叉偶极天线夹在两个盘之间时。这样的配置在搜索和救援转发器（SARTs）中是有用的。在一个实施例中，多个交叉偶极天线可以布置在具有垂直同轴馈线的阵列中，其中多组臂部沿着阵列的高度以一定的间距布置。在

具有反射器的另一个示例中,需要最低点或最高点方位,并且交叉偶极天线发射圆极化波作为用于反射器的馈给信号,反射器可以是例如用于形成后腔圆极化天线的抛物面反射器或“盘”或任何其他反射器。例如,根据本发明实施例的交叉偶极天线可以与在交叉偶极天线的一侧上的板结合,以向在交叉偶极天线的另一侧上的盘馈送信号。

[0075] 本发明的具有特定极化的交叉偶极天线的实施例可以有利地结合具有正交于该交叉偶极天线的极化的极化的一个或多个其他天线,以形成具有正交极化的特征的天线系统,其可利用于极化分集和/或空间复用。例如,具有水平极化的交叉偶极天线可以结合具有垂直极化的偶极天线或单极天线。在空间复用的情况下,具有正交极化的电磁波可以载送独立的信息,与单极化系统相比,这可以允许数据速率的增加。参见例如 M. Shafi, M. Zhang, A. L. Moustakas, P. J. Smith, A. F. Molisch, F. Tufvesson, and S. H. Simon, Polarized MIMO Channels in 3D: Models, Measurements and Mutual Information, IEEE J. Selected Areas Comm., 24, 514-527 (2006)。因此,相比不能发送/接收正交极化的系统,可以使数据速率加倍。对于极化分集的情况,相同信息可以以两种正交极化传输,并且由于这两种极化的衰退是独立的,因此极化分集提供更大的信号稳健性。在极化分集的情况下,具有相互正交的极化的波彼此干扰比不具备正交极化的波少得多。因此,可以通过利用水平极化的系统执行的吞吐量或数据速率可以是没有极化分集的系统近两倍。许多配置,将交叉偶极天线与用于极化分集的另一个天线结合的多种配置是可能的,并且如下配置是说明性而不是限制性的。

[0076] 图 10 图示利用极化分集的天线的 2×2 阵列的示例。该阵列可以用作多输入和多输出 (MIMO) 系统的部件。 2×2 阵列中的每个天线连接到其自己的同轴结构,其可以是同轴电缆(刚性或柔性)。同轴结构的另一端然后可以连接到发射机、接收器、发射机/接收器、收发器或类似物(未显示)。

[0077] 在图 10 的图示示例中,第一交叉偶极天线 1002 和第二交叉偶极天线 1004 在第一方位上提供极化。第一交叉偶极天线 1002 和第二交叉偶极天线 1004 可以对应于前面关于图 6 和 7 描述的交叉偶极天线。第一单极天线 1006 和第二单极天线 1008 在与第一方向正交的第二方向上提供极化。例如,第一极化可以是水平的,并且第二极化可以是垂直的。

[0078] 在一个示例中,第一单极天线 1006 由同轴结构 1014 的中心导体部分 1010 和折回部分 1012 形成。中心导体部分 1010 和折回部分 1012 中的每一个是所关心的频率的近似四分之一波长。折回部分 1012 连接至同轴结构 1014 的屏蔽体。当然,天线可以被封装在塑料或类似物中,从而底层结构对于肉眼是不可见的。

[0079] 天线 1002、1004、1006、1008 可以具有相同或可以具有不同频率范围。在可替换的实施例中,偶极天线可以代替第一单极天线 1006 和第二单极天线 1008 的一个或多个使用。

[0080] 阵列可以具有 2×2 以外的维度。例如,可以使用两个天线的较小阵列,诸如具有彼此正交的第一交叉偶极天线 1002 和第一单极天线 1006。

[0081] 另一个变化对应于增加阵列的尺寸,诸如布置 3×3 阵列、 4×4 阵列或者甚至更大的天线。当然,许多变化是可能的。例如,非矩形阵列,诸如三角阵列、圆形阵列也是适用的。

[0082] 图 11 说明具有使用交叉偶极天线 1102 的正交极化与使用“T 形”的单极天线 1104 相结合的天线的另一个示例。图示的实施例是“所有功能于一身”的设计的一个示例。其他“所有功能于一身”的配置将由本领域技术人员很容易地确定。交叉偶极天线 1102 可以

对应于前面关于图 6 和 7 描述的交叉偶极天线。同轴结构的端部 1106 连接到发射机、接收器、发射机 / 接收器、收发器等。“T 形”部分的长度可以被调整以校正阻抗的不匹配。诸如 Smith Chart 的技术可以用来帮助设计师。

[0083] 在图示的示例中,相同馈线向交叉偶极天线 1102 和单极天线 1104 两者馈送信号以向两种正交极化提供相同的信号。在相同的馈线向交叉偶极天线 1102 和单极天线 1104 两者馈送信号时,可变移相器(未显示)插入 T 形与交叉偶极天线 1102 和单极天线 1104 中的至少一个之间,以在交叉偶极天线 1102 与单极天线 1104 之间产生相对的相位差,所述相移被选择以使其导致改善整体检测到的信号的信号噪声干扰比。在一个实施例中,可变移相器对应于具有多个可选路径长度的装置,所述多个可选路径长度被选择和被取消选择以改变通过移相器的信号的路径长度并因而通过移相器的信号的相位。PIN 二极管可以用来激活特定路径。这些 PIN 二极管可以响应于来自诸如微处理器之类的控制电路的控制信号而被选择性地激活。也可以代替地使用场外的现成的移相器。例如,合适的移相器可从 Narda Microwave、Microtek 等公司获得。

[0084] 关于移相频率,用于移动完整相位周期(360 度)的相位频率可以在十分广泛范围中变化,但应至少与系统的接收器和发射机之间的最大期望多普勒频移一样高。当然,多普勒频移随着被传送的 RF 频率变化。例如,在 WiFi 无线接入点的示例中,无线接入点的控制器或微处理器可以控制可变移相器的相移。移相频率可以预先设定到特定频率,诸如但不仅限于几千赫兹,或可以响应于所遇到的变化的多普勒频率而相适应地调整。

[0085] 在可替代的实施例中,交叉偶极天线 1102 和单极天线 1104 可以保持其相对的方位,但是代替地可以连接到单独的馈线。到单独馈线的信号 / 来自单独馈线的信号可以是基频开始移动的升频 / 移动到基频的降频,以便能够独立地处理基带中的信号。这种方法可用于分集和空间复用两者。

[0086] 虽然前面在全尺寸的交叉偶极天线的情况中进行了描述,但交叉偶极天线的原则和优势也适用于交叉偶极天线的小型化版本。天线技术方面的小型化不是单纯的缩放。在全尺寸交叉偶极天线中,天线的臂部的物理长度与电长度相同。因此,用于前面关于表 I、II 和 III 描述的臂部的长度适用于臂部的物理长度和电长度两者。

[0087] 在天线小型化的情况下,偶极的臂部的物理长度可以较臂部的有效电长度或虚拟长度短。小型化臂部的有效电长度为臂部用直的、非常薄的导体(以避免电容性负载)制成并处于自由空间时应具有的电性能的相应长度。天线小型化技术是众所周知的技术,并且包括加载或负载技术以及将天线嵌入具有相对高介电常数和 / 或高相对磁导率的材料中的技术。对于加载技术的示例,读者被引导到来自 Freescale Semiconductor 公司的应用笔记 AN2731,2006 年 7 月,修订版 1.4,名为紧凑型集成天线,其可在以下网址处获得:

[0088] <http://www.freescale.com/files/rf_if/doc/app_note/AN2731.pdf>。

[0089] 可以使用非常广泛的加载技术以在物理上缩短交叉偶极天线的一个或多个臂部同时保持有效电长度关系。在天线小型化的情况下,用于前面关于表 I、II、III 描述的臂部的长度应用于臂部的有效电长度并且与用于小型化的臂部的物理长度不同。

[0090] 为了便于比较,图 12A 显示传统偶极示例。图 12B-12G 图示非穷尽的传统加载技术的示例,用于可以应用到根据本发明的实施例的交叉偶极天线的一个或多个臂部的偶极。其他加载技术,包括尚未被发现的加载技术,也可以适用。在图 12B-12G 中,加载技术应用

到偶极的每一臂部。然而,这些加载技术可以应用到偶极的一个或两个臂部(例如,一个非加载臂部和一个加载臂部)、到交叉偶极天线的一个或两个偶极,可以被结合从而多于一种类型的加载技术可以应用到交叉偶极天线的偶极或两个偶极,并且甚至可以结合以使超过一种的加载技术可以应用于交叉偶极天线的特定臂部。

[0091] 图 12B 图示说明弯曲偶极的示例。图 12C 说明折叠的示例,在图示的情况中,双折叠偶极。图 12D 图示电容端部装载的示例,其也被称为“顶帽”。电容端部装载可以通过在臂部的远端处使用电容板实现。图 12E 说明弯曲模式装载的示例。在图 12B-12E 中图示的装载技术可以如图所示在 2 维平面中实现。在天线是集成电路的一部分时或由于其他包装的原因时,这是有利的。然而,装载技术也可以是弯曲、折叠、端部装载或在 3 维中弯曲。图 12F 图示电感装载的示例,其通常可以使用线圈实现。图 12G 图示以发夹配置的梢头装载的示例。在另一个示例中,臂部可以具有“扇”形状。具有扇形臂部,在远端处的臂部部分比靠近同轴结构的臂部的部分宽。

[0092] 图 13A 图示根据发明实施例的交叉偶极天线的顶视图,其中每个臂部 1312、1314、1316、1318 通过端部折叠而变得紧凑。同轴结构包括中心导体 1302 和外屏蔽体 1304,其可以对应于先前关于图 6 描述的中心导体 602 和外屏蔽体 604。第一臂部 1312、第二臂部 1314、第三臂部 1316 和第四臂部 1318 具有分别地与先前关于图 6 描述的实施例的第一臂部 612、第二臂部 614、第三臂部 616 和第四臂部 618 相同的有效电长度,但是臂部 1312、1314、1316、1318 在物理上较短。天线的镜像也可以是适用。图 13A 的天线仅用于图示目的,并且不必然按比例绘制。虽然图示每个臂部是折叠的,但在其他实施例中,一个、两个或三个臂部通过端部折叠而变得紧凑,其他臂部或者不变得紧凑或以不同的技术变得紧凑。因此,小型化的臂部可以对应至少一个弯曲臂部、折叠臂部、电容性端部加载臂部、蜿蜒图案加载臂部或电感性加载臂部。

[0093] 图 13B 图示根据发明实施例的交叉偶极天线的顶视图,其中每个臂部 1332、1334、1336、1338 通过蜿蜒形式而变得紧凑。同轴结构包括中心导体 1322 和外屏蔽体 1324,其可以对应于先前关于图 6 描述的中心导体 602 和外屏蔽体 604。第一臂部 1332、第二臂部 1334、第三臂部 1336 和第四臂部 1338 具有分别地与先前关于图 6 描述的第一臂部 612、第二臂部 614、第三臂部 616 和第四臂部 618 相同的有效电长度,但是臂部 1332、1334、1336、1338 在物理上较短。天线的镜像也是适用的。图 13B 的天线被绘制仅用于图示目的,并且不一定按比例绘制。虽然图示有每个臂部是蜿蜒形的,但在其他实施例中,一个、两个或三个臂部通过蜿蜒形式而变得紧凑,并且其他臂部不变得紧凑或用不同技术变得紧凑。蜿蜒图案还可以包括用于阻抗匹配的短截线。

[0094] 图 14A 显示根据发明实施例的交叉偶极天线的顶视图,其中两个臂部 1412、1416 通过电容性端部加载被变得紧凑,并且两个臂部 1414、1418 通过蜿蜒图案而变得紧凑。同轴结构包括中心导体 1402 和外屏蔽体 1404,其可以对应于关于图 6 描述的中心导体 602 和外屏蔽体 604。第一臂部 1412、第二臂部 1414、第三臂部 1416 和第四臂部 1418 具有分别地与先前关于图 6 描述的第一臂部 612、第二臂部 614、第三臂部 616 和第四臂部 618 相同的有效电长度,但是臂部 1412、1414、1416、1418 在物理上较短。天线的镜像也是适用的。图 14B 的天线被绘制仅用于图示目的,并且不一定按比例绘制。当然,其他组合都是可行的。

[0095] 图 14B 显示 14A 中所描述的交叉偶极天线的透视图。此外,天线的臂部嵌入在具

有较高的相对介电常数 ϵ_r 和 / 或高的相对磁导率 μ_r 的材料中。高的相对介电常数 ϵ_r 、高的相对磁导率 μ_r 或两者的特性,可以进一步缩小天线的物理尺寸,同时保持用于臂部的较大有效电长度。

[0096] 天线的臂部可以嵌入在具有较高相对介电常数 ϵ_r 和 / 或高的相对磁导率 μ_r 的材料中,用于包装或小型化。自由空间的相对介电常数和相对磁导率是 1。在一个实施例中,高的相对介电常数包括用于至少 1.1 的相对介电常数的值。在一个实施例中,高的相对磁导率包括用于至少 1.1 的相对磁导率的值。当期望小型化或包装时,将臂部嵌入在具有高的相对介电常数 ϵ_r 特性和 / 或高的相对磁导率 μ_r 特征中的一个或者两者的材料中,可以适用于另外的全尺寸天线,并适用于利用先前关于图 12B-12G 描述的一种或多种加载技术的天线。

[0097] 图 15 图示图 11 的示例,绘制出了的可变移相器 1508。在图示的实施例中,可变移相器 1508 插入 T 形和天线 1104 之间。例如,无线接入点的控制器或微处理器可以控制可变移相器的如由输入“相移相移控制”指示的相移。相移频率可以预先设定到特定频率,诸如,但是不限于,几千赫兹,或者可以响应于所遇到的变化的多普勒频而自适应调整。

[0098] 现在回到图 6,在又一个实施例中,第一臂部 612 和第三臂部 616 形成第一偶极。第二臂部 614 和第四臂部 618 形成第二偶极。在传统的交叉偶极天线中,第一臂部 612 和第三臂部 616 中的每一个都具有相同长度,并且每个短于期望的频带的波长的四分之一。此外,在传统交叉偶极天线中,第二臂部 614 和第四臂部 618 具有相同长度,并且每个长于期望的频带的波长的四分之一(尽管使用一些小型化技术)。根据本发明的实施例,交叉偶极天线的偶极的臂长度可以如以下关于表 IV 描述的那样变化。

[0099]

臂部	连接	相对角度	臂部长度
第一臂部 612	中心	0°	$a \lambda - y_1 R$
第二臂部 614	中心	90°	$b \lambda - y_2 R$
第三臂部 616	屏蔽体	180°	$a \lambda + y_3 R$
第四臂部 618	屏蔽体	270°	$b \lambda + y_4 R$

[0100] 表 IV

[0101] 在一个实施例中,四个调整因数 y_1 、 y_2 、 y_3 和 y_4 并不需要是相同的,而优选的是,所有四个臂部性能最优化。在前面关于表 III 所述的配置中,该示例产生如图 8 所示的方向图,有利地展现出振幅相对相等的相位正交。相比之下,表 II 的配置产生如图 9 所示的方向图。现在回到前面关于表 IV 所述的配置,通过调整因数 y_3 和 y_4 实现的外屏蔽体连接臂部 616、618 的加长与通过调整内导体连接臂部 612、614 的因数 y_1 和 y_2 实现的一些缩短同时出现。

[0102] 以下,表 V 概述天线的另一个实施例的连接、相对角度、臂部长度。从同轴馈线的中心到远端描述每个臂部的长度,其中每个臂部的近端根据需要连接到中心导体或外屏蔽体。与传统技术相反,每个偶极的臂部的长度是不一样的。在图示的实施例中,第一臂部

612 和第二臂部 614(图 6) 短于传统技术相应的臂部 312、314(图 3), 并且第三臂部 616 和第四臂部 618 比传统技术(图 3) 相应的臂部 316、318 长。在表 V 中, 因数 a 对应于用于传统交叉偶极天线的较短的臂部的分数。因数 b 对应于用于传统交叉偶极天线的较长臂部的分数。在一个实施例中, 熟练的从业者使用 0.25 作为用于因数 a 和因数 b 的开始点。然后通过降低 a 以使相应的臂部具有更大电容性, 加长 b 以使相应臂部具有更大的电感性, 电流的相位被分别地提前和延迟。当每个相位已经改变 45 度时, 产生所需的臂部之间的正交相位关系。通常采用矢量电压表、网络分析仪以及模拟模型来生成对应于因数 a 和因数 b 的所需长度。申请人已经认识到, 诸如同轴电缆之类的相应同轴结构的外导体的半径 R(直径的一半) 影响连接到外导体的这些臂部的臂部长度。由于同轴结构外径相对于臂部的长度变得更大, 由外导体在天线方向图上引起的扭曲效应变得更加严重。随着频率的增加, 臂部的长度减少。此外, 由于较大直径同轴结构在高频率处具有较少损失, 优选地随着频率的增加而使用较大直径同轴结构。在一个实施例中, 所披露的技术对 1GHz 以上的天线方向图提供了明显优势。参见例如图 9 的方向图。相比之下, 根据现有技术, 图 8 的“芸豆”形方向图是不可校正的。在一个实施例中, 图示的技术在同轴结构的外屏蔽体的半径是臂部 612、614、616、618 中的最短的臂部的至少五分之一 ($1/50$) 或臂部 612、614、616、618 中的最短的臂部的至少三十分之一 ($1/30$) 时是适用的。

[0103] 常数 R 代表同轴结构的外屏蔽体 604 的半径。因数 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 对应于分数, 优选是约 0.6, 其乘以半径 R 并且加到第三臂部 616 和第四臂部 618 的长度。然而, 因数 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 可以在相对宽的范围内改变。例如, 因数 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 可以在约 0.54 至约 0.66 之间变化。在另一个示例中, y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 可以在约 0.48 至约 0.72 之间变化。在另一个示例中, y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 可以在约 0.42 至约 0.78 之间变化。在另一个示例中, y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 可以在约 0.3 至约 1.2 之间变化。在另一个示例中, y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 可以在约 0.15 至约 1.15 之间变化。用于 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 的其他适用值将由本领域普通技术人员很容易地确定。

[0104] 表 IV 说明适用于在约 9.4 千兆赫处操作的天线的实施例的尺寸的示例, 其中天线具有使用印刷电路 (PC) 板上的铜迹线制造的扇形臂部。臂部的这种扇形以及 PC 板的电介质具有精细的小型化效果, 并且作为结果, 图示实施例的每个臂部长度都短于自由空间波长的四分之一。例如, 臂部在远端处的延伸具有与先前关于图 12D 描述的电容性端部加载臂部类似的效果。这些长度是从同轴结构的中心开始测量的。此外, 模拟模型包括 0.1 英寸直径同轴电缆馈线。

[0105]

臂部	连接	调整	调整/R	调整 (英寸)	臂部长度	相关的 调整/R
第一臂部 612	中心	$-y_1R$	-0.2	-0.01	0.215 英寸	n/a
第二臂部 614	中心	$-y_2R$	-0.3	-0.015	0.250 英寸	n/a
第三臂部 616	屏蔽体	y_3R	0.2	+0.01	0.235 英寸	$x=y_1+y_3$ $= 0.4$
第四臂部 618	屏蔽体	y_4R	0.3	+0.015	0.280 英寸	$x=$ $y_2+y_4 =$ 0.6

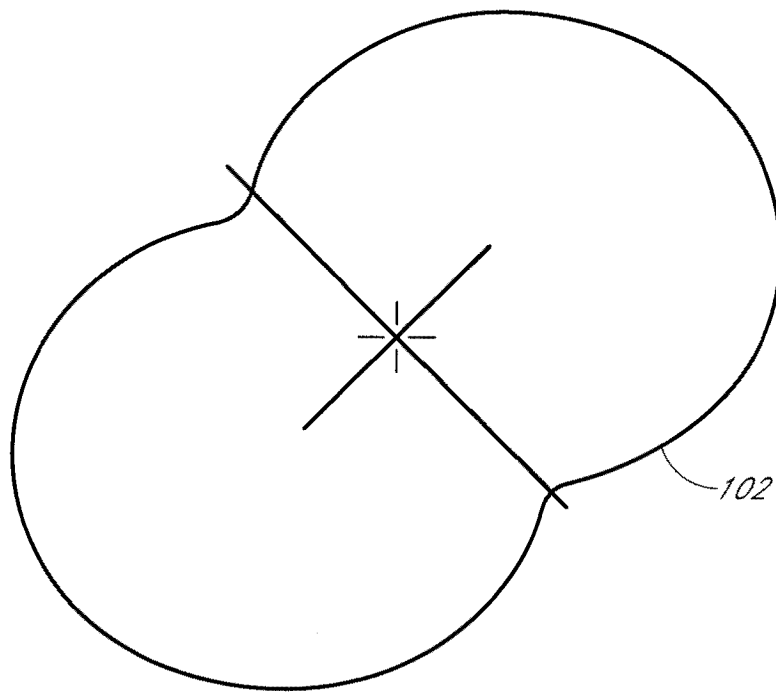
[0106] 表 V

[0107] 在表 V 中,“臂部”栏描述特定臂部,“连接”栏描述用于臂部的连接,“调整”栏对应于先前关于表 IV 描述的臂部的调整。“调整/R”栏显示用于 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 的实际值,如用在如表 III 所示的具有 0.1 英寸直径 (0.05 英寸半径) 同轴结构的示例中。“调整 (英寸)”栏以英寸描述调整。“臂部长度”描述整体臂部长度,并且“相对调整/R”描述先前关于表 1 描述的相应 x 值。

[0108] 天线的臂部 612、614、616、618 可以用印刷电路板上的导电迹线 (通常是铜) 实现。例如,第一臂部 612 和第二臂部 614 可以形成在电路板的第一侧 (例如,上侧) 上,第三臂部 616 和第四臂部 618 可以形成在电路板的第二侧 (例如,下侧) 上。例如,中心导体 602 可以被焊接以电连接到用于第一臂部 612 和第二臂部 614 的迹线,并且外屏蔽体 604 可以被焊接以连接到用于第三臂部 616 和第四臂部 618 的迹线。在可替换实施例中,迹线形成在电路板的不同层上,其不必然在电路板的相对侧上。当然,适配器和/或连接器也可以被设置在天线的同轴结构和臂部 612、614、616、618 之间。

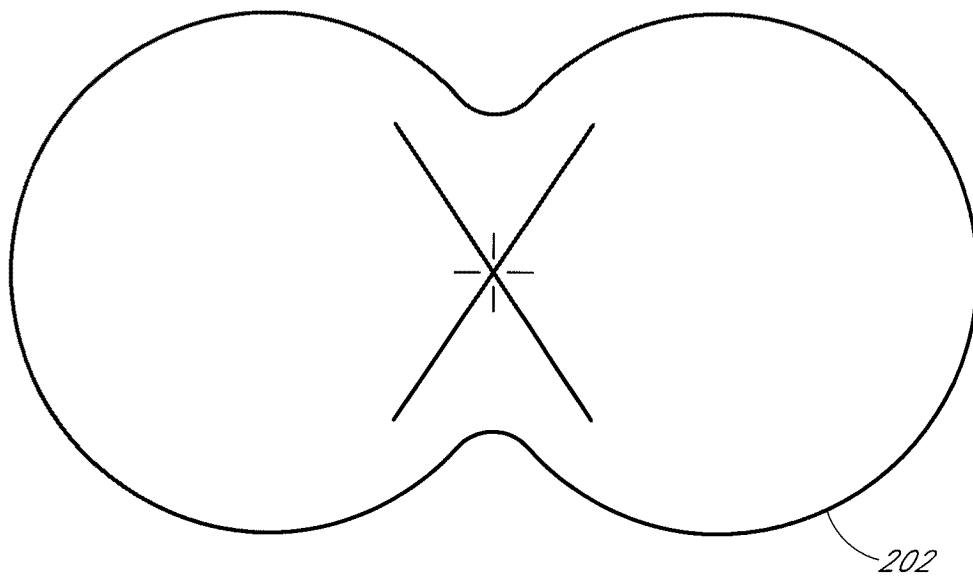
[0109] 如上面所述的交叉偶极天线可用于多种应用,例如但不限于,基站、无线路由器、无线接入点、无线网桥、蜂窝电话基站、蜂窝电话、无线电脑、便携式或手持式电脑、电视、视频游戏机、互动亭、数码相机、数码摄像机、数码音乐播放器、其他电子装置或组合机顶盒。交叉偶极天线可以使用的应用的另一个示例是在家庭基站 (femtocell) 中。

[0110] 以上描述了各种实施例。虽然参考这些具体实施例进行了描述,但描述的目的是说明性的而不是限制性的。本领域技术人员可以想到各种修改和应用。



不相等振幅

图 1(现有技术)



非相位正交

图 2(现有技术)

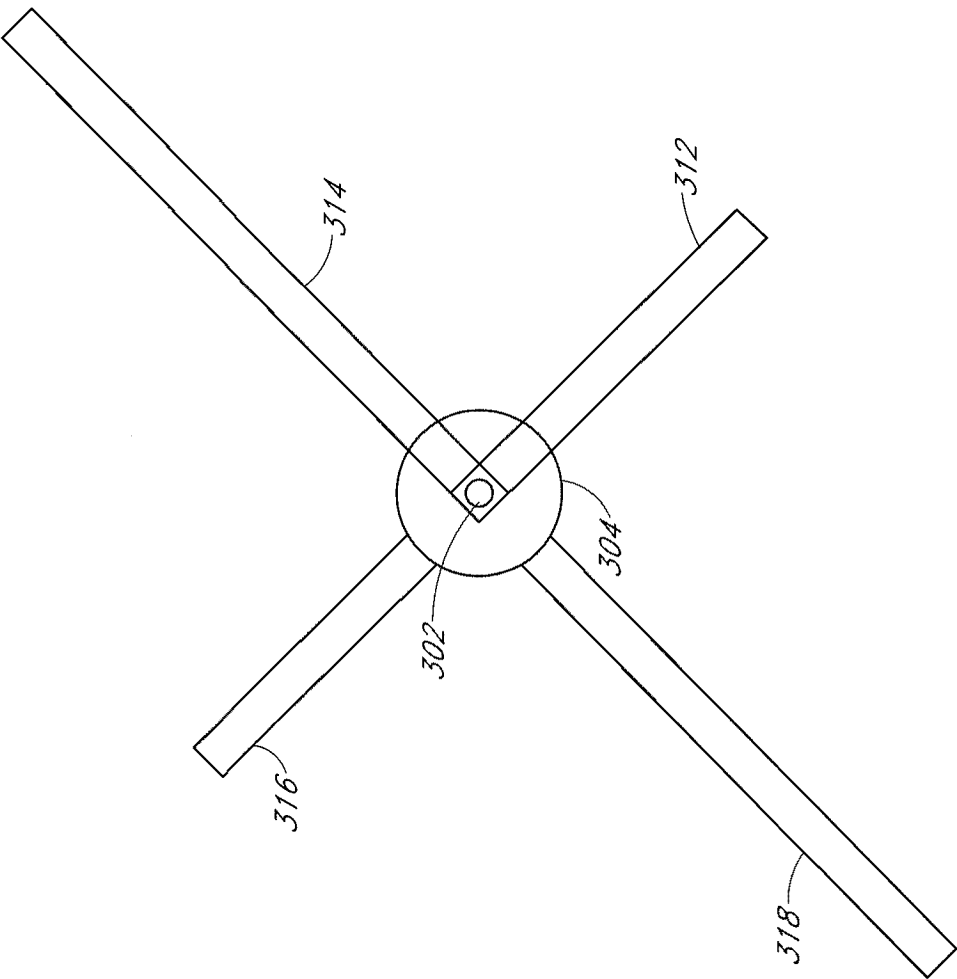


图 3(现有技术)

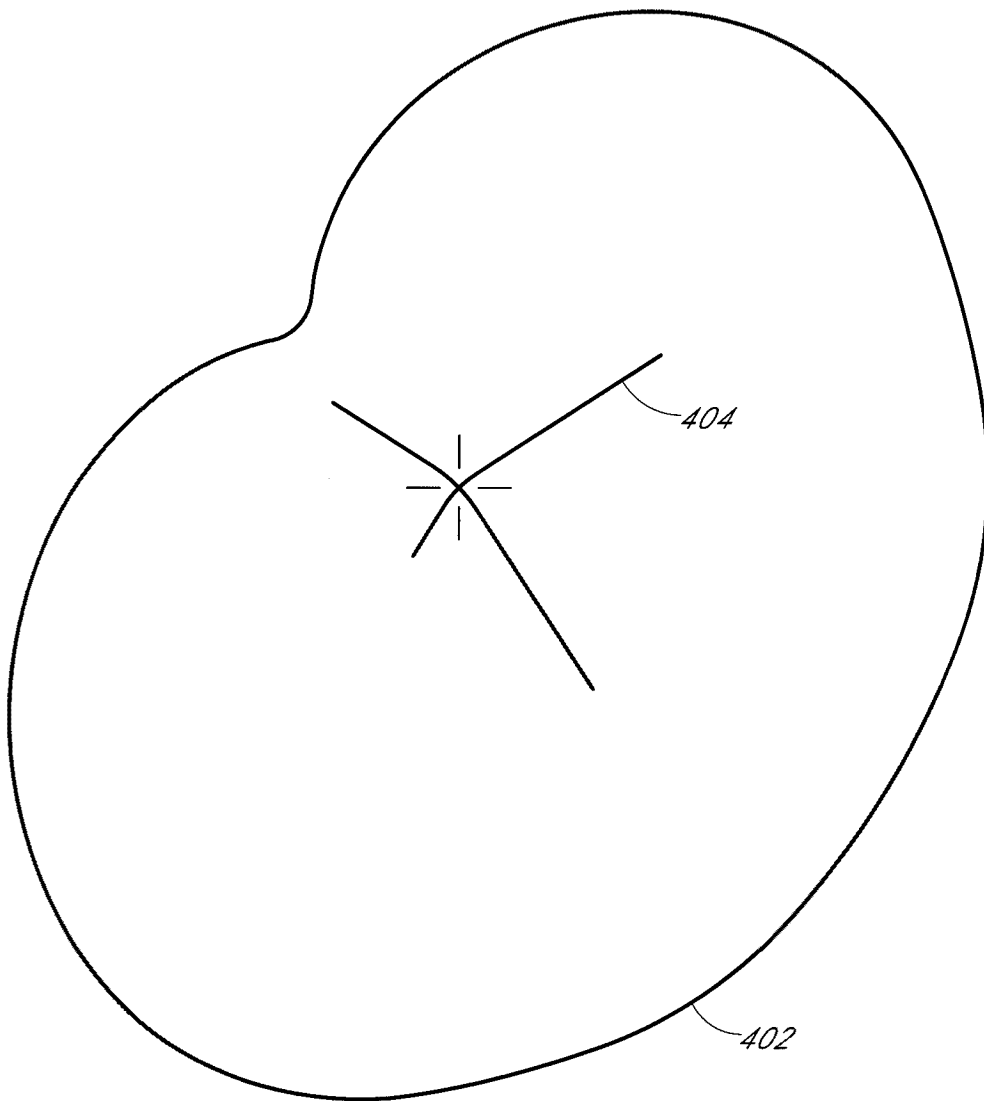


图 4(现有技术)

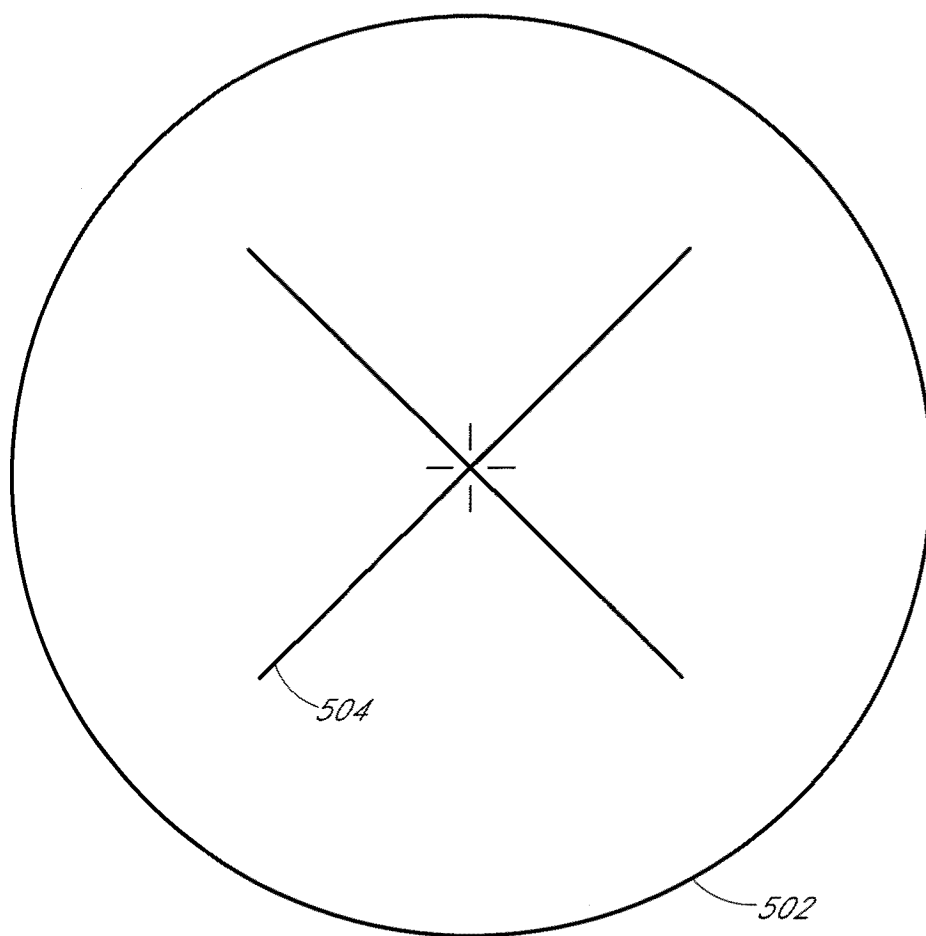


图 5

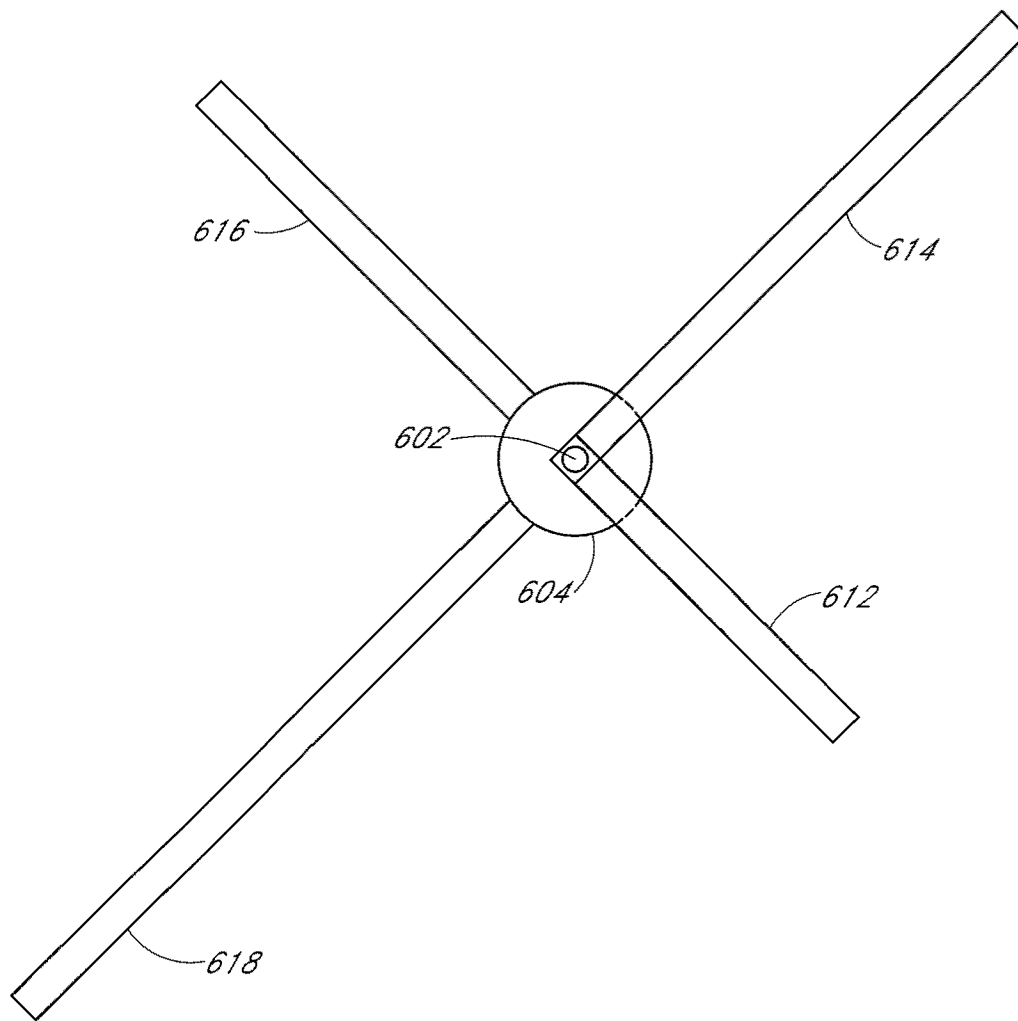


图 6

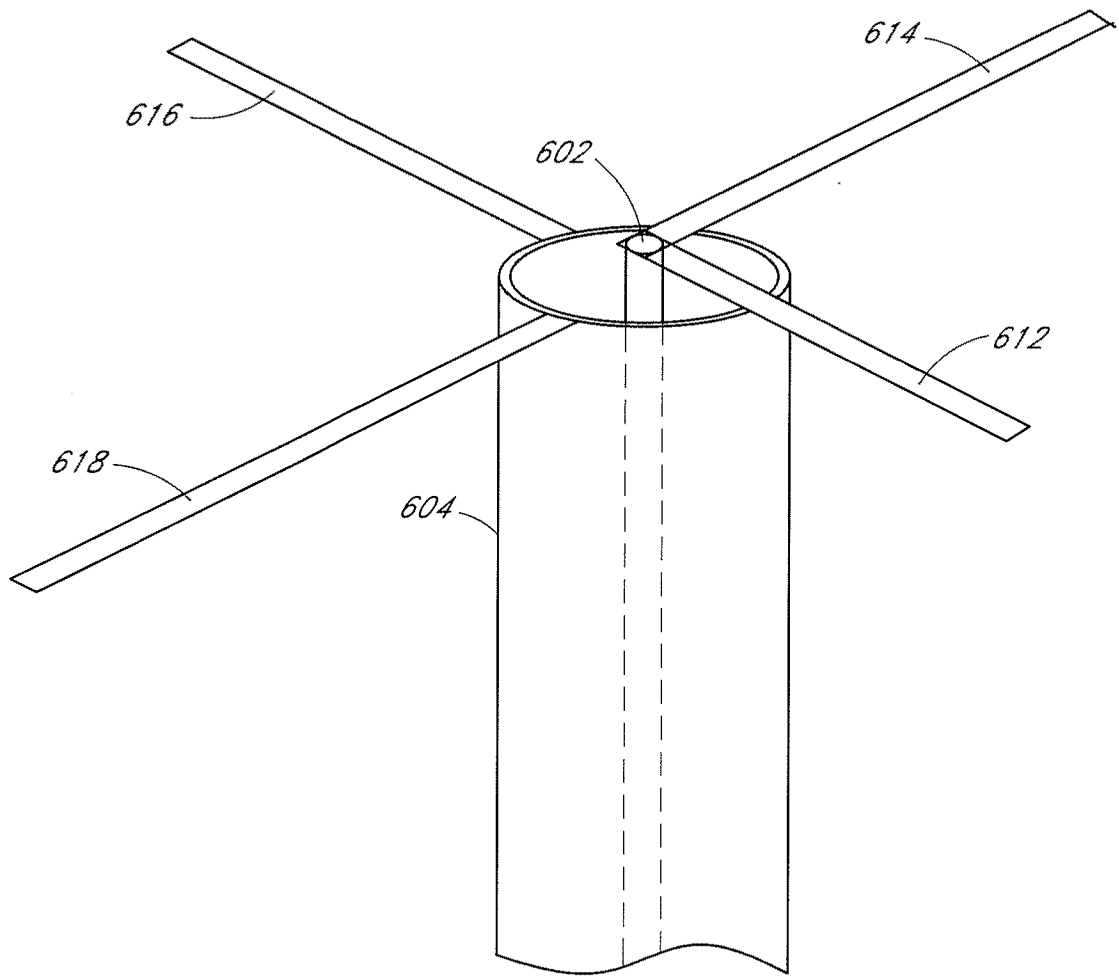


图 7

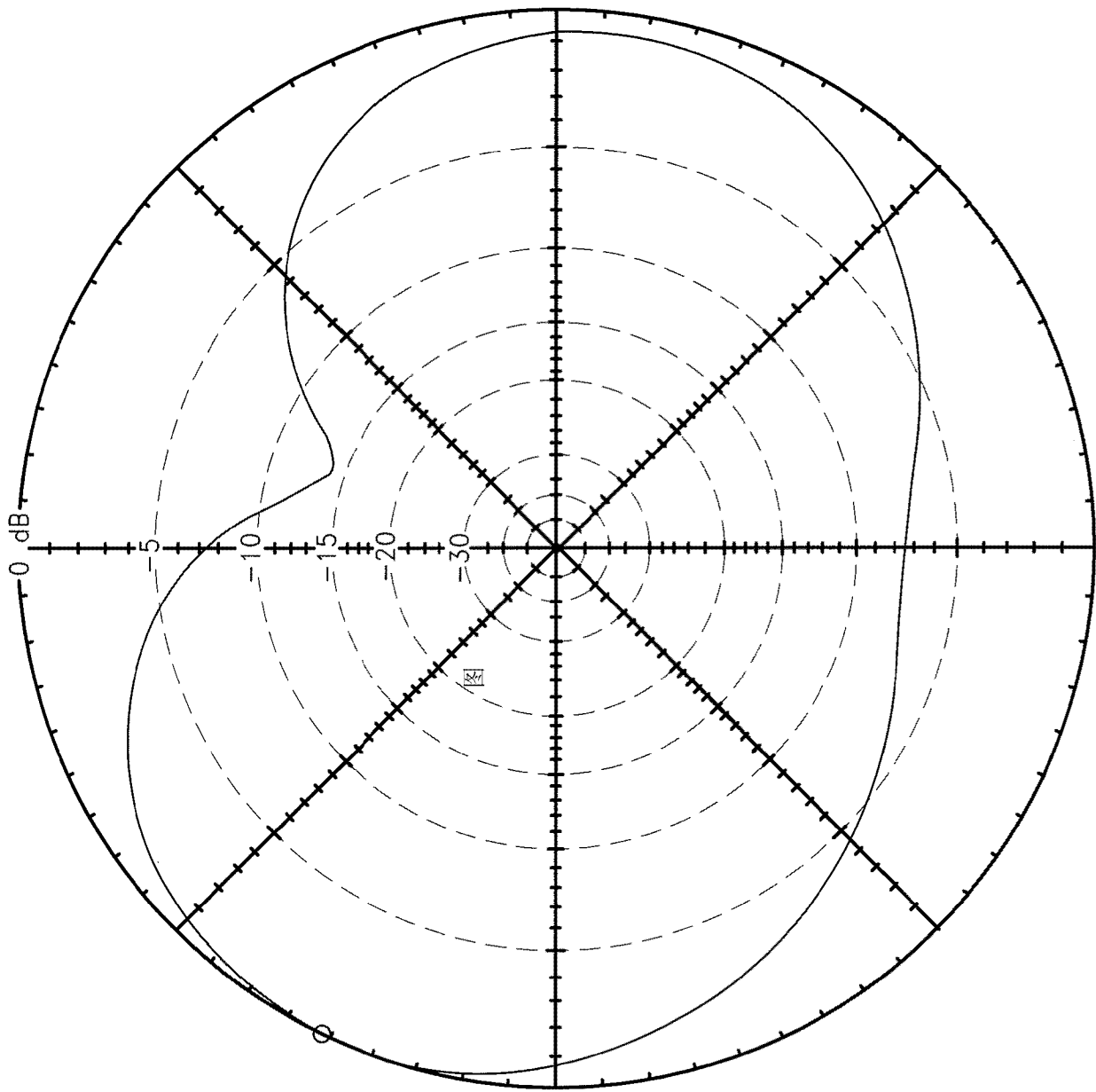


图 8(现有技术)

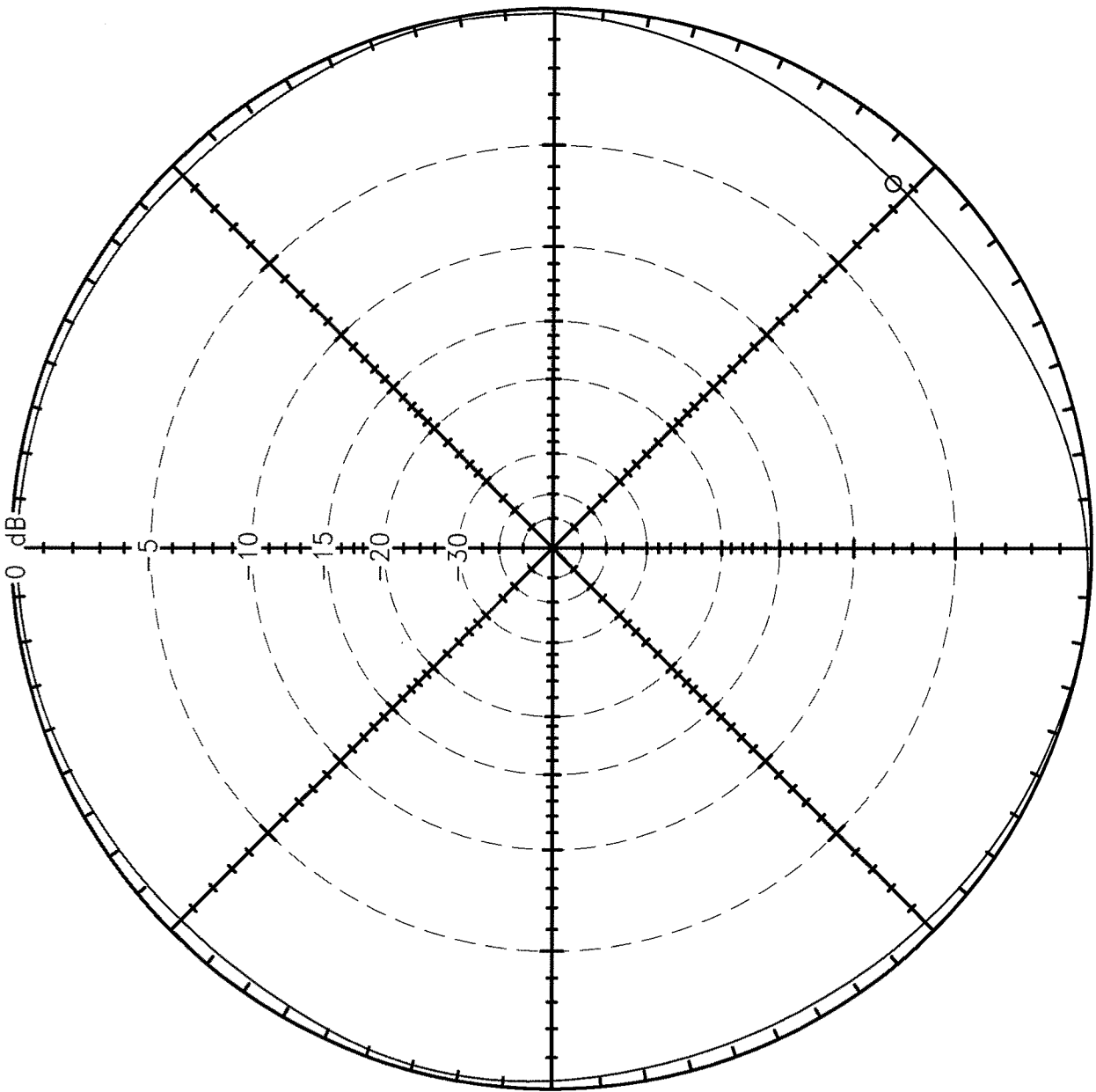


图 9

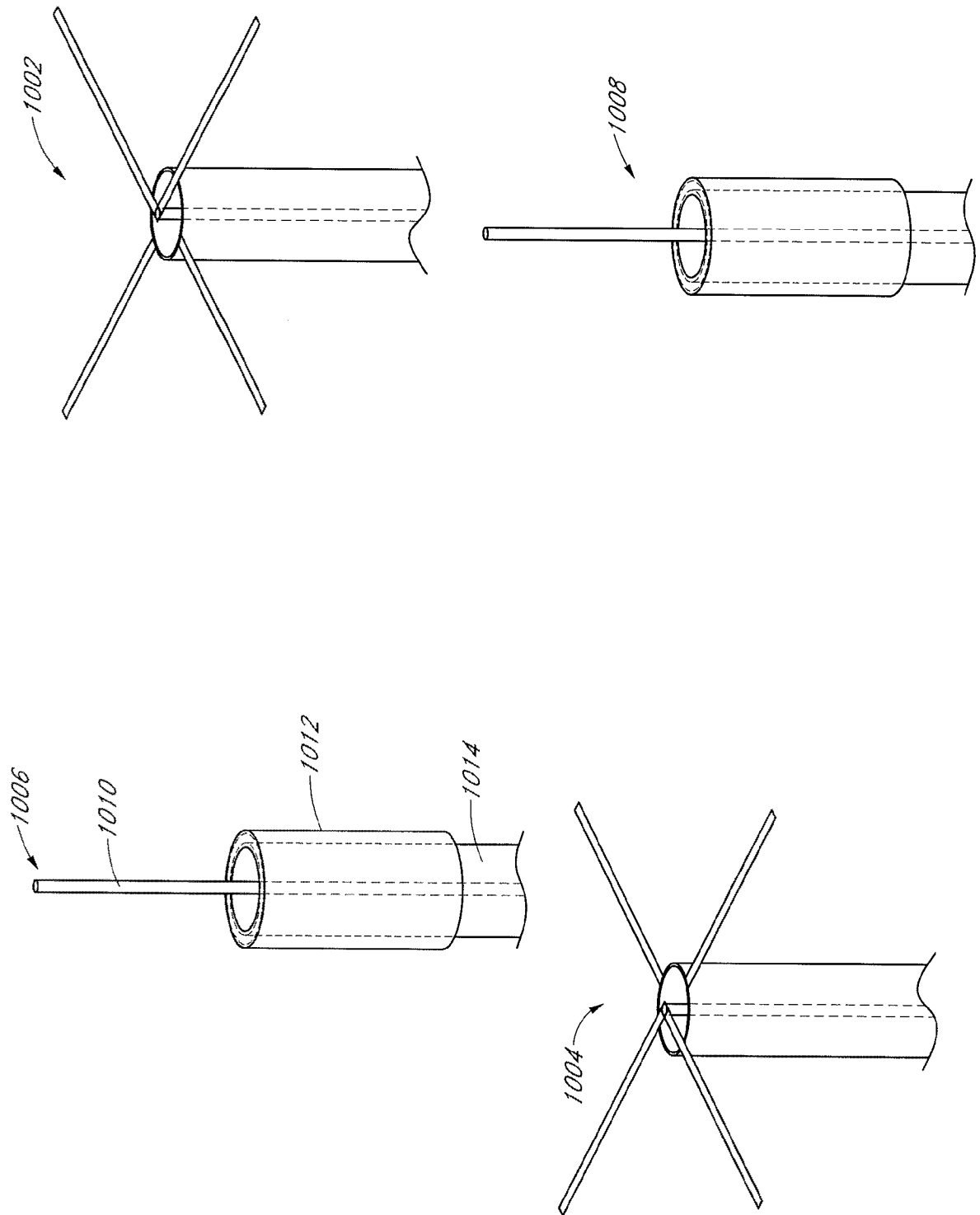


图 10

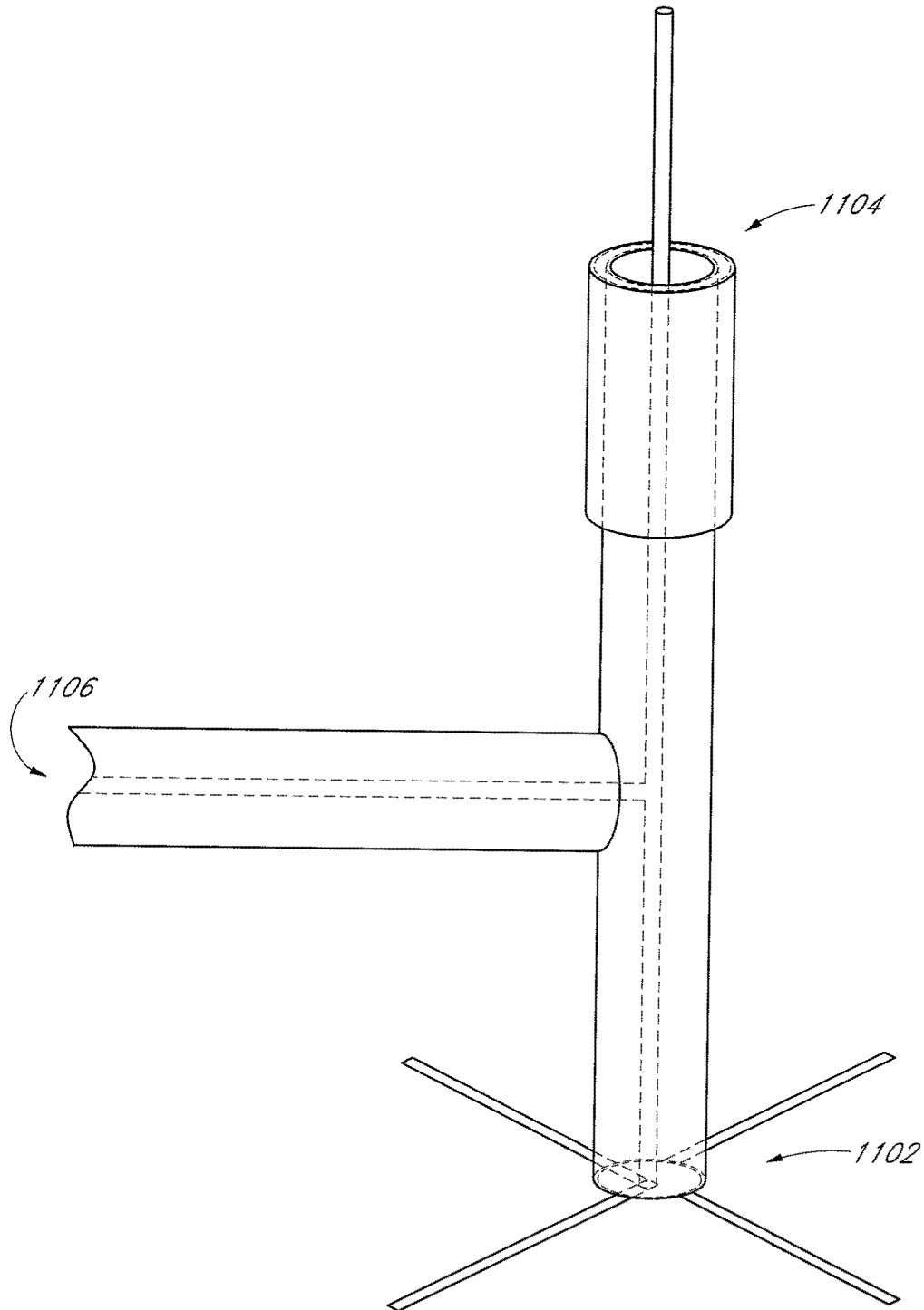


图 11

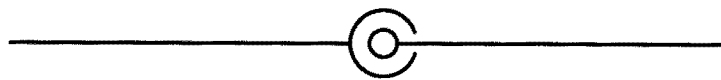


图 12A(现有技术)

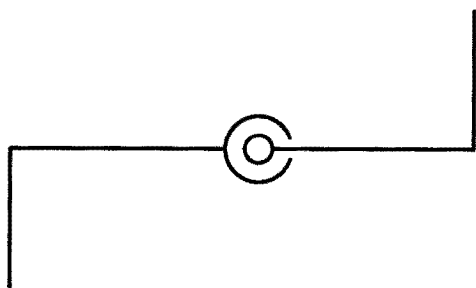


图 12B(现有技术)

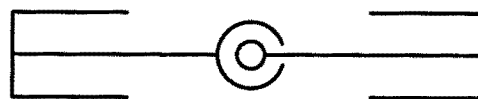


图 12C(现有技术)

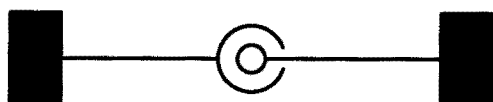


图 12D(现有技术)

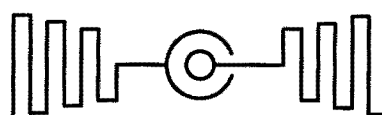


图 12E(现有技术)

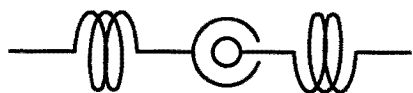


图 12F(现有技术)

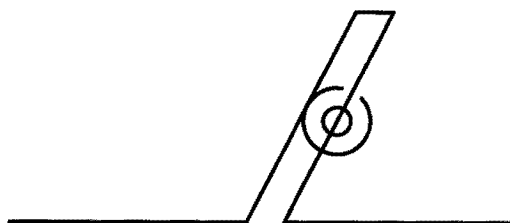


图 12G(现有技术)

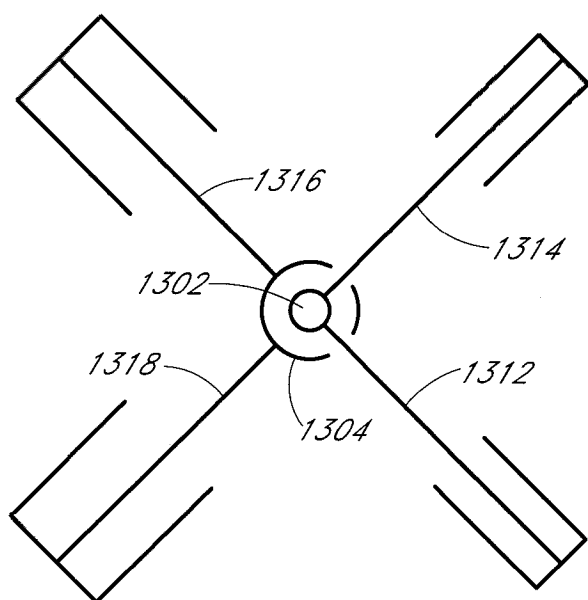


图 13A

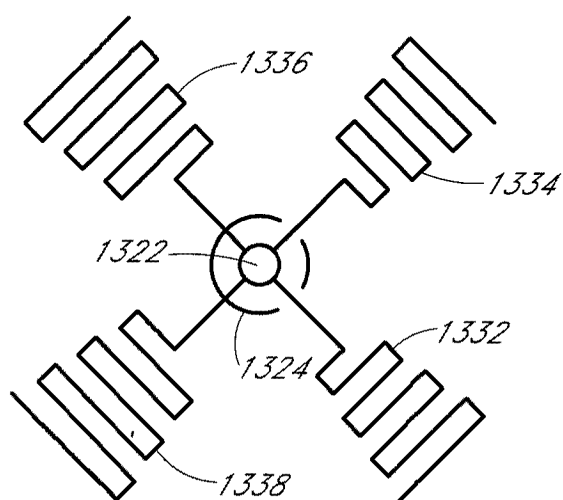


图 13B

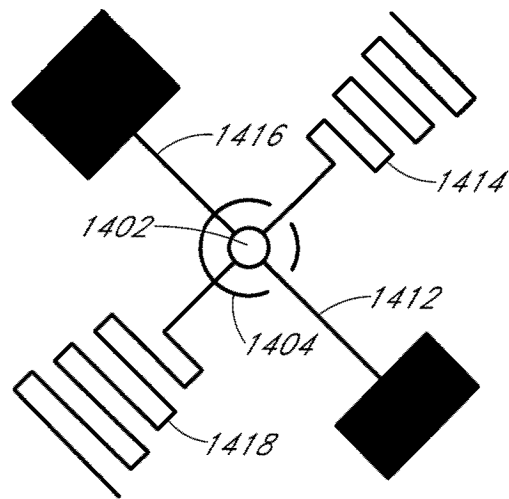


图 14A

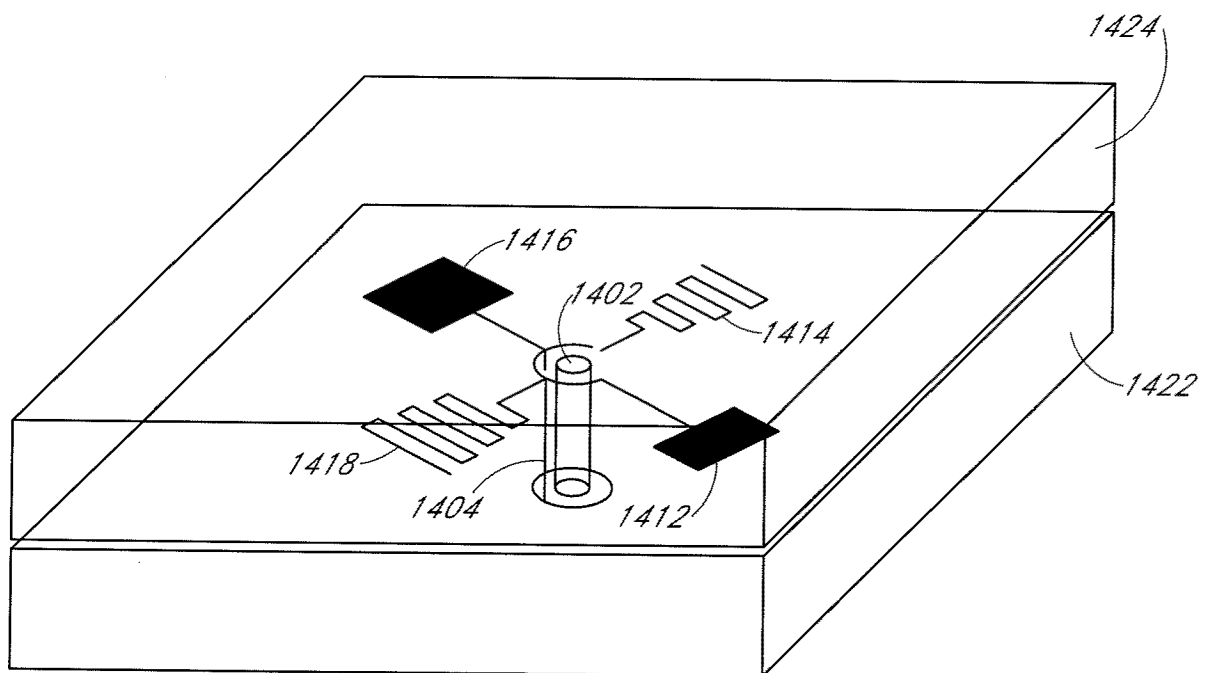


图 14B

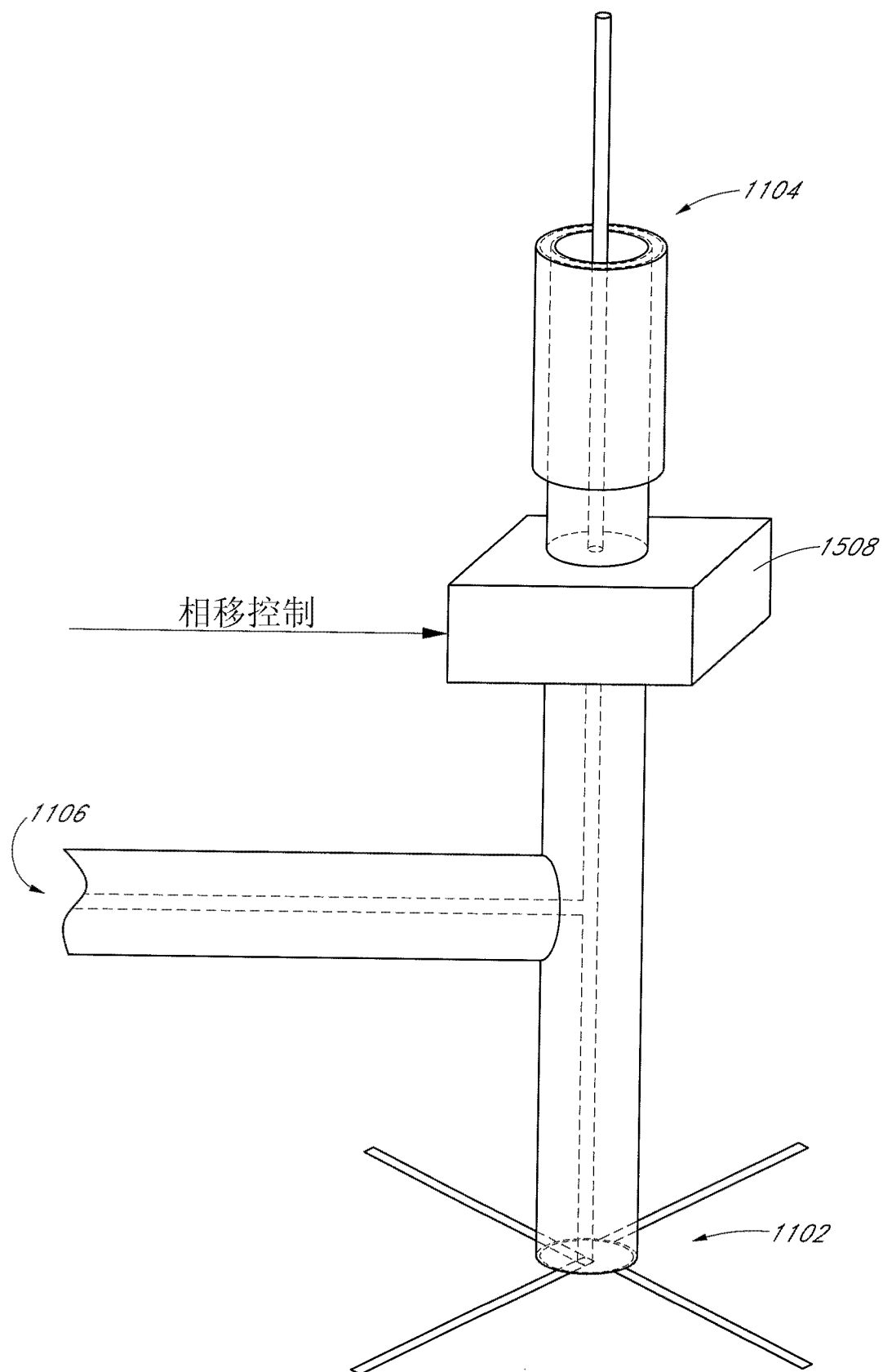


图 15