

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 98803781.5

[51] Int. Cl.

H01Q 11/08 (2006.01)

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 5/00 (2006.01)

H01Q 21/28 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1319211C

[22] 申请日 1998.3.25 [21] 申请号 98803781.5

[30] 优先权

[32] 1997. 3. 27 [33] US [31] 08/826,289

[86] 国际申请 PCT/US1998/005869 1998. 3. 25

[87] 国际公布 WO1998/044589 英 1998. 10. 8

[85] 进入国家阶段日期 1999. 9. 27

[73] 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加州圣地埃哥

[72] 发明人 D·菲利波维克 A·塔索地

S·B·蒂德韦尔

[56] 参考文献

US5198831A 1993. 3. 30

US4349824A 1982. 9. 14

US4658262A 1987. 4. 14

审查员 邢欣欣

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张政权

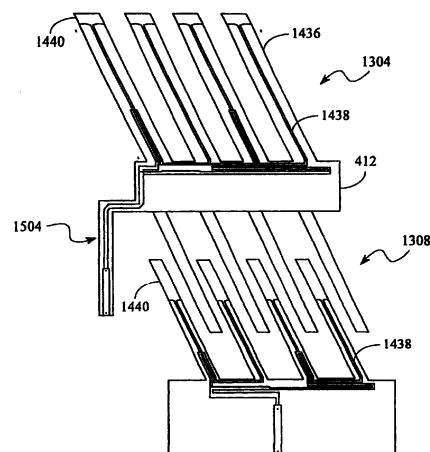
权利要求书 2 页 说明书 23 页 附图 22 页

[54] 发明名称

双频带螺旋天线

[57] 摘要

一种双频带螺旋天线提供在两种频带中工作。双频带螺旋天线包括两个单频带天线 (1304、1308)，每一个具有一个馈电网络 (1804、1808) 一个对着馈电网络的接地平面 (412)，以及一组一个或多个从馈电网络延伸的辐射器 (104A - 104D)。从一个天线的馈电部分延伸的接线片 (1504)，它为该天线提供馈电。接线片 (1504) 也提供电流的通路，电流从第二天线的辐射器沿第二天线的轴流动，因而增加了在垂直于轴的方向辐射的能量。将一个天线的接地平面用作为另一天线的短路环。



1. 一种双频带螺旋天线，包括：

软性介电基片，以及

形成于介电基片上的第一天线部分和第二天线部分，

所述第一天线部分包括：

形成于介电基片上的第一馈电部分，包括放置在介电基片第一面上的第一馈电网络和放置在介电基片第二面上的第一接地平面，所述第一接地平面对着第一馈电网络；

第一组一个或多个带状辐射器，放置在介电基片的第一面上，所述第一组辐射器的第一端从第一馈电网络延伸出；以及

接线片，从第一馈电部分延伸出，用以向第一天线部分馈送信号，

所述第二天线部分包括：

形成于介电基片上的第二馈电部分，包括放置在介电基片第二面上的第二馈电网络和放置在介电基片第一面上的第二接地平面，所述第二接地平面对着第二馈电网络；

第二组一个或多个带状辐射器，放置在介电基片的第二面上，所述第二组辐射器的第一端从第二馈电网络延伸出，

所述介电基片定形成使第一组辐射器和第二组辐射器按螺旋形缠绕的弯曲状，且第一天线部分的第一组辐射器、第一天线部分的第一馈电部分、第二天线部分的第二组辐射器、第二天线部分的第二馈电部分依序从双频带螺旋天线的一端延伸至双频带螺旋天线的另一端。

2. 根据权利要求1所述的天线，其特征在于，所述第一接地平面与所述第二组辐射器的第二端电连接。

3. 根据权利要求1所述的天线，其特征在于，所述接线片弯曲形成沿着双频带螺旋天线的轴的轴向元件。

4. 根据权利要求1、2或3所述的天线，其特征在于，所述接线片从所述第一馈电部分最接近所述第二天线部分的端部伸出。

5. 根据权利要求4所述的天线，其特征在于，还包括将馈电电缆连接到所述

接线片的连接器。

6. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的天线，其特征在于，所述第一组和第二组辐射器包括放置在介电基片上的带段。

7. 根据权利要求 6 所述的天线，其特征在于，所述介电基片定形成圆柱形或锥形。

8. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的天线，其特征在于，所述第一组和第二组辐射器中的至少一个辐射器包括：

第一辐射器段，从辐射器的第一端向辐射器的第二端螺旋形延伸；以及

第二辐射器段，从辐射器的第二端向辐射器的第一端螺旋形延伸；

其中，所述第一辐射器段接近所述第二辐射器段，致使所述第一和第二辐射器段彼此电磁耦合。

9. 根据权利要求 8 所述的天线，其特征在于，所述第一辐射器段在长度上等于所述第二辐射器段。

10. 根据权利要求 9 所述的天线，其特征在于，所述第一和第二辐射器段的长度是 $\lambda/4$ ，其中 λ 是天线谐振频率的波长。

11. 根据权利要求 8 所述的天线，其特征在于，所述辐射器还包括位于所述第一和第二辐射器段之间的一个或多个中间辐射器段。

12. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的天线，其特征在于，第一天线部分和第二天线部分的每一个包括四个辐射器，第一馈电网络和第二馈电网络的每一个向所述四个辐射器提供正交相位信号。

13. 根据权利要求 10 所述的天线，其特征在于，每个所述辐射器有一馈电点，所述馈电点沿所述第一辐射器段设置在与所述辐射器的第一端有一个距离的位置处，其中选择所述距离使辐射器的阻抗与该辐射器所属的天线部分的馈电网络匹配。

双频带螺旋天线

技术领域

本发明涉及天线。本发明特别涉及一种具有耦合辐射器部分的新颖和改进的双频带螺旋天线。

背景技术

在无数的移动和便携式应用方面现代个人通信装置正在享受到广泛的使用。对于传统的移动应用，已经将减小通信装置，诸如移动电话的尺寸的要求导向减小尺寸的中等程度。然而，因为便携式和手提式的应用由于普及而增加，对更小更小的装置的需求已经明显地增长。近来在处理器技术、电池技术和通信技术方面的发展已经使便携式装置的尺寸和重量比过去几年急剧地减小。

要求减小尺寸的一个领域是装置的天线。在减小通信装置方面，天线的尺寸和重量起重要的作用。天线的总尺寸可以影响装置的主体尺寸。较小直径和较短长度的天线可以使装置的总尺寸更小以及主体的尺寸更小。

在设计便携式应用的天线时，装置的尺寸不是必须考虑的唯一因素。在设计天线时要考虑的另外的因素是在正常操作期间，由接近天线的用户的头造成的衰减和/或阻塞效应。还有另一个因素是通信链路的特性，例如，诸如所要求的辐射图和工作频率。

在卫星通信系统中得到广泛应用的天线是螺旋天线。在卫星通信系统中流行螺旋天线的一个原因是它能够产生和接收用于这类系统中的圆极化辐射。此外，因为螺旋天线能够产生近似于半球形的辐射图，螺旋天线特别适合于在移动卫星通信系统和卫星导航系统中应用。

通过将天线的辐射器弯绕成螺旋形结构而制造传统的螺旋天线。普通的螺旋天线是四线螺旋天线。它采用以等间隔围绕芯子的四个辐射器，并以 90° 相位差激励(即激励辐射器的信号的相位不同，相差四分之一周期或 90°)。天线的长度典型地为通信装置的工作频率的四分之一波长的整数倍。典型地，通过变化辐射器的螺距、辐射器的长度(四分之一波长的整数倍)和芯子的直径调节辐射图。

可以采用线或带技术制造传统的螺旋天线。采用带技术时，将天线的辐射器蚀刻或放置在一片薄且软的基片上。如此地放置辐射器，使它们彼此平行，但是

对基片的边(或边缘)呈钝角。然后使基片成形,或滚动成圆柱形、圆锥形或其他合适的形状,使带状辐射器成螺旋形。

然而,传统的螺旋天线还具有辐射器长度为所要求的谐振频率的四分之一波长的整数倍的特性,其结果是对于某些便携式或移动应用,天线总长度比所要求的长。

此外,在发射和接收通信发生在不同频率的应用中时,希望用双频带天线。但是,可以得到的双频带天线常常比所要求的形状来的少,例如,可以制造双频带天线的一种方法是将两个四线单频带螺旋天线端对端地堆叠起来,因而它们形成一个单个的圆柱。然而,这个解决方法的不利之处是这种天线长于便携式或手提应用所要求的长度。

使用两个独立的单频带天线已经成为提供双频带性能的另一种技术。然而,对于手提单元,两个天线的位置彼此靠近。在便携式或手提单元上两个位置相靠近的单频带天线会产生两个天线之间的耦合,导致性能降低和不希望的干扰。

发明内容

根据本发明,提供一种双频带螺旋天线,包括:

软性介电基片,以及

形成于介电基片上的第一天线部分和第二天线部分,

所述第一天线部分包括:

形成于介电基片上的第一馈电部分,包括放置在介电基片第一面上的第一馈电网络和放置在介电基片第二面上的第一接地平面,所述第一接地平面对着第一馈电网络;

第一组一个或多个带状辐射器,放置在介电基片的第一面上,所述第一组辐射器的第一端从第一馈电网络延伸出;以及

接线片,从第一馈电部分延伸出,用以向第一天线部分馈送信号,

所述第二天线部分包括:

形成于介电基片上的第二馈电部分,包括放置在介电基片第二面上的第二馈电网络和放置在介电基片第一面上的第二接地平面,所述第二接地平面对着第二馈电网络;

第二组一个或多个带状辐射器,放置在介电基片的第二面上,所述第二组辐

射器的第一段从第二馈电网络延伸出,

所述介电基片定形成使第一组辐射器和第二组辐射器按螺旋形缠绕的弯曲状, 且第一天线部分的第一组辐射器、第一天线部分的第一馈电部分、第二天线部分的第二组辐射器、第二天线部分的第二馈电部分依序从双频带螺旋天线的一端延伸至双频带螺旋天线的另一端。

将本发明实施于一种新型的和改进的双频带天线中, 所述天线具有两组一个或多个螺旋形绕制的辐射器。如此地绕制或缠绕辐射器使天线成为圆柱形、圆锥形或其他合适的形状, 使之最佳或获得所要求的辐射图。根据本发明, 提供工作于第一频率的一组辐射器和最好工作于与第一频率不同的第二频率的第二组辐射器。每一组辐射器有一相关的馈电网络以提供驱动辐射器的信号。因此, 可以将双频带天线描述为包括两个单频带天线, 每一个单频带天线具有辐射器部分和馈电部分。

为了在一体化的天线部件中提供双频带工作, 将两组辐射器和它们有关的馈电网络(例如两个单频带天线)堆叠起来, 或如此端对端地放置, 使它们彼此同轴地对准。

在一个实施例中, 如此地堆叠天线使它们具有相同的方向。即, 使它们的馈电部分取向于双频带天线的一端, 它们的辐射器部分取向于另一端。结果, 双频带天线从天线的一端到另一端是: 第一单频带天线的辐射器部分、第一单频带天线的馈电部分、第二单频带天线的辐射器部分和第二单频带天线的馈电部分。

在一个实施例中, 一个或多个辐射器的至少一组中的每个辐射器包括两个辐射器段。一个辐射器段以螺旋形的形式从天线的辐射器部分的第一端伸向辐射器部分的另一端。第二辐射器段以螺旋形的形式从双频带天线的中心区(例如, 从第二单频带天线的辐射器部分的另一端)伸向辐射器部分的第一端。

在这个实施例中, 组中的每一段与组中的相邻段在物理上是分开的但在电磁上相耦合。如此地选择组中段的长度, 使组(例如辐射器)在特定的频率上谐振。由于组中的段彼此在物理上是分开的但在电磁上相耦合, 可以把在给定频率下辐射器谐振的长度做得比传统螺旋形辐射器的长度较短。

作为这种结构的结果, 在第一组中来自辐射器的第一段的电磁能量耦合到辐射器的第二段。这种组合段的有效电气长度造成在一个或多个辐射器的第一组中的辐射器谐振在一给定的频率上。

这种耦合的多段实施例的优点是通过调节或修整辐射器段的长度，可以方便地调谐到一个给定的频率。由于辐射器不是单一的连接长度，而是由两个或多个的段构成，在已经把天线正确地调谐到天线的频率上后，很容易修改段的长度。此外，通过调谐基本上不改变天线的辐射图，因为可以修整段而不改变段的位置。

在另一个实施例中，如此地把双频带天线的元件放置在基片上，使第一单频带天线的馈电部分的接地平面作为围绕第二单频带天线的辐射器的终端的短路环。这种组成的结果是，不需用另外的结构来提供短路功能，它甚至可使第二天线在谐振频率的半波长的偶数整数倍上谐振。

在再一个实施例中，修改用于将定相位的信号提供给辐射器的馈电网络以节省空间。特别地，将馈电网络部分放置在天线的辐射器部分，这样，在馈电部分上所占的面积就较小。结果，可以减小天线的总尺寸和减少在馈电中的损耗量。

仍旧在天线的另一个实施例中，提供接线片以将信号馈送到第一单频带天线。接线片从第一单频带天线的馈电部分伸出。当使天线形成圆柱形或其它合适的形状时，将接线片对准天线的轴。更具体地，在一个较佳实施例中，接线片向内径向地伸出，以提供位于中心的馈电结构。因此，接线片和馈电线不干扰第二单频带天线的信号图。

本发明的优点是在沿天线轴的一个方向上可以将方向特性调节到最大信号强度。因此，对于某些应用，例如诸如卫星通信，在离地向上的方向上能够将天线的方向特性最优化达到最大的信号强度。

本发明的另一个优点是从第二天线的辐射器流向第一天线的接线片的电流趋向于使第一天线的辐射图变宽。这趋向于使天线更适合于在通信中使用低地轨道卫星的某些卫星通信应用。

附图说明

从下面结合附图对本发明的实施例的详细描述，本发明的特征、目的和优点将更明显，其中，相同的标号表示相应的部件。此外，标号的最左位表示第一次出现标号的图。

图 1A 是传统的四线导线螺旋天线的示意图。

图 1B 是传统的四线带状螺旋天线的示意图。

图 2A 是开路的，或终端断开的，四线螺旋天线以平面表示的示意图。

图 2B 是短路的四线螺旋天线的平面示意图。

图 3 是在短路的四线螺旋天线的辐射器上的电流分布的示意图。

图 4 是带状螺旋天线的经蚀刻的基片的第二表面的示意图。

图 5 是带状螺旋天线的经蚀刻的基片的第一表面的示意图。

图 6 是带状螺旋天线的经蚀刻的基片的透视图。

图 7A 是根据本发明的一个实施例的，具有五个耦合段的开路耦合多段辐射器的示意图。

图 7B 是根据本发明的一个实施例的，一对短路耦合多段辐射器的示意图。

图 8A 是根据本发明的一个实施例的，短路耦合多段四线螺旋天线的平面示意图。

图 8B 是根据本发明的一个实施例的，形成圆柱形的耦合多段四线螺旋天线的示意图。

图 9A 是根据本发明的一个实施例的，辐射器段的重叠 d 和间距 s 的示意图。

图 9B 是在耦合多段螺旋天线的辐射器段上的电流分布的示例示意图。

图 10A 是相位差 90° 的两个点源辐射信号的示意图。

图 10B 是在图 10A 中说明的用于点源的场图的示意图。

图 10C 是用于传统的螺旋天线的圆极化场图和用于具有和天线轴对准的馈电接线片的螺旋天线的圆极化场图的示意图。

图 11 是实施例的示意图，在该实施例中，每段对于在另一面上的段是等距离放置的。

图 12 是根据本发明的一个实施例耦合多段天线的实施例子的示意图。

图 13 是根据本发明的一个实施例堆叠双频带螺旋天线的表面的平面示意图。

图 14 是根据本发明的一个实施例堆叠双频带螺旋天线的表面的平面示意图，其中将用于辐射器的馈电点放置在离开馈电网络一定距离处。

图 15 是根据本发明的一个实施例堆叠双频带螺旋天线中用于向一个天线馈电的接线片的平面示意图。

图 16 是根据本发明的一个实施例堆叠双频带螺旋天线的示例尺寸的示意图。

图 17 是传统的正交相位馈电网络的示例示意图。

图 18 是根据本发明的一个实施例，具有延伸到天线辐射器里面部分的馈电网络的示意图。

图 19 是根据本发明的一个实施例的天线的馈电网络与信号踪迹一起，包括馈电路径的示意图。

图 20 是根据本发明的一个实施例的天线接地平面外形的示意图。

图 21 是根据本发明的一个实施例的重叠的双频带天线的信号轨迹和接地平面两者的示意图。

图 22A 是根据本发明的一个实施例，使天线保持在圆柱形或其它合适的形状的结构示意图。

图 22B—22E 是根据在图 22A 中所说明的实施例，使天线以圆柱形或其它合适的形状成形的示意图。

图 23A 是根据一个实施例的，适用于对圆柱形或其它合适的形状的天线进行支撑的形式的示意图。

图 23B 和 23C 是根据在图 23A 中所说明的实施例，使天线以圆柱形或其它合适的形状成形的示意图。

具体实施方式

I. 发明的概述和讨论

本发明的目标是能够谐振于两个不同工作频率的双频带螺旋天线。将两个螺旋天线端对端地堆叠，一个天线谐振于第一频率而另一个天线谐振于第二频率。每一个天线具有辐射器部分，它包括一个或多个螺旋形绕制的辐射器。每一个天线还具有包括馈电网络和接地平面的馈电部分。提供接线片以馈送信号到第一单频带天线。接线片从第一单频带天线的馈电部分延伸。当天线以圆柱形或其它合适的形状成形时，将接线片对准天线的轴。更具体地，在一个较佳实施例中，接线片径向地向内延伸以提供位于中心的馈电结构。将在下面根据几个实施例详述完成的方法。

II. 示例环境

就广义来说，在可以使用螺旋天线技术的任何系统中都能实现本发明。这种环境的一个例子是一通信系统，在该通信系统中，具有固定、移动和/或便携式电话的用户通过卫星通信链路和他方通信。在这示例环境中，要求电话具有调谐到卫

星通信链路频率上的天线。

按照这个示例环境来描述本发明。只为方便而按此描述。并不意图把本发明局限于这示例环境的应用。事实上，在阅读了下面的说明之后，对熟悉本领域技术的人来说，将会明白如何在其它的环境中实现本发明。

III. 传统的螺旋天线

在详细地描述本发明的实施例之前，先描述几个传统的螺旋天线是有益的。特别地，这部分文件描述几个传统的四线螺旋天线的辐射器部分。图 1A 和图 1B 分别是线构成和带构成的传统的四线螺旋天线的辐射器部分 100 的示意图。图 1A 和图 1B 示出的辐射器部分 100 是四线螺旋天线，意味着它有工作在相位正交的四个辐射器 104。如图 1A 和图 1B 所示，将辐射器 104 绕制成提供圆极化。

图 2A 和图 2B 示出传统的四线螺旋天线的辐射器部分的平面示意图。换句话说，图 2A 和图 2B 示出如果天线圆柱在平面上“铺平”时辐射器所呈现的形状。图 2A 是在远端处开路的，或终端开路的四线螺旋天线的示意图。对于如此的构成，辐射器 208 的谐振长度 l 是所要求的谐振频率的四分之一波长的奇数整数倍。

图 2B 是在远端处短路的，或电连接的四线螺旋天线的示意图。在此情况下，辐射器 208 的谐振长度 l 是所要求的谐振频率的四分之一波长的偶数整数倍。注意在两种情况中，谐振长度 l 是近似的，因为通常需要以小的调节来补偿不理想的短路和开路终端。

图 3 是四线螺旋天线 300 的辐射器部分的平面示意图，所述天线包括辐射器 208，其长度 $l = \lambda / 2$ 此处 λ 是天线所要求的谐振频率的波长。曲线 304 表示谐振在频率为 $f = v / \lambda$ 的辐射器 208 的信号电流的相对幅度，其中 v 为信号在媒质中的速度。

参考图 4-6 更详细地描述采用印制电路板技术(带状天线)的四线螺旋天线的实施例子。四线带状螺旋天线包括蚀刻到介电基片 406 上的带状辐射器 104A-104D。基片是薄的软性材料，可以如此地卷成圆柱形、圆锥形或其他合适的形状将辐射器 104A-104D 绕成围绕圆柱的中心轴的螺旋形。

图 4-6 示出用于制造四线螺旋天线 100 的元件。图 4 和 5 分别表示基片 406 的第二表面 400 和第一表面 500 的示意图。天线 100 包括辐射器部分 404 和馈电部分 408。

在此处所描述和示出的实施例中，通过把基片形成圆柱形而制造天线，其第一表面在所形成的圆柱的外表面。在另一个实施例中，基片形成圆柱形，其第二表面位于圆柱的外表面。

在一个实施例中，介电基片 100 是一薄且软的聚四氟乙烯层 (PTFE)、PTFE/玻璃组合或其它介电材料。在一个实施例中，电基片 406 为 0.005 英寸或 0.13mm 厚的数量级，虽然也可以采用其它的厚度。用铜来提供信号轨迹和接地轨迹。在另外的实施例中，根据成本、环境考虑和别的因素，可以选择其它导电材料代替铜。

在图 5 示出的实施例中，将馈电网络 508 蚀刻到馈电部分 408 上以提供正交相位信号 (例如 0° 、 90° 、 180° 和 270° 信号) 这些信号是向辐射器 104A-104D 提供的。第二表面 400 的馈电部分 408 提供用于馈电电路 508 的接地平面 412。将用于馈电电路 508 的信号轨迹蚀刻到馈电部分 408 的第一表面 500 上。

为讨论起见，辐射器部分 404 具有邻近馈电部分 408 的第一终端 432 和第二终端 434 (在辐射器部分 404 的相对的终端)。根据天线实施例的实现，可以把辐射器 104A-104D 蚀刻到辐射器部分 404 的第二表面 400 上。辐射器 104A-104D 从第一终端 432 延伸向第二终端 434 的长度约为所要求的谐振频率的四分之一波长的整数倍。

在这种辐射器 104A-104D 是 $\lambda/2$ 波长的整数倍的实施例中，在第二终端 434 上使辐射器 104A-104D 彼此电气连接 (例如短接或短路)。当将基片形成圆柱时，可以通过跨过第二终端 434 的导体得到这种连接，它形成一个围绕天线圆周的环 604。图 6 是在第二终端 434 具有短路环 604 的带状螺旋天线的已蚀刻基片的透视示意图。

在 BURRELL 等人的美国专利 5,198,831 (称为, '831 专利) 中描述了一种传统的四线螺旋天线, 在此引用作为参考。在 '831 专利中描述的天线是一印制电路板天线, 它具有蚀刻或放置在介电基片上的天线辐射器。使基片形成圆柱, 结果得到螺旋形结构的辐射器。

在 TERRET 等人的美国专利 5,225,005 (称为 '005 专利) 中揭示了另一种传统的四线螺旋天线, 在此引用作为参考。在 '005' 专利中描述的天线是四线螺旋天线, 它由两个位置正交并且以正交相位激励的双线螺旋形成。所揭示的天线还有第二个四线螺旋, 该螺旋和第一个螺旋是同轴的和电磁耦合的, 以改善天线的通带。

在 OW 等人的美国专利 5,349,365 (称为'365 专利) 中揭示了又一种传统的四线螺旋天线, 在此引用作为参考。在 '365' 专利中描述的天线是四线螺旋天线, 它是设计成导线型的, 如上参考图 1 所述。

IV. 耦合多段螺旋天线

为了减小天线的辐射器部分 100 的长度, 螺旋天线的一种形式使用耦合多段辐射器, 这使得对于在给定频率处的谐振, 其长度要短于具有等效谐振长度的螺旋天线所必需的长度。

图 7A 和 7B 是耦合段螺旋天线的示例实施例的平面示意图。根据一个单线实施例, 图 7A 示出终端开路的耦合多段辐射器 706。可以将这种终端开路的天线用于单线、双线、四线或其它 x-线的实施中。

图 7A 示出的实施例包括一单个的辐射器 706。辐射器 706 包括一组辐射器段。这一组包括两个终端段 708, 710 和 ρ 个中间段 712, 其中 $\rho=0, 1, 2, 3, \dots$ (图示 $\rho=3$ 的情况)。可以任选中间段 (例如 ρ 可以等于零)。终端段 708、710 在物理上是分开的, 但是彼此电磁耦合。中间段 712 位于终端段 708、710 之间并提供终端段 708、710 之间的电磁耦合。

在开路-终端实施例中, 段 708 的长度 l_{s1} 是所希望的谐振频率的四分之一波长的奇数整数倍。段 710 的长度 l_{s2} 是所希望的谐振频率的二分之一波长的整数倍。 ρ 中间段 712 的每个长度 l_{sp} 是所希望的谐振频率的二分之一波长的整数倍。在所示出的实施例中, 有三个中间段 712 (例如, $\rho=3$)。

图 7B 示出当终端在短路 722 时的螺旋天线的辐射器 706。短路实施对单线天线不合适, 但是可以用于双线、四线或其它 x 线天线。如同开路实施例中, 辐射器 706 包括一组辐射器段。该组包括两个终端段 708, 710 和 ρ 个中间段 712, 其中 $\rho=0, 1, 2, 3, \dots$ (图示 $\rho=3$ 的情况)。可以任选中间段 (例如 ρ 可以等于零)。终端段 708、710 在物理上是分开的, 但是彼此电磁耦合。中间段 712 位于终端段 708、710 之间并提供终端段 708、710 之间的电磁耦合。

在短路实施例中, 段 708 的长度 l_{s1} 是所希望的谐振频率的四分之一波长的奇数整数倍。段 710 的长度 l_{s2} 是所希望的谐振频率的四分之一波长的奇数整数倍。 P 中间段 712 的每个长度 l_{sp} 是所希望的谐振频率的二分之一波长的整数倍。在所示出的实施例中, 有三个中间段 712 (即, $\rho=3$)。

根据本发明的一个实施例，图 8A 和 8B 示出耦合多段四线螺旋天线辐射器部分 800。图 8A 和 8B 示出在 7B 中示出的天线示例实施，其中， $p=0$ (即没有中间段 712) 以及段 708、710 的长度是四分之一波长。

在图 8A 中示出的辐射器部分 800 是四线螺旋天线的平面表示图，它有四个耦合的辐射器 804。在耦合天线中的每个耦合辐射器 804 实际上包括两个辐射器段 708、710，它们放置在彼此接近的位置上，以致在辐射器段 708 中的能量耦合到另一个辐射器段 710。

更具体地，根据一个实施例，可以将辐射器部分 800 描述为有两个部分 820、824。部分 820 包括多个辐射器段 708，所述段从辐射器部分 800 的第一终端 832 延伸到辐射器部分 800 的第二终端 834。部分 824 包括第二多个辐射器段 710，所述段从辐射器部分 800 的第二终端 834 延伸到第一终端 832。向辐射器部分 800 的中心的区域，每一个段 708 的一部分如此地接近邻近段 710，致使来自一段的能量耦合到在接近区域中的邻近段。在本文件中称之为重叠(OVERLAP)。

在一个较佳实施例中，每段 708、710 的长度约为 $l_1=l_2=\lambda/4$ 。将包括两段 708、710 的单个辐射器的总长度定义为 l_{tot} 。将一个段 708 重叠于另一个段 710 的数量定义为 $d=l_1+l_2-l_{tot}$ 。

对于谐振频率 $f=v/\lambda$ 辐射器的总长度 l_{tot} 小于半波长 $\lambda/2$ 。换言之，耦合的结果，包括一对耦合段 708、710 的辐射器谐振于频率 $f=v/\lambda$ ，尽管辐射器的总长度小于 $\lambda/2$ 的长度。因此，对于给定的频率 f ， $1/2$ 波长耦合的多段四线螺旋天线的辐射器部分 800 比传统的半波长四线螺旋天线 800 的辐射器部分短。

对于通过采用耦合的构成获得尺寸的减小作更清楚的说明，将在图 8 中示出的辐射器部分 800 与图 3 中示出的进行比较。对于给定的频率 $f=v/\lambda$ ，传统天线的辐射器部分 300 的长度 l 是 $\lambda/2$ ，而耦合辐射器段天线的辐射器部分 800 的长度 l_{tot} 小于 $\lambda/2$ 。

如上所述，在一个实施例中，段 708、710 的长度是 $l_1=l_2=\lambda/4$ 。可以如此地改变每一段的长度，使 l_1 不是必须等于 l_2 ，使它们不等于 $\lambda/4$ 。每一个辐射器的实际谐振频率是辐射器段 708、710 的长度、辐射器 708、710 之间分开的距离 s 和段 708、710 彼此重叠的量的函数。

注意，可以用改变一个段 708 相对于另一段 710 的长度来调节天线的带宽。

例如,增长 l_1 使它稍大于 $\lambda/4$ 和减短 l_2 使它稍小于 $\lambda/4$ 可以增加天线的带宽。

图 8B 说明按照本发明的一个实施例的耦合多段四线螺旋天线的实际螺旋的组成。在一个实施例中说明每一个辐射器是怎样地包括两个段 708、710 的。段 708 在螺旋形构造中从辐射器部分的第一终端 832 延伸到辐射器部分的第二终端 834。段 710 在螺旋形构造中从辐射器部分的第二终端 834 延伸到辐射器部分的第一终端 832。图 8B 还进一步说明段 708、710 一部分重叠致使它们彼此电磁耦合。

图 9A 是辐射器段 708、710 之间的间距 S 和重叠 δ 的示意图。如此地选择间距 S 使辐射器段 708、710 之间有足够的能量进行耦合,使它们的功能如同有效电长度约为 $\lambda/2$ 和其整数倍的单个辐射器。

较小于这最佳间距的辐射器段 708、710 的间距造成段 708、710 的之间的耦合较大。结果,对于给定的频率 f ,必须增加段 708、710 的长度才能在相同的频率 f 谐振。这可以由段 708、710 物理地连接(例如, $s=0$)的罕见的情况来说明。在这罕见的情况中,使天线谐振的段 708、710 的总长度必须等于 $\lambda/2$ 。注意在这个罕见的情况中,天线不再是真正地按照本说明书中的用法而“耦合”,最后的组成实际上是如在图 3 中所述的传统的螺旋天线。

相似地,增加段 708、710 的重叠量 δ 可增加耦合。因此增加重叠量 δ ,段 708、710 的长度也增加。

参考图 9B 定性地理解段 708、710 的最佳重叠和间距。图 9B 表示每一段 708、710 上的电流的幅度。电流强度指示器 911、928 说明每一个段理想地谐振于 $\lambda/4$,在外终端的电流强度最大,在内终端的电流强度最小。

为了使用于耦合辐射器段天线的天线组成最优化,本发明使用模块化的软件来确定正确的段长度 l_1 、 l_2 、重叠 δ 、和间距 s 、连同其它的参数。一种这样的软件包是天线优化器(AO)软件包。AO 是以一种力矩电磁天线-模型算法方法为基础的 AO 天线优化器版本 6.35、版权 1944,是由加利福尼亚,圣地亚哥的 BRIANBEEZLEY 写的并且可从那里得到。

注意通过使用如上参考图 8A 和 8B 所述的耦合组成,可以获得某些有利之处。在传统天线和耦合辐射器段天线两者中,电流集中在辐射器的终端。依据阵列因数理论,可以在某些应用中使用耦合辐射器段天线而获益。

为了解释,图 10A 是说明两个点源 A、B 的图,其中,源 A 正在辐射一个与源

B 辐射的信号幅度相等的信号，但相位滞后 90° （假设常规的 $e^{j\omega t}$ ）。其中，源 A 和 B 的间距是 $\lambda/4$ ，在从 A 到 B 的传播方向上信号同相地相加，而在 B 到 A 的方向上信号异相相加。结果在从 B 到 A 的方向上只发射极小的辐射。示于图 10B 中的典型表示场图说明了这一点。

因此，当源 A 和 B 如此地取向时，致使 A 到 B 点方向朝上，离开地面，B 到 A 点方向朝地面，对于大多数应用使天线最优化。这是因为很少有用户希望向地面直射信号强度的天线。这种组成对于卫星通信特别有用，其中希望大多数信号强度离开地面向上直射。

采用传统的半波长螺旋天线不能容易地得到在图 10A 中作模型的点源天线。考虑在图 3 中说明的天线辐射器部分。在辐射器 208 终端集中的电流强度大致上近似于点源。当辐射器弯绕成螺旋形结构时， 90° 辐射器的一个终端和 0° 辐射器的另一个终端位于一条直线上。因此，这近似于在一条直线上的两个点源。然而，与图 10A 所述的所希望 $\lambda/4$ 的组成不同，这些近似点源的间距约为 $\lambda/2$ 。

然而注意，本发明实施的耦合辐射器段天线提供一种实现，其中近似点源间隔的距离接近 $\lambda/4$ 。因此，耦合辐射器段天线允许用户利用在图 10A 中说明的天线的方向特性。

在图 8 中说明的辐射器段 708、710 示出段 708 同与其有关的段 710 非常接近，然而每一对段 708、710 相对地离邻近对的段较远。在另一个实施例中，每个段 710 放置在离两边的段 708 等距离处。在图 11 中说明该实施例。

现在参考图 11，每一段与每一对邻近段基本上是等距离的。例如，段 708B 对段 710A、710B 是等距离的。即， $s_1=s_2$ 。同样地，段 710A 与段 708A、708B 是等距离的。

这个实施例是反直觉的，它看起来会存在不想要的耦合。换言之，相应于一个相位的段不但耦合到同相的相应段，而且还耦合到有相移的邻近段。例如，段 708B，即 90° 段会耦合到段 710A (0° 段) 和段 710B (90° 段)。这种耦合是不成问题的，因为可以将来自顶部段 710 的辐射看成两个分别的模式。从耦合到左面的邻近段产生一个模式以及从耦合到右面的邻近段产生另一个模式。然而，这两个模式的相位都提供相同方向的辐射。因而，这种双耦合对耦合多段天线的工作并无不利。

图 12 是耦合辐射器多段天线的示例实施例的示意图。现在参考图 12，天线包

括辐射器部分 1202 和馈电部分 1206。辐射器部分包括段 708、710。在图 12 中的尺寸说明段 708、710 的作用和辐射器部分 1202 的总长度的重叠量 δ 的作用。

平行于圆柱轴方向的段的长度，对于段 708 表示为 $l_1 \sin a$ ，对于段 710 表示为 $l_2 \sin a$ ，其中 a 是段 708、710 的内角。

如上所述在图 8A 和 9A 中示出的段重叠由标号 δ 说明。如在图 12 中示出，由 $\delta \sin a$ 给出平行于天线轴方向的重叠量。

由间距 s 将段 708、710 分开，该间距可以改变，如上所述。将段 708、710 的终端和辐射器部分 1202 的终端之间的距离定义为间隙，并且分别由标号 $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ 表示。间隙 $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ 可以，但不是必须彼此相等。再有，如上所述，段 708 的长度相对于段 710 的长度可以变化。

标号 ω_0 说明从段 710 的一个终端到另一个终端的偏移量。邻近段 710 之间的间隔由标号 ω_s 表示并且由螺旋形的直径决定。

馈电部分 1206 包括一合适的馈电网络，将正交相位信号提供给辐射器段 708。在本领域中，馈电网络是众所周知的，因此不再在此详述。

在图 12 中所示的例子中，在一馈电点上向段 708 馈电，该点沿着每一个段 708，离开选作最优化阻抗匹配的馈电网络有一距离。在图 12 所示的实施例中，该距离由标号 δ_{feed} 表示。

注意实线 1224 表示在基片的第二表面上的接地部分的边界。在第二表面上接地部分相对于段 708 向馈电点延伸。段 708 的薄的部分在第一表面上。在第一表面上的馈电点处增加段 708 的厚度。

现在提供适于工作在约 1.6GHz 的 1-频带中的耦合辐射器段四线螺旋天线的例子中的尺寸。注意这仅仅是一个例子，可以用其它尺寸工作于 1-频带。此外，也可以用其它尺寸工作于其它的频带。

在示例 1-频带实施例中辐射器部分 1202 的总长度是 2.30 英寸(58.4mm)。在这个实施例中，螺距角 a 为 73 度。在此角度 a 下，本实施例的段 708 的长度 $l_1 \sin a$ 是 1.73 英寸(43.9mm)。在所示的实施例中，段 710 的长度等于段 708 的长度。

在一个例子中，段 710 基本上位于距相邻的一对段 708 的等距离处。在一个实施例的实施中，段 710 距相邻的段 708 等距离，间距 $s_1 = s_2 = 0.086$ 英寸。也可用其它的间距，例如包括，段 710 的间距离邻近段 708 为 0.070 英寸(1.8mm)。

在这个实施例中，辐射器段 708、710 的宽度 t 是 0.11 英寸(2.8mm)。也可以是其它的宽度。

示例的 1-频带实施例的特性是对称的间隙 $y_1 = y_2 = 0.57$ 英寸(14.5mm)。当间隙 y 对辐射器部分 1202 的两个终端(即， $y_1 = y_2$ 处)对称时，辐射器 708、710 具有 1.16 英寸(29.5mm)的重叠 $\delta \sin a$ (1.73 英寸-0.57 英寸)。

段偏移 ω_0 是 0.53 英寸，段间 ω_s 隔 s 是 0.393 英寸(10.0mm)。天线的直径是 $4\omega_s/p$ 。

在一个实施例中，如此地选择距离 $feed$ ，使从馈电点到馈电网络的 $d_{feed} = 1.57$ 英寸(39.9mm)。能选择其它的馈电点以优化阻抗匹配。

注意上述示例实施例设计成和一 0.032 英寸厚的聚碳酸酯天线罩一起使用，该罩包围螺旋天线而且接触辐射器部分。天线罩或其它的结构如何影响所要求频率的波长对熟悉本领域的人员是显而易见的。

注意在刚描述的示例实施例中，1-频带天线辐射器部分的总长度比传统的半波长 1-频带天线的长度短。对于传统的半波长 1-频带天线，辐射器部分的长度约为 3.2 英寸(即， $\lambda/2(\sin a)$)，其中 a 是段 708、710 相对于水平的内角)，或 (81.3mm)。对于上述示例实施例，辐射器部分 1202 的总长度是 2.3 英寸(58.42mm)。相对传统天线实际减小了尺寸。

V. 堆叠双频带螺旋天线

已经描述了几种单频带螺旋天线的实施例，现在描述实现本发明的双频带螺旋天线。本发明的目的是能够谐振于两个不同的工作频率的双频带螺旋天线。将两个螺旋天线端对端地堆叠起来，一个天线谐振于第一频率而另一个天线谐振于第二频率。每一个天线具有辐射器部分，它包括一个或多个螺旋形绕制的辐射器。每一个天线还具有包括馈电网络和接地平面的馈电部分。两个天线是如此地堆叠的，使一个天线的接地平面作为跨越另一天线的辐射器远端的短路环。

图 13 是根据本发明的一个实施例的双频带螺旋天线的第二表面 400 和第一表面 500 的平面示意图。双频带螺旋天线包括两个单频带螺旋天线：工作于第一谐振频率的螺旋天线 1304 和工作于第二谐振频率的螺旋天线 1308。

在图 13 所示的实施例中，在第一天线 1304 的第一表面 500 上放置馈电网络 508、辐射器 104A-104D 和第一天线 1304。用于第二天线 1308 的馈电网络 508 的

接地平面 412 也放置在第一表面 500 上。在第二表面 400 上是第二天线 1308 的馈电网络 508 和辐射器 104A-104D 以及用于第一天线 1304 的馈电部分的接地平面 412。

如上所述参考图 2A 和 2B, 其中辐射器 104A-104D 的谐振长度 l 是所希望的谐振频率的四分之一波长的偶数整数倍, 辐射器 104A-104D 的远终端是短路的。如在图 13 中所示, 采用第一天线 1304 的接地平面 412 实行这短路。作为这种组成的结果, 不必在辐射器 104A-104D 的终端增加另外的短路环。

注意在图 13 中示出的实施例, 所示的第一天线 1304 谐振在所希望的谐振频率的四分之一波长的奇数整数倍, 因为辐射器 104A-104D 的终端是开路的。在另一个实施例中, 可以将一短路环(未示出)加到第一天线 1304 的辐射器 104A-104D 的远终端, 而改变这些辐射器 104A-104D 的长度, 使它们是所希望的谐振频率的四分之一波长的偶数整数倍。

参考图 13 所描述的双频带天线的辐射器 104A-104D, 在接近馈电网络 508 的第一终端处向它们馈电。众所周知, 可以将螺旋天线的辐射器 104A-104D 的馈电点放置在沿辐射器 104A-104D 的长度的任意点上, 其中, 基本上根据阻抗匹配考虑来确定这种定位。图 14 是双频带螺旋天线的一个实施例的示意图, 其中将辐射器 104A-104D 的馈电点放置在离馈电网络 508 预定的距离上。特别地, 在图 14 所示的实施例中, 将第一天线 1304 的馈电点 A 放置在距离馈电网络 508 为 $l_{\text{feed}1}$ 处, 将第二天线 1308 的馈电点 B 放置在距离馈电网络 508 为 $l_{\text{feed}2}$ 处。

这一实施例说明辐射器 104A-104D 包括在基片 406 的第一表面上的接地轨迹 1436、在基片 406 的第二表面上且与接地轨迹 1436 相对的馈电轨迹 1438 和在基片 406 的第二表面上的辐射器轨迹 1440。

如图 13 所示的实施例, 在这个实施例中, 第一天线 1304 的接地平面 412 作为辐射器 104A-104D 和第二天线 1308 的短路环, 使第二天线 1308 的辐射器谐振在所希望的谐振频率的四分之一波长的偶数整数倍。

为了减小堆叠天线的总长度, 可以利用上述的边缘耦合技术。在这种实施例中, 将如图 13 和 14 所示的第一天线 1304 和/或第二天线 1308 的辐射器 104A-104D 与所示的边缘耦合辐射器一起放置, 例如, 在图 12 中。

提供如图 13 和 14 所示的双频带天线的一个挑战是向第一天线 1304 馈电。为

此，用接线片的方法向第一天线 1304 馈电，所述接线片从第一天线 1304 的馈电部分的较低区伸出。

图 15 示出这种用于向第一天线 1304 馈电的接线片。现在参考图 15，接线片 1504 从基片 406 上的第一天线 1304 的馈电部分的边上伸出。在图 15 所示的实施例中，接线片 1504 近似于“1”形，它在一给定的距离上从第一天线 1304 的馈电部分水平地伸出，然后轴向地弯成角度，通过在第二天线 1308 的馈电部分方向上的中心。虽然示出的 1504 是弯成直角的形状，但可以使用其它的角度如各种半径的曲线。

理想地，当将基片 406 卷成圆柱或其它合适的形状以形成螺旋天线时，接线片 1504 的轴向元件 1524 基本上沿着双频带天线的轴向延伸。有接线片 1504 的轴向元件 1524 和螺旋天线的轴一致，将在天线辐射图上由于这元件的影响减至最小。如在图 15 中所示，在一个较佳实施例中，接线片 1504 在离第一天线 1304 尽可能远的垂直位置上从第一天线 1304 的馈电部分伸出。这样做是为了使接线片 1504 对第一天线 1304 的辐射图的影响减至最小。由于第二天线 1308 是耦合段半波长天线以及第二天线 1308 的辐射器 104A-104D 的终端由第一天线 1304 的接地平面 412 短路，接线片 1504 对第二天线 1308 的辐射图的影响很小。

最好，可以通过考虑在合适的工作频率上的两个因素来确定第一天线 1304 的馈电部分 1206 的长度 l_{sp} 。第一，希望将从第一天线 1304 的辐射器流向第二天线 1308 的辐射器的电流量减至最小，反之亦然。换言之，希望在两个天线之间得到隔离。通过保证有足够长的长度可以实现，这样，在感兴趣的频率上，电流不会从一组辐射器扩散到另一组。

另一个挑战的目标是不使电流从第一天线 1304 的辐射器 104A-104D 到达接线片 1504。来自第一天线 1304 的电流当经过第一天线 1304 的馈电部分流向接线片 1504 时要衰减。接线片 1504 在这些电流中产生不对称的不连续性。因此，希望将到达接线片 1504 的电流的幅度减小到切实可行的程度。

在阅读本说明后，熟悉本领域的人会明了如何根据所使用的材料、感兴趣的频率、天线中所期望的功率强度和其它已知因素来实现具有合适长度 l_{sp} 的馈电部分 1206。这也可以在尺寸与性能之间作出权衡后决定。

注意接线片 1504 的影响并非不存在于这个实施例中。因为接线片 1504 接近

第二天线 1308 的辐射器，一些电流从第二天线 1308 耦合到接线片 1504，并因而，沿着天线的轴。这电流影响第二天线 1308 的辐射，造成天线边上的辐射增加。对于垂直安装天线的应用，结果是水平方向的辐射增加而垂直方向的辐射减小。结果，这种应用极适合用于使用低地轨道卫星的卫星通信系统，用于中继来往于通信装置之间的通信。

在图 10C 中示出这种效果，其中，圆极化辐射图 1010 表示传统螺旋天线的典型辐射图，辐射图 1020 表示第二天线 1308 的辐射图。如图 10C 所示，图 1020 比传统图 1010 “平坦”和“宽”。

为了使信号能耦合到第一天线 1304，接线片 1504 包括一连接器诸如压接或焊接连接器或其它适合用于形成馈电电缆和接线片 1504 的信号轨迹之间连接的设备。可以用各种型号的电缆或导线在接线片 1504 上将收发机 RF 电路连接到天线。最好使用低损耗的软性或半刚性电缆。当然，如天线领域中所周知的，希望馈电输入和接口电缆的阻抗匹配，使传输到天线去的功率最大。然而，如果输入过渡段较差，辐射图还是对称，只有它们的增益会相应于反射损耗的量而降低。除了低插入损耗，连接器在电缆和接线片 1504 之间提供牢固的机械连接也是很重要的。

在图 15 中还示出示例基片形状的外形。在阅读本说明后，熟悉本领域的人会明了如何用采用具有其它形状的基片的接线片 1504 来实现天线。

图 16 是带有示例尺寸的堆叠天线的一个实施例的示意图。在这实施例中，第一天线 1304 是 L-频带天线，第二天线 1308 是 S-频带天线。在这实施例中，S-频带天线是边缘耦合天线，其中，每个辐射器 104 包括两段。注意该实施例仅为示例。可以选用另外频率的频带。还要注意，无论第一天线 1304 或第二天线 1308 或两者都可以使用边缘耦合技术。

现在描述示于图 16 中的 L-频带天线和 S-频带天线的示例尺寸。L-频带天线的辐射孔径是 1.253 英寸的总的轴高度，而 S-频带天线的孔径是 1.400 英寸的总高度。在本实施例中，第一天线 1304 的馈电部分 412 的高度是 0.400 英寸。辐射器 104A~104D 的倾角是 65° 。

上述尺寸只为示例而提供。如上参考传统螺旋天线所述，辐射器 104A-104D 的总长度决定天线谐振频率的精度。谐振频率是很重要的因为最高平均增益和最对称的图都发生在谐振频率上。如果将天线做得较长，谐振频率向下偏移。如果将天

线做得较短,谐振频率向上偏移。频率偏移的百分比近似地正比于辐射器 104A-104D 放长或缩短的百分比。在 1-频带的工作频率,在天线轴方向上约 1mm 长度相应于 1MHz。

在示例实施例中,第一天线 1304 和第二天线 1308 两者都有四个激励线臂,或辐射器 104A-104D。这些辐射器 104A-104D 中的每一个都以正交相位馈电。使用一馈电网络实现对每个天线 1304, 1308 的四个辐射器 104A-104D 的正交激励。虽然可以用传统的馈电网络实现正交相位激励的提供,但将在下面详述最佳馈电网络。

另一重要的尺寸是馈电点轴长度。馈电点轴长度决定馈电点离馈电网络的距离,对于实施例,馈电点沿辐射器 104A-104D 放置如图 13 所示。馈电点轴长度尺寸指示一位置,在该位置,微带突然(flares out)连接辐射器,实际上是整个辐射器 104 的馈点位置。在图 16 所示的例子中,第一天线 1304 的馈电点长度是 1.133 英寸。第二天线 1308 的馈电点长度是 0.638 英寸。这些尺寸分别在 1618 和 2492MHz 产生 50 欧姆的阻抗。如果馈电点位置偏得较低,阻抗也较低。反之,如果馈电点位置偏得较高,阻抗也较高。注意这一点是很重要的,当为调谐频率而调节辐射器总长度时,还应在天线轴的方向上对馈电点的位置作相应比例量的移动,以保持正确的阻抗匹配。

最佳地,将具有如图 16 所示尺寸的天线卷成具有 0.500 英寸直径的圆柱。

VI. 馈电网络

可以用单线、四线、八线或其它 x -线组成实现本文件所述的螺旋天线。使用馈电网络将信号按必须的相位角提供给线。馈电网络分解信号和偏移相位以提供给每一线。馈电网络的构成与线的数目有关。例如,对与四线螺旋天线,馈电网络提供四个正交相位关系的等功率信号(例如, 0° 、 90° 、 180° 和 270°)。

为了节省天线馈电部分的空间可以利用唯一的馈电网络设计。馈电网络的轨迹延伸到天线的一个或多个辐射器 104A-104D。为方便起见,按设计成提供四个正交相位关系的等功率信号的馈电网络来描述馈电网络。在阅读本说明后,熟悉本领域的人会明了如何实现其它 x -线组成的馈电网络。

图 17 示出传统正交相位馈电网络的电气等效图。对于传统的正交相位馈电网络,网络提供四个等功率信号,每一个相隔 90-度相位。通过第一信号路径 1704

将信号提供给馈电网络。在第一信号点 A(称之为二次馈电点), 将 0-度相位信号提供给第一辐射器 104。在信号点 B, 将 90-度相位信号提供给第二辐射器 104。在信号点 C 和 D, 将 180-度和 270-度相位信号提供给第三和第四辐射器 104。

信号 A 和 B 在点 P2 组合产生 25 欧姆的阻抗。相似地, 信号 C 和 D 在点 P3 组合产生 25 欧姆的阻抗。这些信号在点 P1 组合产生 12.5 欧姆的阻抗。因此, 在输入端放一个 25 欧姆 90-度的变压器将阻抗变换到 50 欧姆。注意在图 17 所示的网络中, 部分变压器放在 P1 分解之前, 以缩短馈电和降低损耗。但是因为它放在分解之前, 其阻抗必须是分解后的两倍。

将传统的馈电网络如此地修改, 在决定辐射器 104A-104D 的基片部分上放置馈电网络轨迹。特别地, 在一最佳实施例中, 将这些轨迹放置在相对于一个或多个辐射器 104A-104D 的接地轨迹的区域中的基片上。图 18 是在四线螺旋天线环境中的馈电网络的示例实施例。特别地, 在图 18 所示的例子中, 示出两个馈电网络: 与第一天线 1304 一起实施的第一馈电网络 1804; 与第二天线 1308 一起实施的第二馈电网络 1808。馈电网络 1804、1808 有点 A、B、C 和 D, 向辐射器 104A-104D 提供 0、90、180 和 270 度信号。

在图 18 上的虚线近似地表示在相对于放置馈电网络 1804、1808 的表面的基片表面上的辐射器 104A-104D 的接地平面的外形。因此, 图 18 示出放置在或延伸入辐射器 104A-104D 的馈电网络 1804、1808 的那些部分。

注意根据常识, 将馈电网络放在一区域上, 该区域是指定用于馈电网络并与辐射器分开。作为对比, 如此地放馈电网络, 使馈电网络的一部分放在天线的辐射器部分上。如此, 与传统馈电网络的馈电部分相比, 天线馈电部分的尺寸可以减小。

图 19 是用于天线 1304、1308 的馈电网络 1804、1808, 连同包括馈电路径的信号轨迹的示意图。图 20 示出天线 1304、1308 的接地平面的外形。图 21 是接地平面和信号轨迹两者相重叠的示意图。

这些馈电网络的一个优点是天线馈电部分实现馈电网络所需的面积比传统馈电技术减小。这是因为原来放在天线馈电部分的馈电网络部分现在放在天线的辐射器部分。结果, 可以减短天线的总长度。

这种馈电网络的另一个优点是二次馈电点移近天线的馈电点, 降低了传输线损耗。此外可以将一变压器与馈电网络的线路组成一体提供阻抗匹配。

VII 天线组件

如上所述,制造螺旋天线的一种技术是将辐射器、馈电网络和接地平面放置在基片上并把基片卷绕成合适的形状。虽然可以用传统技术实现上述天线组成,但下面还是要描述用于绕制基片成为合适形状的改进的结构和方法。

图 22A 是一结构实施例的示意图,所述结构用于使基片保持合适的(例如,圆柱)形状。更具体地,图 22A 示出加到具有区域有效馈电网络的天线上的结构。在阅读本说明后,熟悉本领域的人会明了如何用其它组成的螺旋天线实现本发明。

图 22B-22F 是示例结构的横截面图,所述结构使天线保持圆柱或其它合适的形状。现在参考图 22A-22F,该例子包括在接地平面 412 上,或从其上伸出的金属带 2218,相对于金属带 2218 的焊接材料 2216 和一个或多个通孔 2210。

金属带 2218 可由接地平面 412 的一部分或加到接地平面 412 上的金属带组成。最好,在一个实施例中,通过仅将接地平面 412 的宽度延伸一预定量来提供金属带 2218。在图 22A 示出的实施例中,该宽度表示为 ω_{strip} 。

在接地平面 412 上金属带 2218 的区域中提供一系列通孔 2210。最好,对于固定连接,将通孔 2210 加到第一天线 1304 和第二天线 1308 两者的辐射器部分上。根据所用材料的已知的机械和电气特性选择通孔 2210 的图形。而仅用在每个接地平面 412 上的一个或两个通孔 2210 可以实现本发明,可以用数个通孔 2210 以获得所要求的机械强度和电气连接水平。不是必须的,所用的每一接地平面 412 的部分可以横向或圆周方向延伸超出天线辐射器。

如图 22B 所见,通孔 2210 完全延伸通过接地平面 412 的材料和通过支撑基片 406(100)从一个表面到下一个表面。使用本领域中已知技术,用金属化或金属涂复通孔来制造通孔。用焊料 2216 涂复接地平面 412 的相对边缘 2214 的相对小部分或区域。

示于图 22B 和 22C 中的实施例包括在接地平面 412 对面的,但邻近第一边缘 2212 的,形成在基片 406 上的小金属带 2218。在这实施例中,通孔延伸通过基片到金属带 2218。金属带 2218 不是在所有应用中必须的,熟悉本领域的人明了金属带 2218 便于焊接和改善机械加固。根据所用的接地平面材料、所选焊料等已知原理选择制造金属带 2218 用的特定材料。

当将天线支撑基片卷成一般的圆柱形以形成要求的螺旋天线结构时,边缘

2212 和 2214 彼此靠近如图 22D 所示。在对面的接地平面边缘 2214 上,将通孔 2210 和金属带 2218(如果提供)叠放在焊料 2216 上。当使带 2218 和焊料 2216 保持接触时用已知的焊接技术和设备加热。

当焊料 2216 熔化时,它流向通孔 2210 和金属带 2218。然后减小或除去热量,在接地平面 412 的两个外边缘或终端之间形成永久牢固,但可除去或可维修的焊接连接点。用这方法,天线支撑基片 406 和放在其上的元件现在机械地保持所要求的圆柱形而不需另外诸如介电带、粘合剂等材料。这减少了以前装配这类螺旋天线所要求的时间、成本和劳动力。这可以提高操作的自动化和更多、现成的再造天线。此外,接地平面 412 的一个边缘现在电气连接到另一边缘,如所要求,从接地平面提供连续的导电环。不用复杂的焊接或连接导线就完成电气连接。

也可以将该技术扩展到提供天线其它部分的支撑或装配。例如,可以将一系列一个或多个金属焊盘或带 2220 放在沿一或两组天线辐射器长度方向上的有间隔的位置上。如图 22E 所见,将金属焊盘或带 2220 放在邻近一个或多个辐射器 104A-D 处,但在支撑基片 406(100)的相对面处。如图 22F 所见,放了这些焊盘和带,当天线基片卷或弯曲以产生所要求的天线时,在支撑基片相对边缘上的辐射器 104A-D 部分上放置有金属焊盘和带 2220。具体地,在一个实施例中,在辐射器 104A-D 的接地轨迹 1436 上放金属焊盘和带 220。当应用要求时或改善传热以熔化焊料时,可以在焊盘 2220 上形成金属化孔。

如果以前将少量焊料 2226 加到接地轨迹 1436 表面的配接部分处,则可以用它将辐射器连接到带上。这提供另外的连接或固定点,有效地按所要求的形状将天线结构保持在一起。当要求电气连接时,可以在延伸到对面的焊盘或带上形成金属化孔。可以将焊盘与带一起使用或不用带,如前面对接地平面的讨论。这种结构对造成长天线结构的极长辐射器或多个天线辐射器堆叠时特别有用。

图 23A-23C 示出一实施例的一系列视图,该实施例是用于将基片 406 卷成所要求形状的形式 2310。在图 23 中示出的例子是圆柱形的形式 2310,用于卷绕天线和对天线结构提供连续的支撑和固定。在一个实施例中,可以向形式 2310 提供一系列的爪和齿 2312,它们从形式 2310 的外表面径向地向外延伸。为了与形式 2310 和齿 2312 连接,在基片 406 上提供一系列的“加工”或装配“导”孔或通道 2230,用于和齿 2312 配合。

在图 22A 中，示出加工孔 2230 位于接地平面 412 内。当使用相对软的支撑基片材料时，接地平面 412 的金属材料起加强孔和阻止变形和阻止移动的作用。这有助于调整天线结构的精度。但是不要求孔 2230 放置在金属层内。

再参考图 23A-23C，从透视图 23A 开始，示出通过配合齿 2312 和孔 2230，基片 406 和支撑形式 2310 配合。如侧视图 23B 和 23C 所见，当支撑形式 2310 围绕其轴旋转时，或基片 406 围绕支撑形式 2310 时，孔 2230 和齿 2312 配合，帮助将基片 406 定位在对着或在支撑形式 2310 上的位置上。最后，整个基片 406 与支撑形式 2310 配合。在图 23C 中，示出基片已围绕支撑形式 2310 直到它自己重叠，因而带 2218、2220 与焊料 2216、2226 连接，如上所述。

当然，在带 2218、2220 和焊料 2216、2226 不用来连接基片部分时，基片 406 不需要重叠在支撑形式 2310 上。此外，不要求支撑形式 2310 伸出天线、辐射器 104A-D 或基片 406 的整个长度。在某些应用中，天线的某些或所有部分可以自己支撑，不需要形式 2310。这个特性是有利的，例如，在某些频率上减小形式 2310 对辐射图的影响。为了说明的清楚和方便起见，在图 23A-23C 中只示出基片 406，没有接地平面的材料层、辐射器、馈电、馈电网络等。熟悉本领域的人明了如何使孔 2230 的尺寸和齿的尺寸配合。

如图 23 所示，可以用形成圆柱或其它要求的形状的实心或空心的结构构成形式 2310，其上有齿或爪 2312 伸出。在这实施例中，例如可以将形式 2310 看作能在许多音乐盒中找到的齿鼓的变形。在阅读本说明后，熟悉本领域的人会明了可以实施另外的结构以提供形式 2310，包括轮轴/轮辐布局、轮轴/链轮布局或其它合适的组成。

注意要仔细考虑爪 2312 或轮辐可能对支撑元件不对称。即，某些部分的间隔较大，为了在卷绕时传递(impart)大量合适的张力，某些区域间隔较小，以较好地控制基片的定位，在那里，基片的边缘重叠。最好如此地选齿的间隔，使齿 2312 施加一定量的张力以保持基片 406 的位置并使整个组件的结构更坚固。

通过定位和装配自动化，采用孔 2230 和齿 2312 提供改进的制造性能。在可以安装在天线罩内的形式上，可以对基片进行精确的定位。这允许更精确的结构确定和天线组件的定位，结果是更精确地控制和补偿天线罩在辐射图上的影响。

放置金属带 2218、焊料 2216 和通孔 2210 的上述说明只是为举例。在阅读本

说明后，熟悉本领域的人会明了如何根据组成要求把这些元件放在另外的位置上。例如，可以将这些元件如此地放置，可绕制天线使之具有右边或左边圆极化，并使辐射器 104A-D 放在形状的内部或外面。

VIII 结论

上面已经对本发明的各种实施例进行了描述，应该明白，这种说明仅作为示例，而并不局限于此。因此，不应该把本发明的广度和范围局限于任何上述示例实施例，只能根据下列权利要求和其等效来确定。

提供较佳实施例的上述描述，使任何熟悉本领域的人会制造和使用本发明。参考较佳实施例，已对本发明作了特别的表述，不用说，熟悉本领域的人可以对形式和细节作出变化而不偏离本发明的精神和范围。

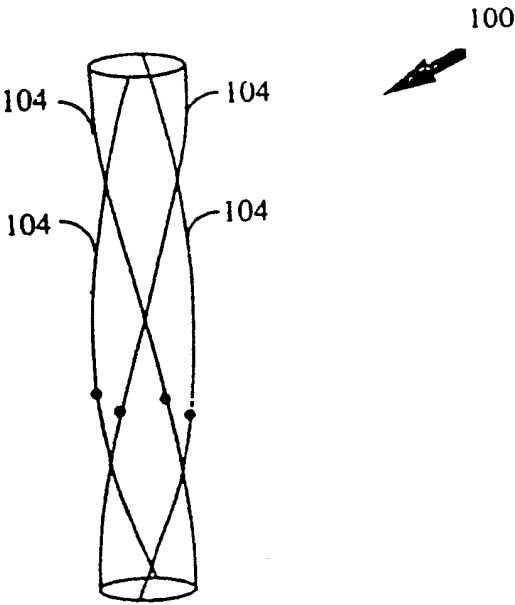


图 1A

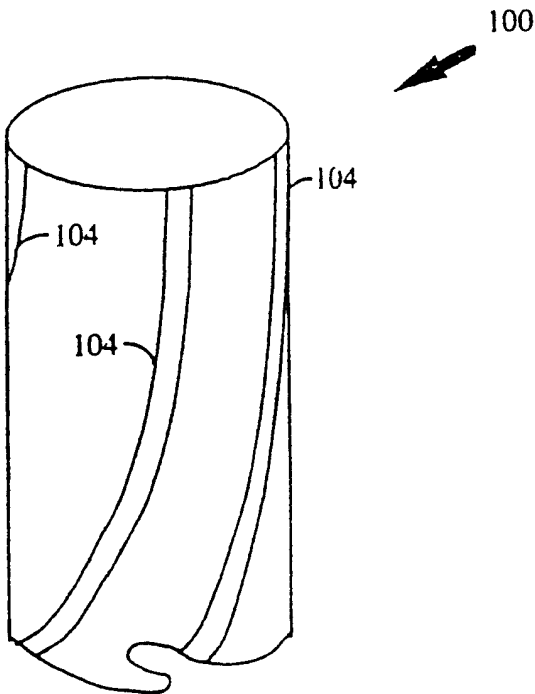


图 1B

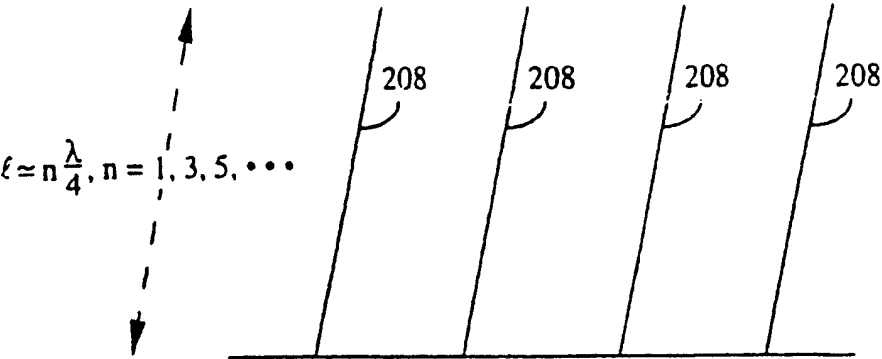


图 2A

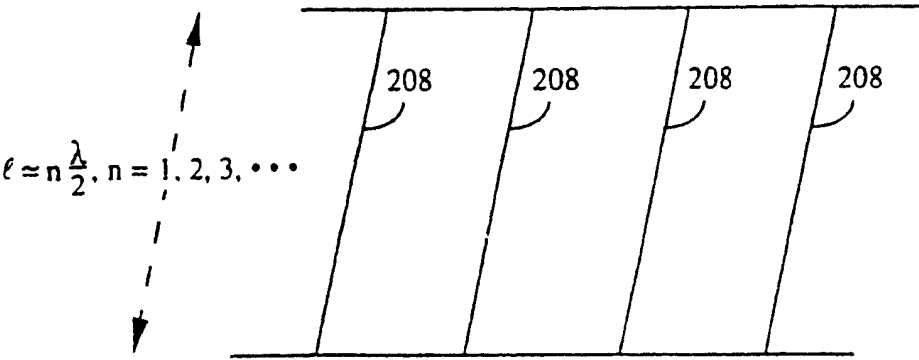


图 2B

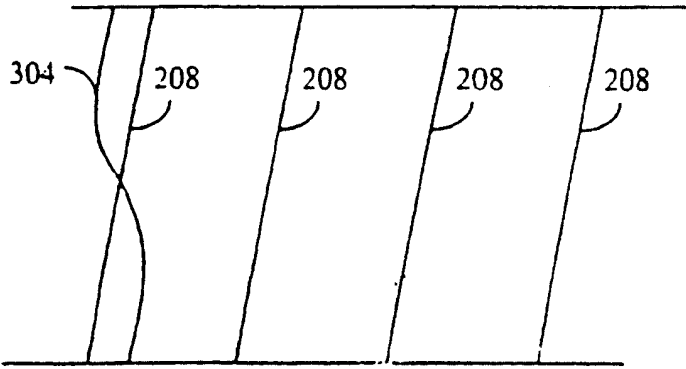
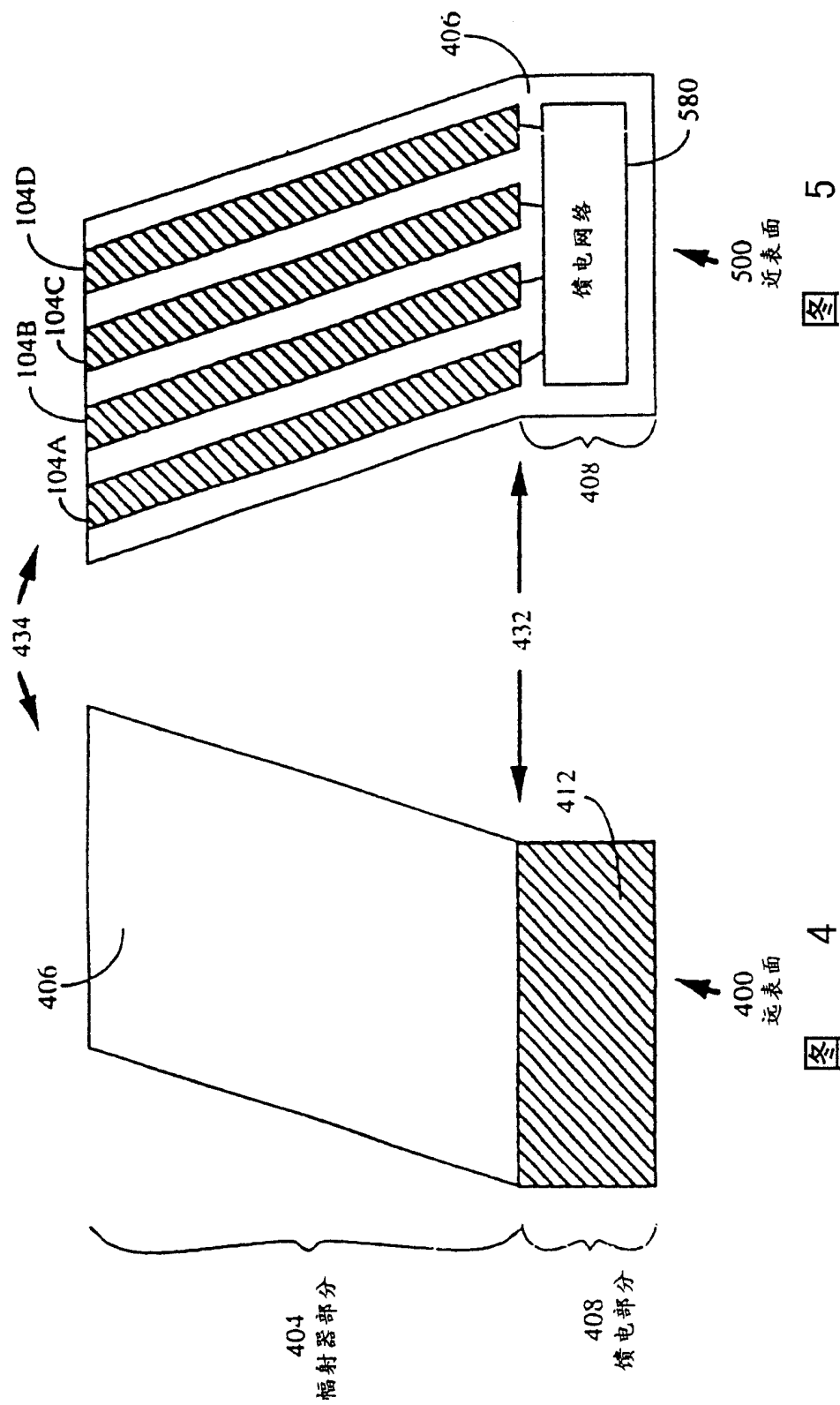
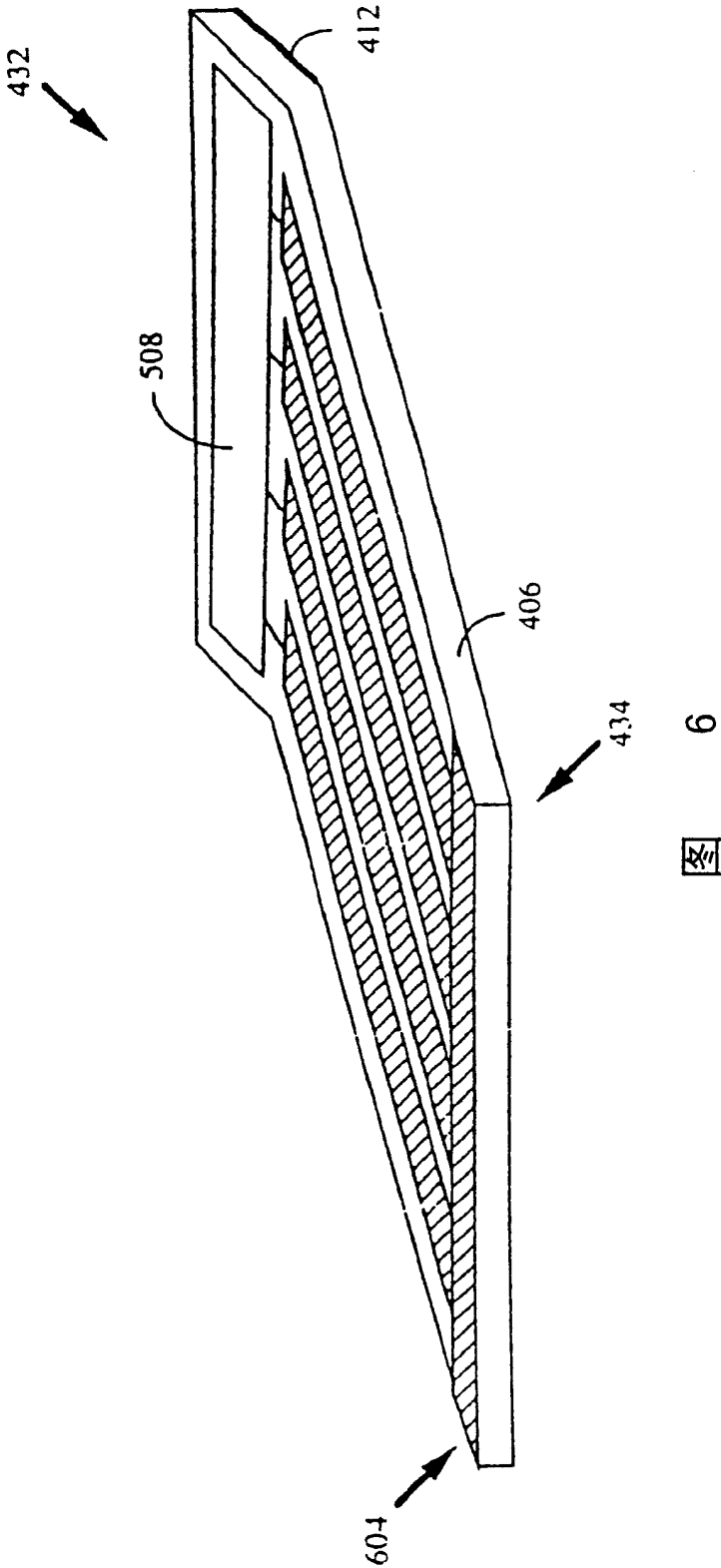


图 3





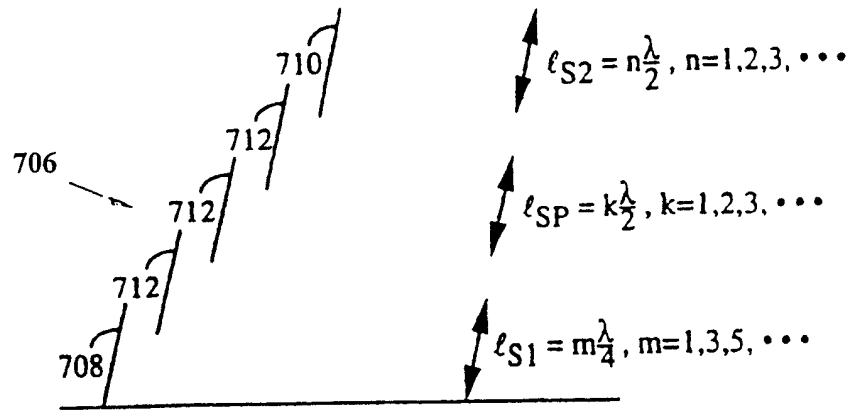


图 7A

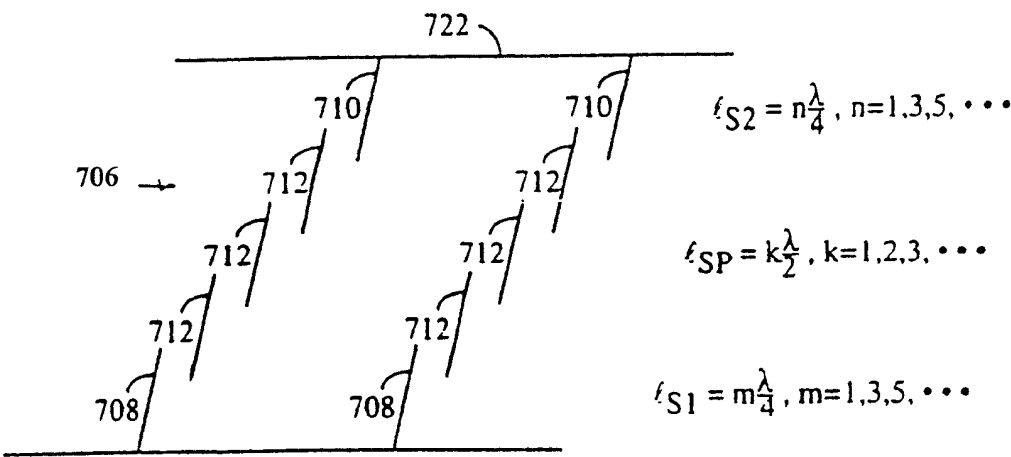


图 7B

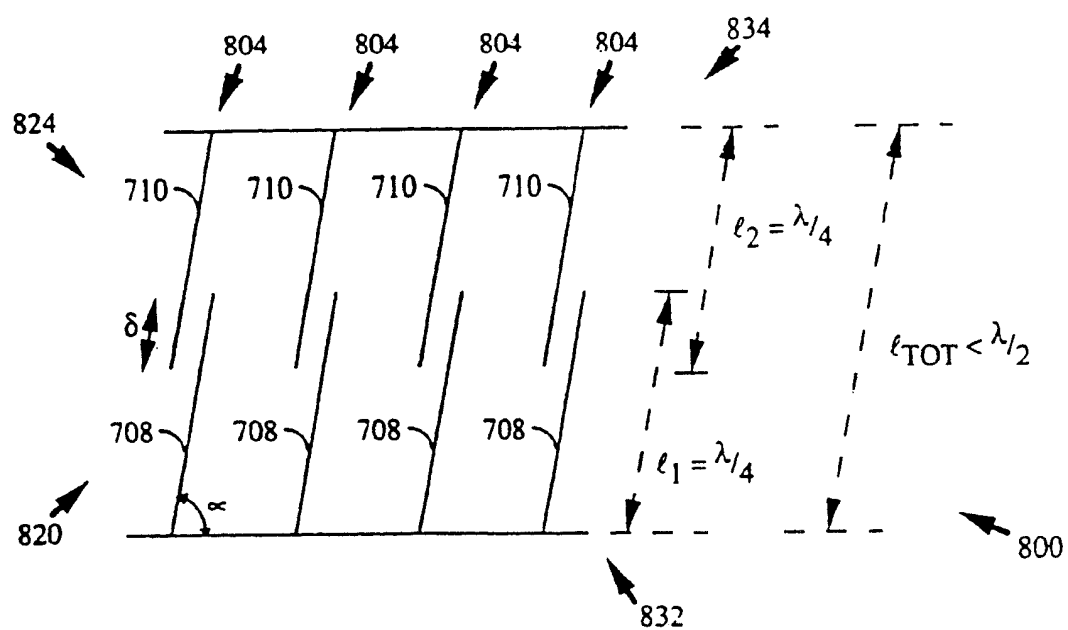


图 8A

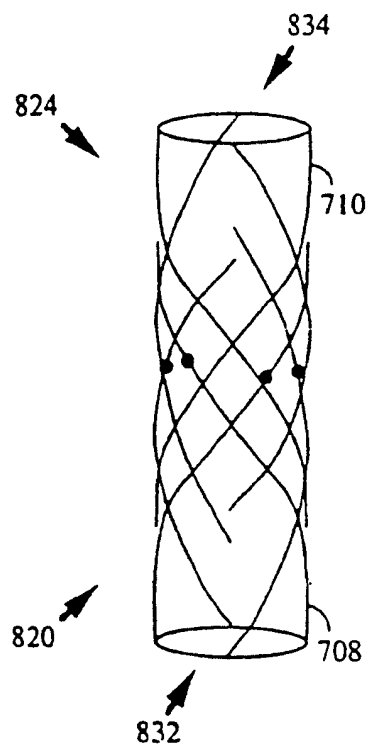


图 8B

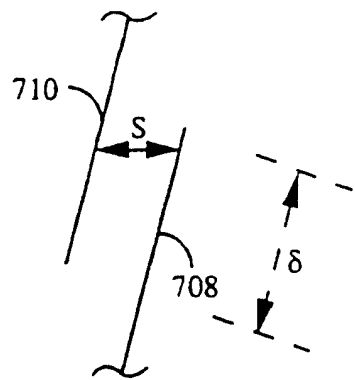


图 9A

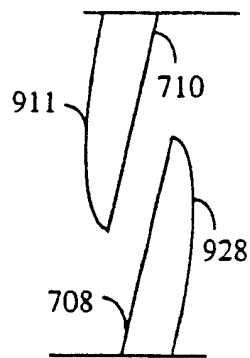


图 9B

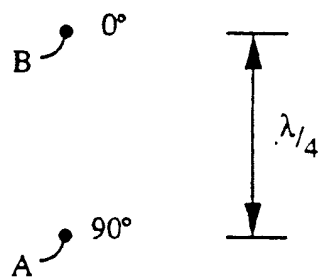


图 10A

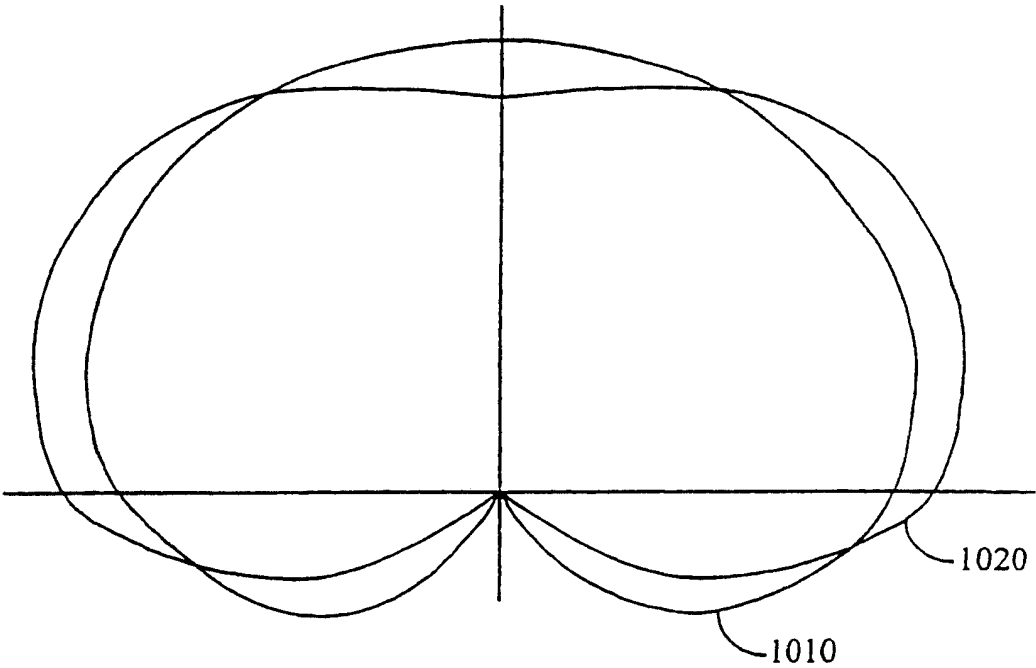


图 10C

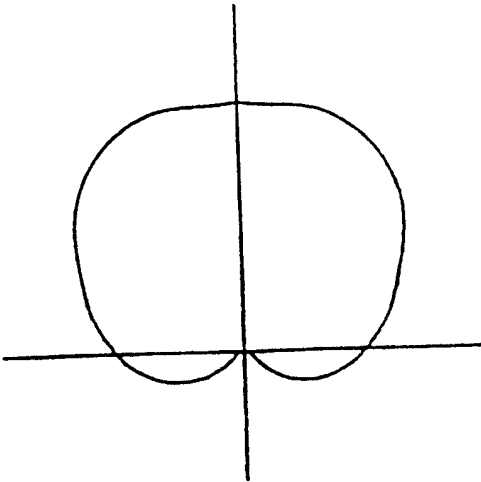


图 10B

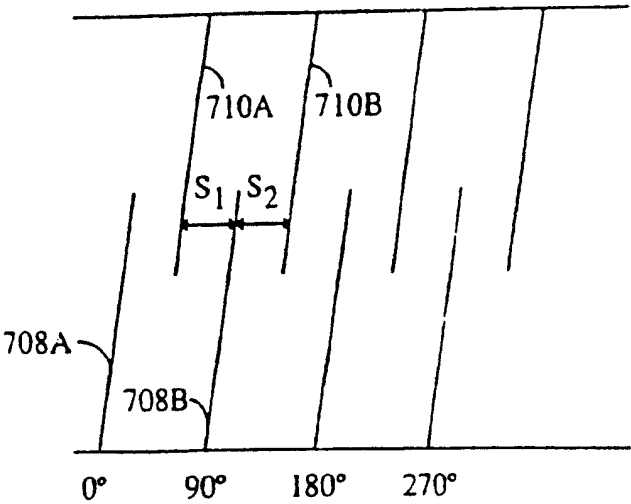


图 11

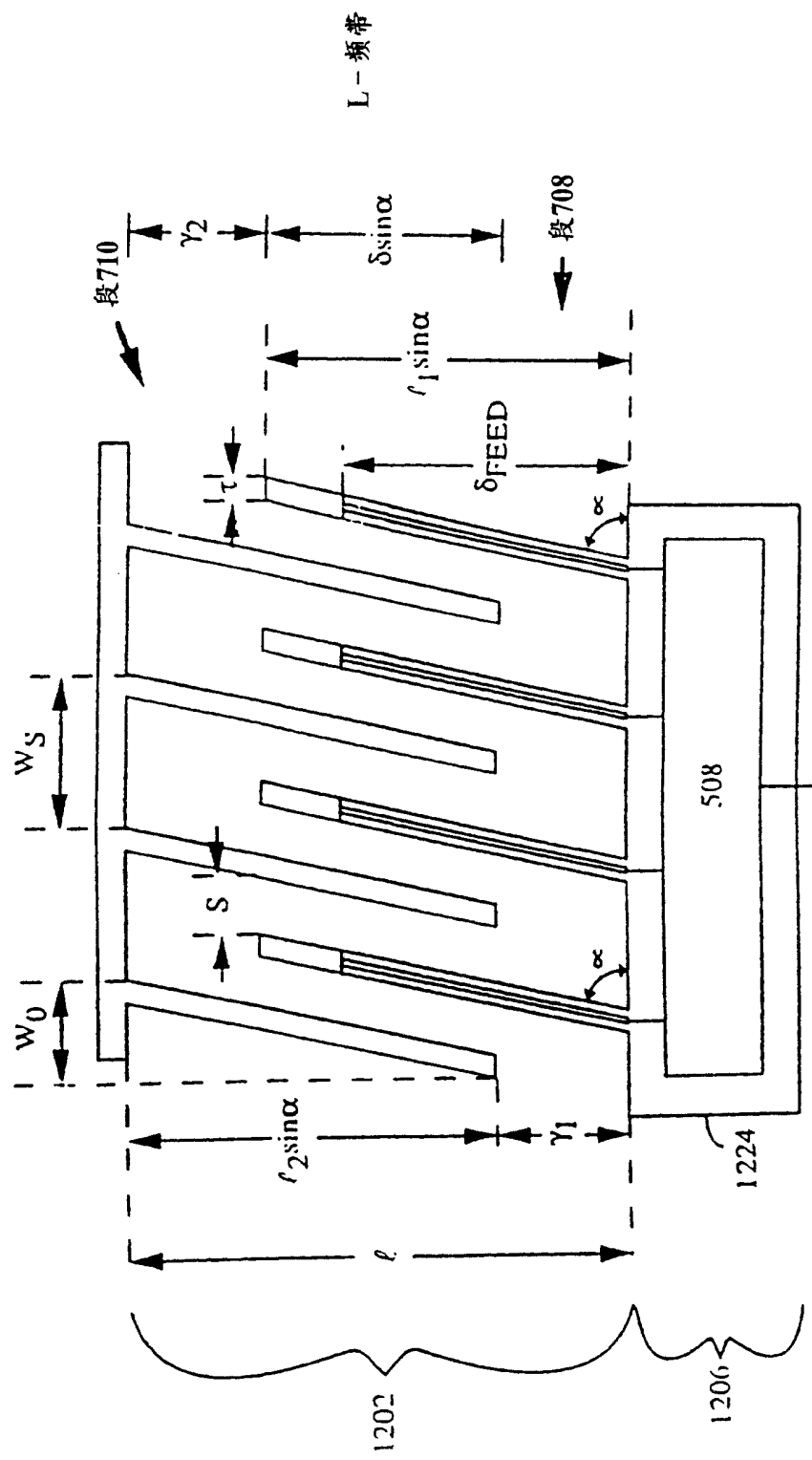


图 12

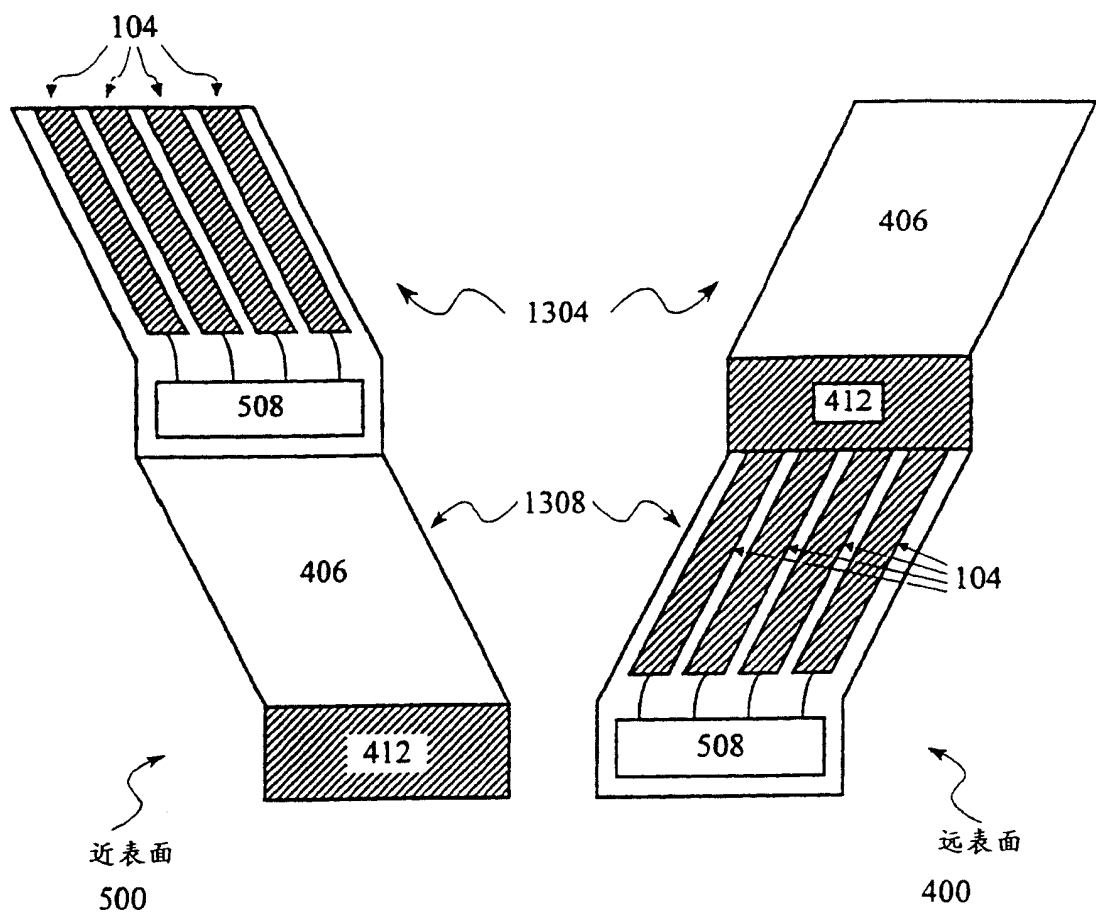


图 13

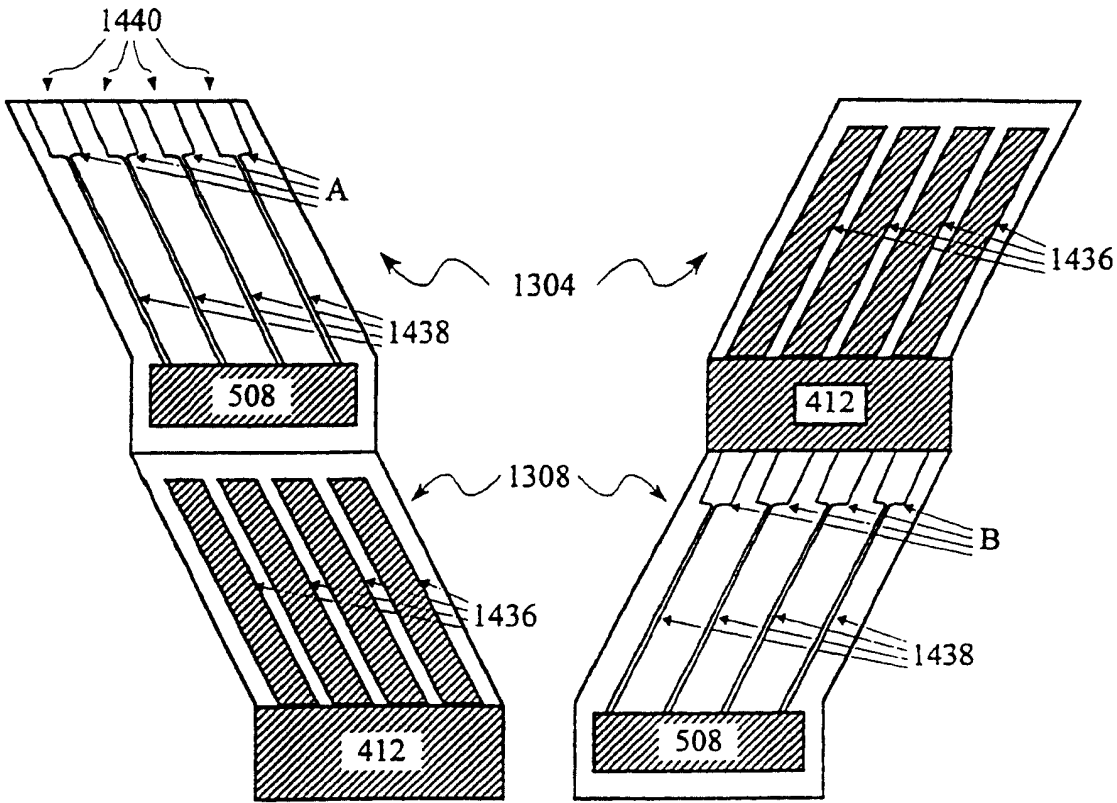


图 14

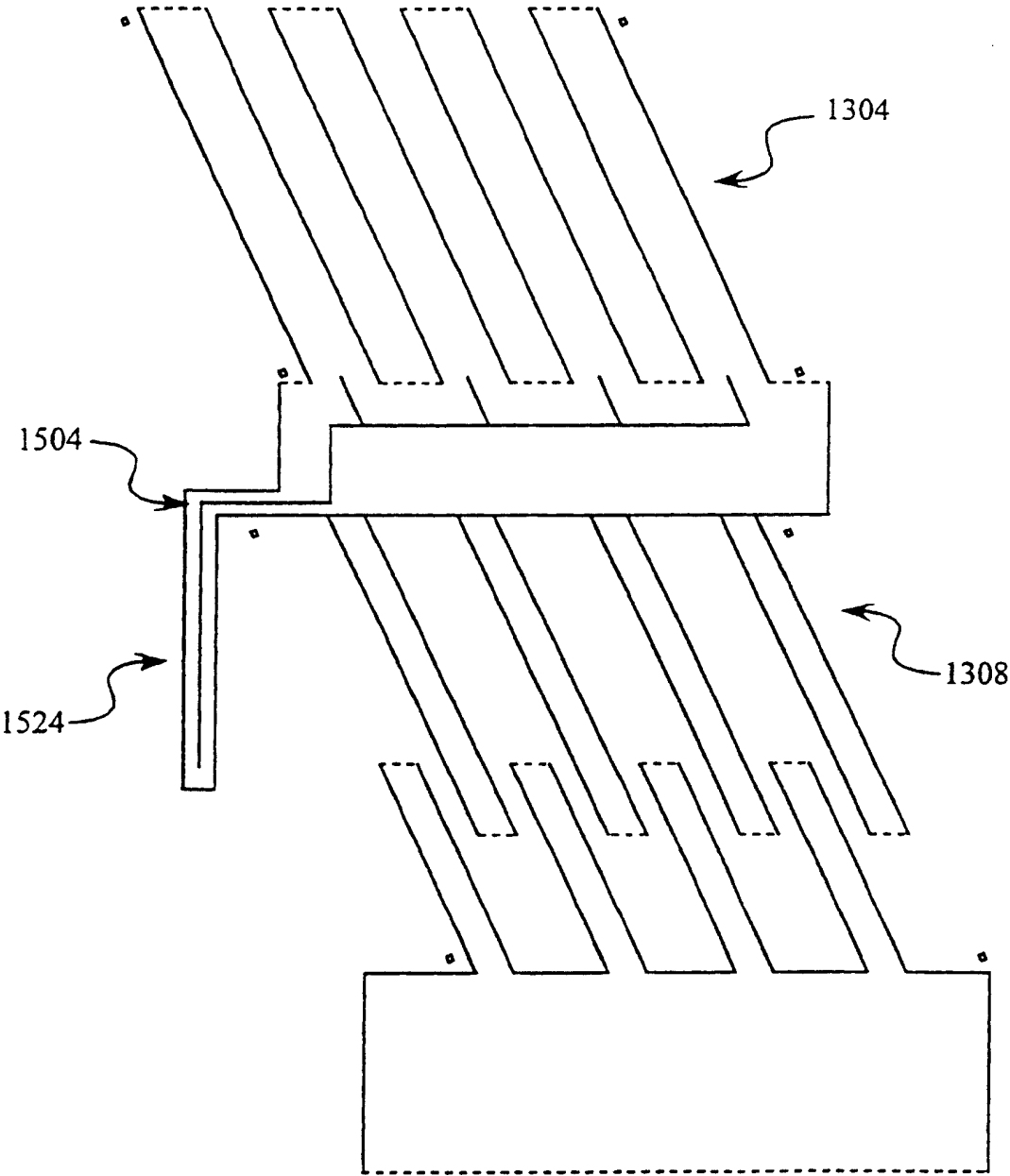


图 15

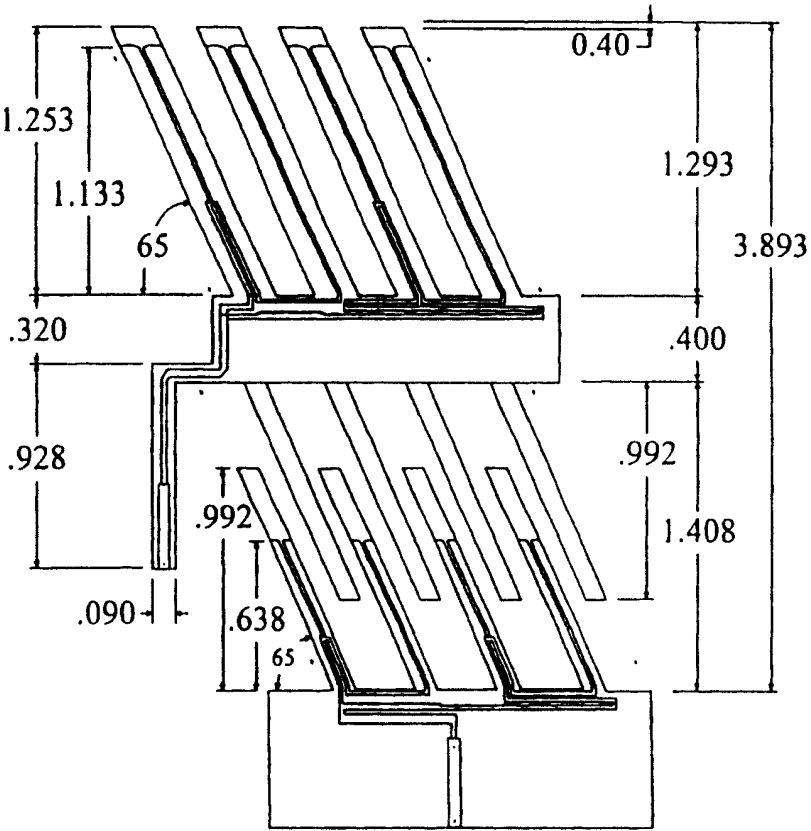


图 16

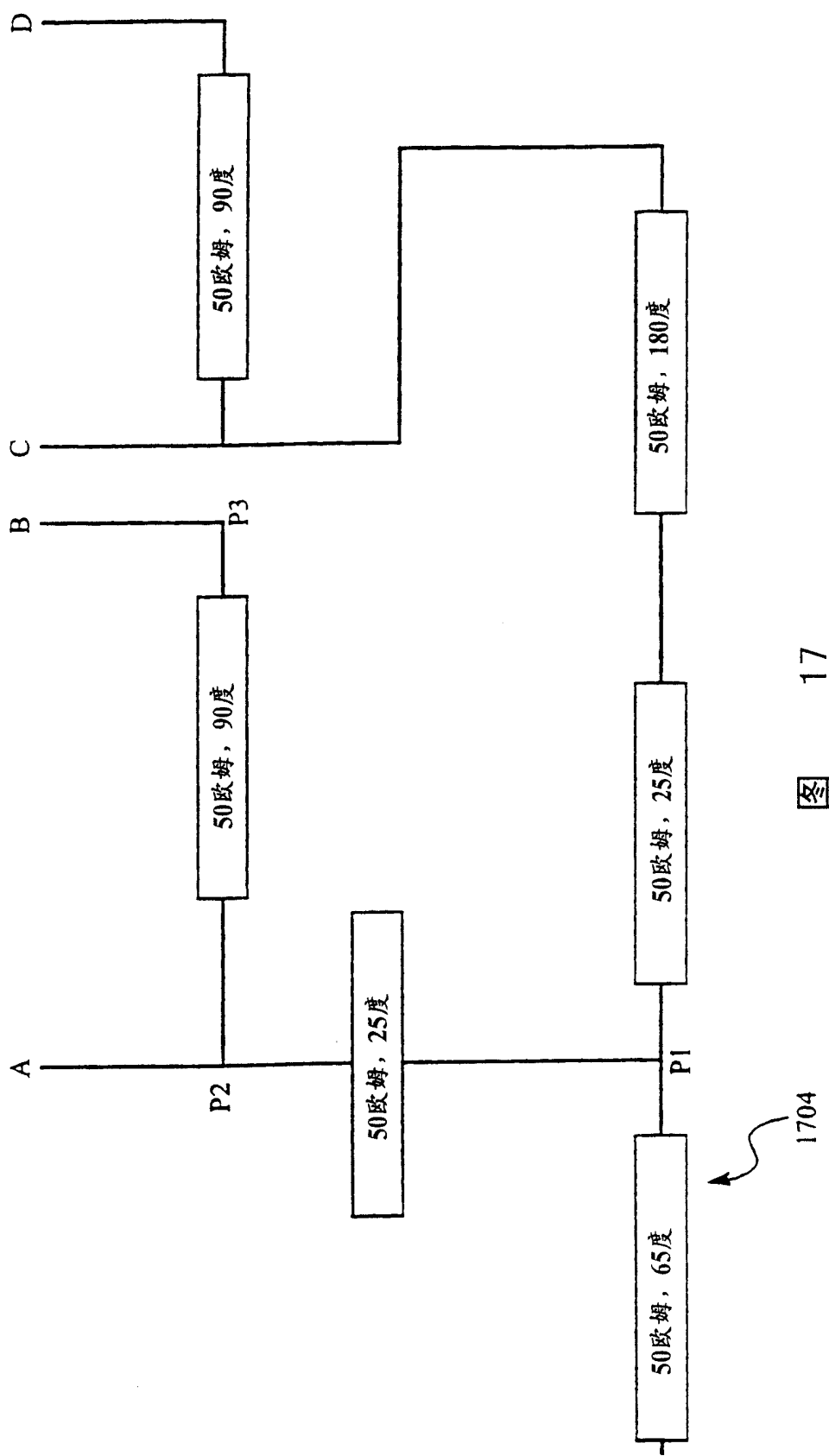


图 17

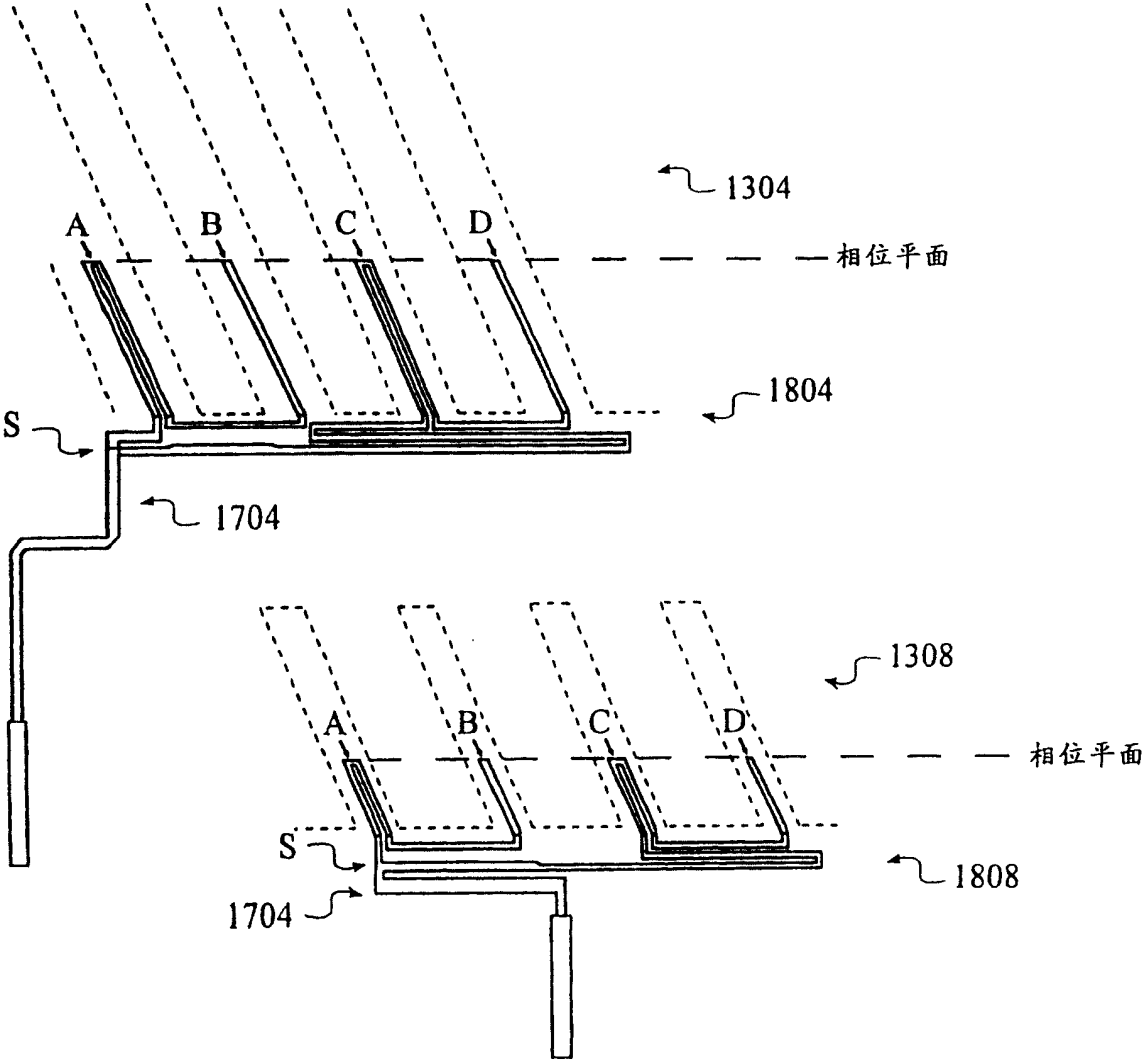
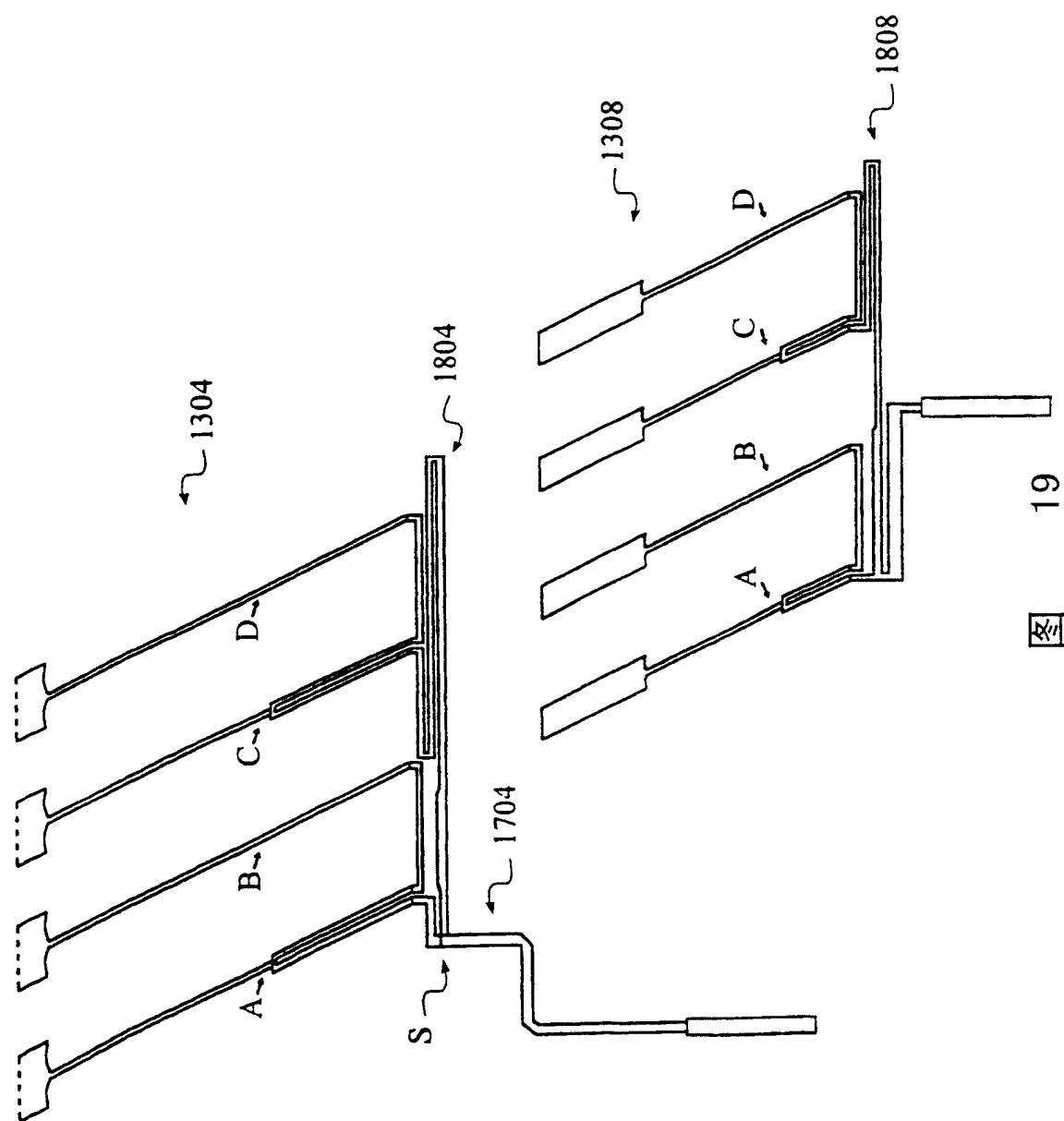


图 18



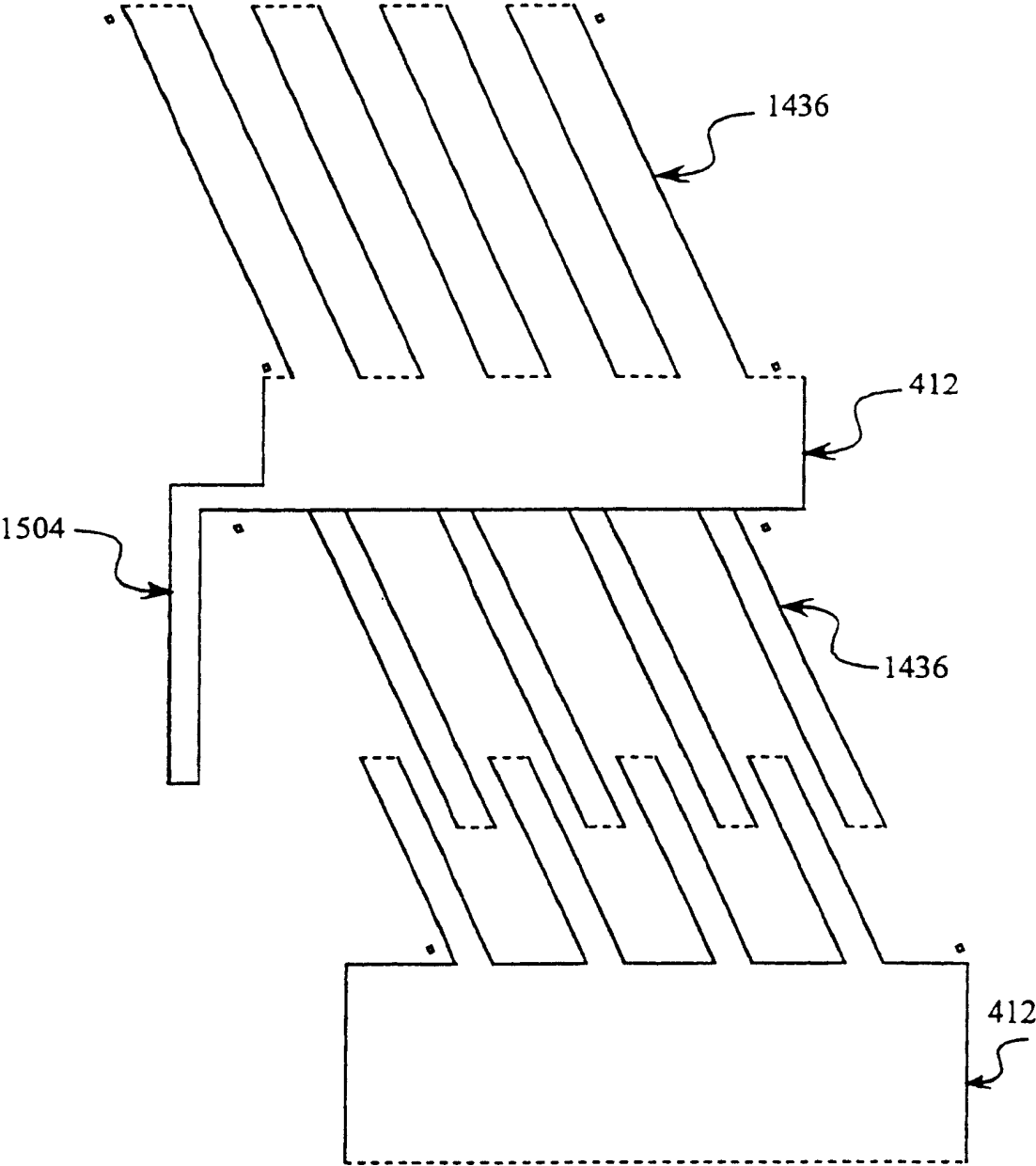


图 20

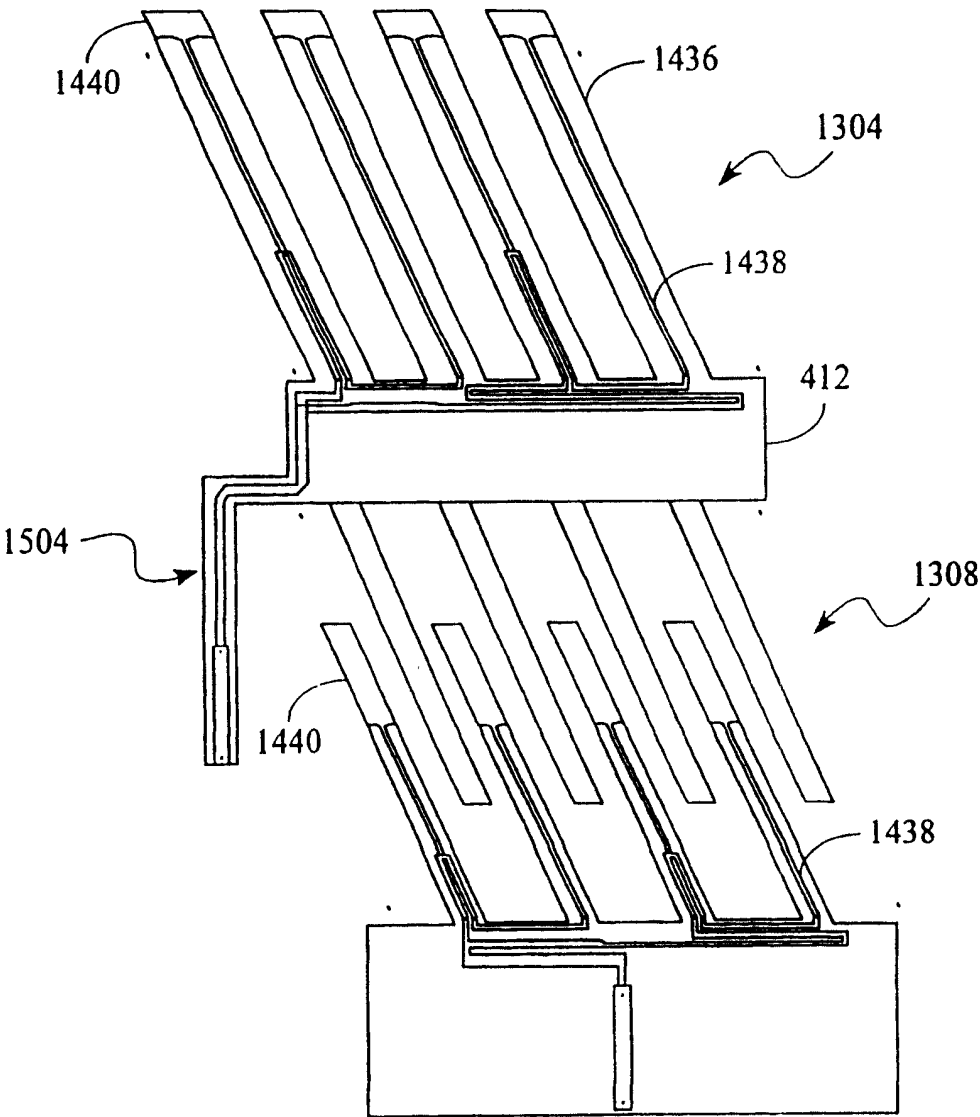


图 21

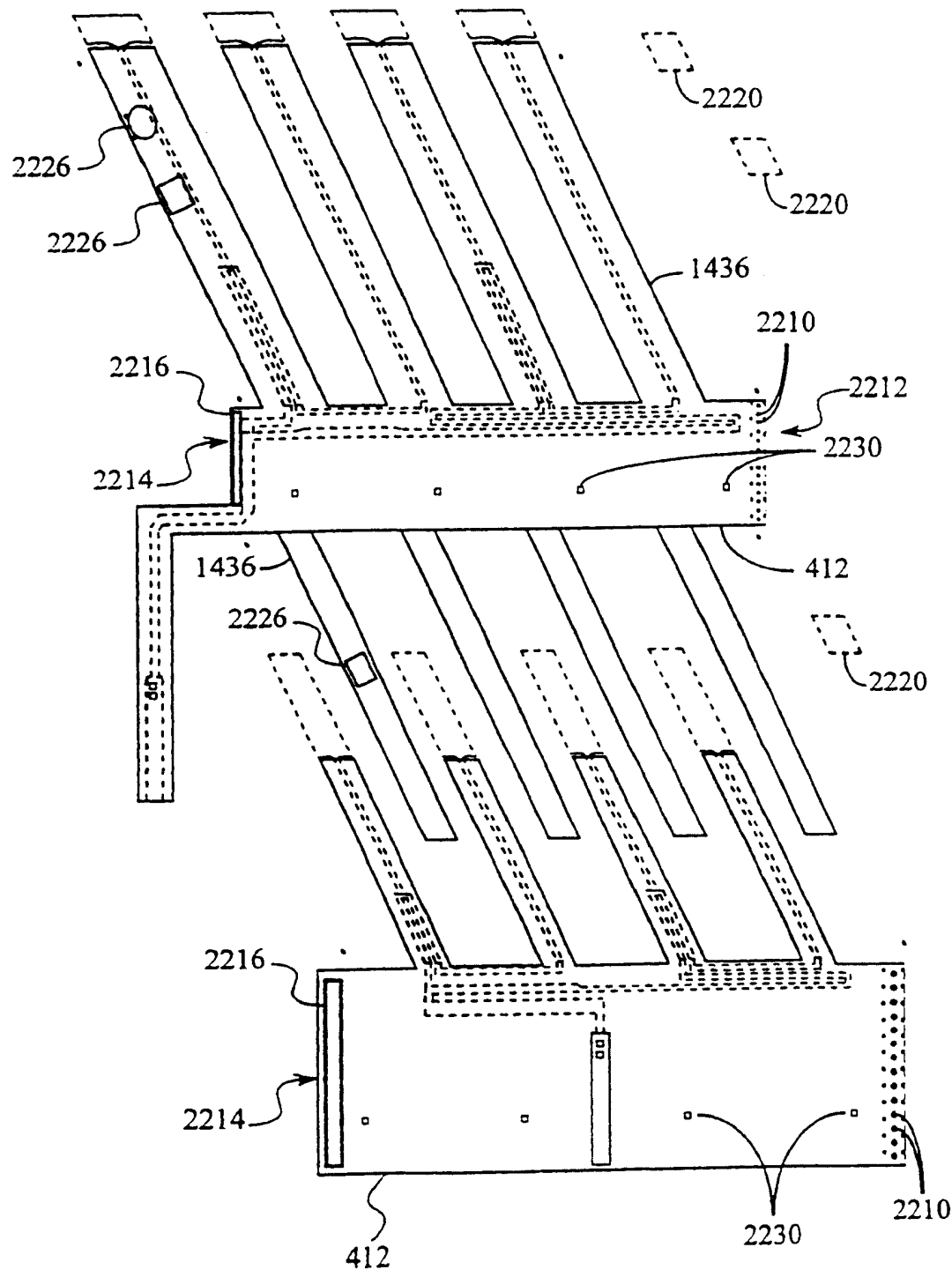


图 22A

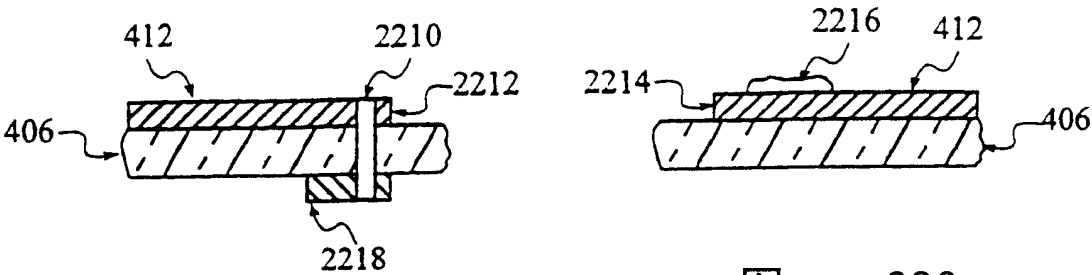


图 22B

图 22C

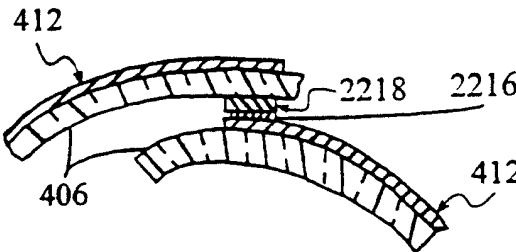


图 22D

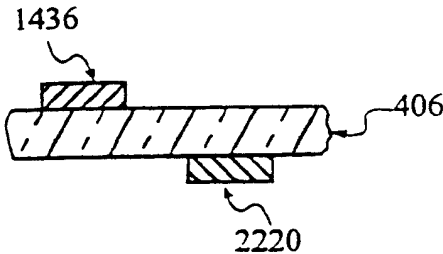


图 22E

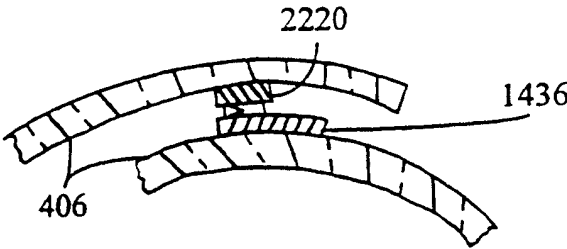


图 22F

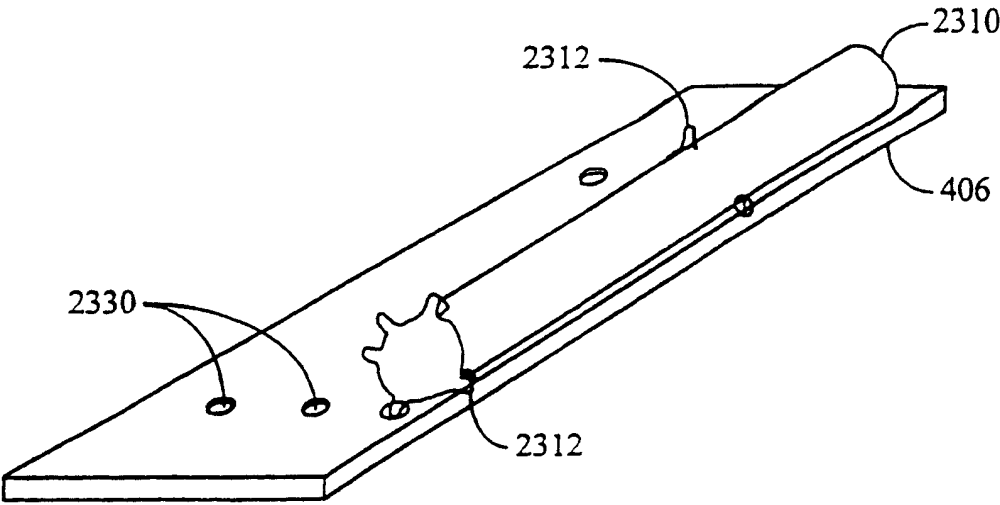


图 23A

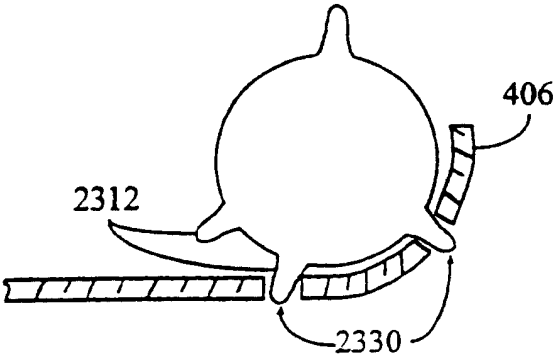


图 23B

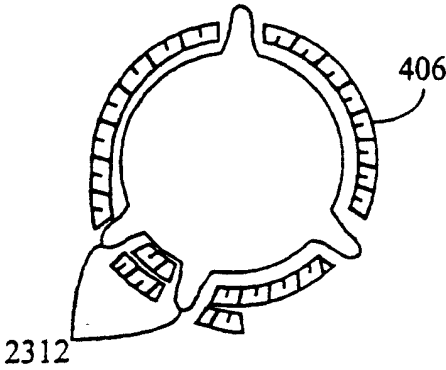


图 23C