

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[ 51 ] Int. Cl<sup>7</sup>

H01Q 1/24

H01Q 5/00 H01Q 21/08

H01Q 21/28



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01823253.1

[43] 公开日 2004 年 6 月 23 日

[11] 公开号 CN 1507673A

[22] 申请日 2001.4.16 [21] 申请号 01823253.1

[86] 国际申请 PCT/EP2001/004288 2001.4.16

[87] 国际公布 WO2002/084790 英 2002.10.24

[85] 进入国家阶段日期 2003.11.14

[71] 申请人 弗拉克托斯股份有限公司

地址 西班牙圣库加特德尔巴耶斯

[72] 发明人 卡尔斯·普恩特·巴利亚达

詹姆·安古拉·普罗斯

卡门·博尔加·保罗

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

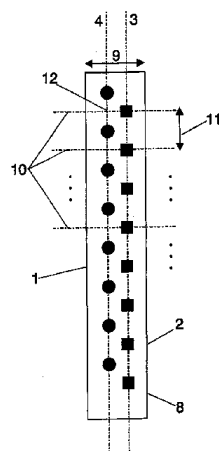
代理人 冯 谱

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称 双频带双极化天线阵列

[57] 摘要

本发明一般涉及一系列新的天线阵列，能够同时在两个不同频带操作，同时在两个频带特征都是双极化。该设计适用于两个频带以两个频率  $f_1$  和  $f_2$  为中心的应用，使得较大的频率 ( $f_2$ ) 对较小的频率 ( $f_1$ ) 之间的比率为  $f_2/f_1 = 1.5$ 。双频带双极化特征主要借助于天线元件在阵列内的物理位置实现。而且，新公开了某些具体的天线元件以提高天线性能。



ISSN 1008-4274

1. 工作在较低频率  $f_1$  和较高频率  $f_2$  的双频带双极化天线阵列, 比率  $f_2/f_1$  小于 1.5, 其特征为天线元件的物理排布, 所述排布包括:

(a) 沿第一垂直轴对齐的第一排天线元件, 所述元件是工作在所述较高频率  $f_2$  的双极化天线元件, 所述元件之间的间隔小于所述较高频率  $f_2$  中心波长的尺寸,

(b) 沿第二垂直轴对齐的第二排天线元件, 所述元件是工作在所述较低频率  $f_1$  的双极化天线元件, 所述元件的间隔距离与工作在频率  $f_2$  相邻排的元件相同, 所述第二垂直轴基本上与所述第一垂直轴平行放置, 距离为 0.1 和 1.2 倍较长工作波长之间。

且其中工作在  $f_2$  的元件的位置在垂直方向相对于工作在  $f_1$  的元件的垂直位置交错, 使得元件之间的距离最大化以尽可能降低辐射元件中频带之间和频带内的电磁耦合。

2. 根据权利要求 1 的双频带双极化天线阵列, 其中工作在两频率  $f_1$  和  $f_2$  任何之一的至少一个元件从其对应的垂直轴水平移动小于 70% 较长工作波长的距离。

3. 根据权利要求 1 或 2 的双频带双极化天线阵列, 其中所述两个轴至少之一相对于垂直方向倾斜小于  $45^\circ$  的一角度。

4. 根据权利要求 1, 2 或 3 的双频带双极化天线阵列, 其中共振天线元件的尺寸小于自由空间工作波长一半, 以尽可能降低它们之间的电磁耦合。

5. 根据权利要求 1, 2, 3 或 4 的双频带双极化天线阵列, 其中天线元件为填充天线类。

6. 根据权利要求 1, 2, 3, 4 或 5 的双频带双极化天线阵列, 其中天线元件包括至少一个带有填充周长的微带插接件。

7. 根据权利要求 1, 2, 3, 4, 5 或 6 的双频带双极化天线阵列, 其中工作频率  $f_1$  和  $f_2$  选择为两个落在 GSM1800(1710-1880

MHz)与 UMTS(1900-2170 MHz)内的频率, 其中每一所述垂直轴处的元件之间的间隔选择为 100 mm 与 165 mm 之间, 其中所述两个垂直轴之间的间隔至少为 40 mm, 且其中天线元件安装在基本为矩形的导电接地面上, 所述接地面在水平方向至少为 140 mm 宽。

8. 根据权利要求 1, 2, 3, 4, 5 或 6 的双频带双极化天线阵列, 其中工作频率  $f_1$  和  $f_2$  选择为以下频带组内任意组合: GSM1800 或 DCS(1710-1880 MHz); UMTS(1900-2170 MHz), PCS1900(1850-1990 MHz)及 DECT(1880-1900)。

9. 根据权利要求 7 用于在 GSM1800 和 UMTS 频带内工作的双频带双极化天线, 其中天线的特征是在两个频带的每一个处不同电下倾, 以及其中天线用于蜂窝式系统网络的基站, 以提供在所述两个频带的覆盖。

10. 根据权利要求 1, 2, 3, 4, 5 或 6 的双频带双极化天线阵列, 其中工作频率  $f_1$  和  $f_2$  选择为以下频带组内任意组合: GSM900(890-960 MHz); US Cellular/QualcommCDMA(824-894 MHz); TACS/ETACS(870-960 MHz); IS54(824-894MHz); CT2 (864-868 MHz)。

11. 根据任何以上权利要求的双频带双极化天线阵列, 其中第一频率  $f_1$  的元件之间的间隔可不同于第二频率  $f_2$  元件之间的间隔高达 20%。

## 双频带双极化天线阵列

本发明一般涉及一系列新的天线阵列，能够同时在两个不同频带操作，同时在两个频带特征都是双极化。该设计适用于两个频带以两个频率  $f_1$  和  $f_2$  为中心的应用，使得较大的频率( $f_2$ )对较小的频率( $f_1$ )之间的比率为  $f_2/f_1 < 1.5$ 。双频带双极化特征主要借助于天线元件在阵列内的物理位置实现。而且，新公开了某些具体的天线元件以提高天线性能。

### 本发明的背景

双频带双极化阵列的研制例如在蜂窝式远程通信服务中是非常重要的。两种第二代(2G)蜂窝式服务，诸如 European GSM900, GSM1800 及 American AMPS 与 PCS1900，以及第三代(3G)蜂窝式服务(诸如 UMTS)利用了它们基站网络(BTS)天线极化多样性，以提高服务性能同时尽可能降低天线安装尺寸。当考虑服务要求的增长迫使经营者增加 BTS 数时，保持在 BTS 中建立的天线最小尺寸成为主要的问题，这开始对城市和乡村风景产生明显的视觉和环境冲击。当经营者必须既提供 2G 又提供 3G 服务时，该问题变得特别重要，因为从两类服务操作在不同频带，使用传统单频带天线开发两个网络意味着安装的天线数加倍，并增加了对环境的影响。因而能够在不同频带同时结合两种服务的双频带双极化天线的发明，明显是非常重要的事情。

多频带天线和天线阵列的开发是天线领域主要的工程挑战之一。在当前技术状态下有一著名的原理，说天线或天线阵列的性能完全依赖于其相对于工作波长的尺寸和几何结构。天线的尺寸完全依赖于波长，并在一天线阵列中，元件之间的间隔通常是固定的并对于波长保持一定比例(一般在半波长和全波长之间)。由于这一非常简单的原理，很难使阵列同时工作在两个不同的频率或波长，因为难以使天

线元件几何结构在尺寸上匹配两个不同的波长，并类似地难以找到天线元件的一种空间布局，同时满足两个波长的约束。

天线阵列性能的第一描述由 Shelkunoff 作出(S.A. Schellkunhoff, "A Mathematical Theory of Linear Arrays," Bell System Technical Journal, 22,80)。该工作旨在单频带天线。频率无关阵列(对数周期偶极子阵列或 LPDA)某些最早的设计在 1960 年代开发(V.H.Rumsey, Frequency-Independent Antennas. New York Academic, 1966; R.L. Carrel, "Analysis and design of the log-periodic dipole array," Tech. Rep. 52, Univ. Illinois Antenna Lab., Contract AF33(616)-6079, Oct 1961; P.E. Mayes, "Frequency Independent Antennas and Broad-Band Derivatives Thereof", Proc. IEEE, vol. 80, no.1, Jan, 1992)。所述 LPDA 阵列基于不同尺寸的非均匀间隔偶极子元件，并设计为覆盖服务广泛频率，然而由于它们一般的增益(10dBi)，这些设计应用范围受到限制且不适合例如需要较高增益(高于 16dBi)蜂窝式服务的应用。而且，所述 LPDA 天线不论水平束宽(对于 BTS 太窄)还是极化与机械结构都不能对 BTS 的需要匹配。

近来在本技术领域已有对多频带天线阵列某些例子的描述。例如，专利 PCT/ES99/00343 描述了用于通用多频带阵列的一种交错天线元件配置。那里描述了天线元件的共线性设置，其中在不同频带天线元件重叠的那些位置需要使用多频带天线元件。该阵列的总范围与某些特定应用的需要不匹配。例如，当频带之间的频率比率低于 1.5 时遵循 PCT/ES99/00343 的描述难以实现如本发明中要公开的设计的双频带性能。而且，当对每一频带需要独立的电下倾(down-tilt)时，该解决方案没有必要的费效性。本发明公开了基于双极化单频带天线元件完全不同的解决方案，这些元件在空间上的排布使天线尺寸最小化。

在市场上已存在可同时处理 2G 和 3G 服务的双频带双极化天线的例子，然而这些例子是简单地把两个分开的天线结合到单个的接地面及天线罩的所谓‘并列’解决方案(图 1)。这些天线结构的不方便之

处是其整个组件尺寸的尺寸(最大 30 cm 宽, 这一般两倍于单个天线的尺寸), 以及由于天线之间耦合所至的模式畸变。这一解决方案的某些例子例如能够在 <http://www.racal-antennas.com/> 及 <http://www.rymsa.com/> 中找到。本发明公开了更紧凑的解决方案, 该方案是借助于仔细选择天线已经位置及所述天线已经的形状实现的, 这使得它们之间的耦合最小。

对于  $f_1$  和  $f_2$  之间的间隔非常小的特定情形下, 在先有技术中描述了几个宽度解决方案, 同时在两个频带操作。然而, 如果对每一频带需要独立的和不同下倾, 则这种解决方案不适合, 这在某种程度上能够根据本发明易于解决。

#### 本发明的概述

天线结构在于两个独立的垂直线性单频带阵列的交错, 使得元件的相对位置把天线之间的耦合降低到最小。天线元件的所述空间排布的作用是保持天线的尺寸降低到最小的程度。在天线空间排布(交错)的基本布局的方案中, 实点显示下频率  $f_1$  的元件位置, 而方块显示上频率  $f_2$  的天线元件位置。较高频带  $f_2$  的天线元件沿垂直轴以元件之间所需的间隔对齐。所述间隔对于最大增益稍小于全波长(一般低于较短波长尺寸 98%), 虽然容易看到可使该间隔随应用变得较短。

下频带  $f_1$  的元件的第二垂直列沿放置在所述第一轴旁边的第二垂直轴对齐并基本上与其平行。在本发明的另一特定排布中, 低频元件沿左轴放置, 而高频元件沿右轴放置, 但明显的是两个轴的位置都能够被交换, 使得低频元件置于右侧, 反之也然。在任何情形下, 选择所述轴之间的间隔落在 0.1 和 1.2 倍较长波长之间。

较短的波长(对应于  $f_2$ )确定了两个轴的元件之间的间隔。通常间隔最好低于 98% 所述较短波长以便使增益最大, 同时防止在上频带引入光栅波瓣; 由于频带之间的间隔根据本发明总是  $f_2/f_1 < 1.5$ , 这是可能的。

关于元件的相对位置, 用于  $f_2$  的元件位于沿垂直轴和水平轴一

定的位置，使得水平轴与所述元件和相邻轴处的元件之间的中点交叉；这保证了元件之间最大的距离，因而保证了不同频带元件之间最小的耦合。

由于对每一频带有独立的元件，故该阵列易于借助于两个分开的分布式网络馈电。可使用微波传输带中的共同馈电或锥形网络，带状线，同轴，或先有技术中所描述任何其它传统的微波网络结构，且不构成本发明的特征方面。然而重要的是要指出，通过使用独立的网络，本发明中可使用每一频带元件的独立定相位，这转而对在每一频带独立引入辐射模式的固定或可调节电下倾是有用的。可选地并取决于频率  $f_1$  和  $f_2$  的具体设置，对于业内专业人员很清楚，在本发明的精神之内，先有技术中所描述的任何其它的双频带或宽带馈送网络也可使用。

关于天线元件，能够根据本发明的范围使用任何双极化天线元件(例如交叉偶极元件，插接元件)然而，最好是降低尺寸的辐射元件以减少它们之间的耦合。

这里所描述的双频带阵列相同的基本配置特征是，水平面中不同的波束宽度和形状与水平方向元件之间的间隔相关。为此，根据本发明阵列内的几个元件可以放置在对于左轴或右轴移动的水平位置。一般来说，对于所述轴的移动小于较长的工作波长 70%。这种位移的一个特定情形在于使所述基准轴的一个或两个倾斜几个度(总低于  $45^\circ$ )，使得位移向上或向下都是均匀增加的。

#### 附图的简要说明

图 1 示出对于双频带 2G+3G 阵列的传统的并列解决方案(7)(先有技术)。对于每一频带两个传统的单频带阵列(5)和(6)合并单个接地面(8)并罩在单个的天线罩中。所得的天线系统的水平宽度(9)就美学和环境的原因是不方便的。注意，每一特定频带元件之间(圆点和方块之间)的间隔对于这一先有技术配置是不同的。

图 2 示出对于双频带双极化阵列天线元件一般的空间排布。实点(1)显示用于下频率  $f_1$  的元件的位置，而方块(2)显示用于上频率  $f_2$

天线元件的位置。元件沿平行轴(3)和(4)对齐。垂直位置中元件之间的间隔(11)在两个频带处是相同的。注意,在频率  $f_2$  与轴(3)一同定义元件位置(2)的水平轴(10),与轴(4)在用于频率  $f_1$  的元件的位置(1)之间的中点交叉。垂直轴中的交错位置保证了频带之间的最小的耦合,同时保持接地面(8)和天线组件的宽度(9)为最小程度。

图 3 示出双极化填充微型插接天线两个特定的例子(13)和(14),它们可用来把阵列内频带间和频带内的耦合减小到最小。带有内部中心点的白色圆圈(15)指示对于双正交极化的馈电位置。

图 4 示出其中某些元件(15)相对于垂直轴水平移动的一例。

图 5 示出一例,其中轴(3)之一从定义另一轴(3')的垂直位置稍微倾斜,对应于  $f_2$  的元件(2)沿其对齐。这可被看作为图 4 中描绘的一般情形的一特定情形,其中所有元件对于上邻域顺序位移固定距离。

图 6 示出同时以 GSM1800(1710-1880 MHz)及 UMTS(1900 MHz-2170 MHz)工作的双极化双频带阵列的优选实施例。天线元件为如图 3 所描绘的带有填充周长的双极化插件。

本发明优选实施例的详细说明

图 2 中示出天线元件空间排布(交错)的基本布局的一种方案。实点(1)显示用于下频率  $f_1$  的元件的位置,而实点方块(2)显示用于上频率  $f_2$  的天线元件的位置。用于较高频带  $f_2$  的天线元件沿垂直轴(3)以元件(11)之间所需的间隔对齐。所述间隔稍小于对于最大增益的全波长(一般低于较短波长尺寸 98%),虽然容易看出,按应用可以使该间隔较短。下频带  $f_1$  的第二垂直元件列沿与所述第一轴(3)旁边放置并基本上与其平行的第二垂直轴(4)对齐。在图 2 特定的排布中,低频元件沿左轴(4)放置,而高频元件沿右轴(3)放置,但明显的是两个轴的位置可以交换,使得低频元件放置在右侧且反之亦然。在任何情形下,所述轴(3)和(4)之间的间隔(9)选择落在较长的波长的 0.1 和 1.2 倍之间。

较短的波长(对应于  $f_2$ )确定在两个轴元件之间的间隔。通常间隔最好低于所述较短波长的 98%,以便使增益最大化,同时防止在上



频带引入光栅波瓣；由于频带之间的间隔根据本发明总是  $f_2/f_1 < 1.5$ ，这是可能的。关于元件(1)和(2)的相对位置，用于  $f_2$  的元件位于沿垂直轴(3)和水平轴(10)的位置(2)，使得水平轴(10)与所述元件(2)和相邻轴(4)处的元件(1)之间的中点(12)交叉；这保证了元件之间最大的距离，因而保证了不同频带元件之间最小的耦合。

由于对每一频带有独立的元件，故该阵列易于借助于两个分开的分布式网络馈电。可使用微波传输带中的共同馈电或锥形网络，带状线，同轴，或先有技术中所描述任何其它传统的微波网络结构，且不构成本发明的特征部分。然而重要的是要指出，通过使用独立的网络，本发明中可使用每一频带元件的独立定相位，这转而对在每一频带独立引入辐射模式的固定或可调节电下倾是有用的。可选地并取决于频率  $f_1$  和  $f_2$  的具体设置，对于业内专业人员很清楚，在本发明的精神之内，先有技术中所描述的任何其它的双频带或宽带馈送网络也可使用。

关于天线元件，能够根据本发明的范围使用任何双极化天线元件(例如交叉偶极元件，插接元件)，然而，最好是降低尺寸的辐射元件以减少它们之间的耦合。这里提出带有填充周长的双极化插件作为可能的阵列实现的一个具体例子(图 3)。对于同样的目的，其它双极化填充微型天线元件也可使用，诸如在专利 PCT/EP00/00411 中所公开的元件。

这里所描述的双频带阵列相同的基本配置特征是，水平面中不同的波束宽度和形状与水平方向元件之间的间隔相关。为此，根据本发明阵列内的几个元件可以放置在对于任一轴(3)或(4)移动的水平位置。一般来说，对于所述轴(3)或(4)的移动小于较长的工作波长 70%。这种位移的一个特定情形在于使所述基准轴的一个或两个倾斜几个度(总低于  $45^\circ$ )，使得位移向上或向下都是均匀增加的。图 4 示出特定的实施例的一例，其中某些元件从轴位移，而图 5 示出另一实施例，其中轴(3)H (4)稍微倾斜。对于业内专业人员很明显，在本发明的范围内为同样目的可使用其它的平移和倾斜方案。

任何业内专业人员容易看出，元件的数目和阵列的垂直程度不是本发明的本质部分；按所需的增益和阵列的方向性，可选择任何元件数目。而且，元件数和阵列的垂直程度不需要相同；在本发明的精神内可任意选择用于每一频带的元件数和垂直程度的任何组合。

除了元件特定座标位置，专业人员将重要到，如先有技术中所描述的那样，例如为获得其它类型极化状态或天线参数的改变，元件的任何旋转可用于本发明。

本发明的一优选实施例是同时以 GSM1800(1710-1880 MHz)及 UMTS(1900 -2170 MHz)频带操作的阵列。天线的特征是 $\pm 45^\circ$ 双极化和双频带，并在蜂窝式基站(BTS)中找到主要应用，其中两个服务都组合到单个的站点。这种配置的一特定实施例的基本配置示于图 6。

该天线设计有 8 个元件工作在 GSM1800(13)及 8 个元件工作在 UMTS(14)，以便提供高于 17dBi 的定向性。元件沿各用于每一频带的两个不同的轴(3)和(4)对齐。根据本发明，用于 GSM1800 的元件(13)在垂直方向相对于用于 UMTS(14)的元件交错，以便通过使它们之间的距离最大而降低元件之间的耦合，但仍保持所述轴(3)和(4)之间的最小距离。对于这一特定实施例，如果希望输入端口之间的隔离度高于 30 dB(如通常对于蜂窝式系统)，则轴(3)和(4)之间的间隔必须大于 40 mm。

取决于所需的增益，对于任何业内专业人员很清楚，元件数目可以在 8 个之上扩大或降低。元件数甚至可以对每一频带不同以达到不同的增益。为了以这一特定频带操作，元件之间的垂直间隔必须选择落在 100 mm 到 165 mm 范围内。对于 8 元件阵列和增益 17dBi，元件安装在基本上是矩形的总高度在 1100 mm 到 1500 mm 范围内的接地面(8)。

在本发明的范围内，任何类型的双极化单频带辐射元件都能够用于这种天线阵列，诸如交叉偶极子或圆圈，方形或八角形插接件，然而这里最好是诸如在图(13)和(14)中新颖的填充插接件，因为它们的特征是与其它先有技术几何结构比较尺寸(高度，宽度，面积)较

小。所述真空插接件可使用任何用于微带连接板天线周知的传统技术制造，并例如可印刷到电介质基片，诸如环氧玻璃纤维(FR4)基片或其它特制的微波基片，仅举几例诸如 CuClad<sup>®</sup>，Arlon<sup>®</sup>或 Rogers<sup>®</sup>。所述元件平行安装在导电的角度面(8)，并一般以电介质隔离器支撑。精确地说这是元件(垂直交错垂直轴接近)与降低尺寸及插接天线元件的真空形状的特定空间排布的组合，使整个天线的尺寸得以降低。天线的尺寸基本上降低面(8)的尺寸，对于这一特定实施例该尺寸必须宽于 140 mm，但一般可在 200 mm 以下延伸，与如图 1 中描述的其他传统解决方案相比，对最小可视环境影响这是一主要优点。

可借助于用于用于插接天线的几种先有技术，诸如同轴探头，在插接之下的微波带线路，或与在所述接地面之上与分布式网络耦合的接地面(8)上的插口，在位于圆圈(15)的中心的两个正交极化馈电点对各元件馈电。对于双频带双极化操作，能够使用四个独立的馈电和分布式网络(用于每一频带和极化)。根据优选实施例，所述馈电网络安装在接地面的背侧，并可使用任何熟知的阵列网络的配置，诸如微波带，同轴或带线网络，因为它们不构成本发明的实质部分。

关于在插接件上馈电点(15)的相对位置，图 6 示出一实施例，其中所述馈电点位于面向接地面中心的内侧，即在用于下频带的轴(4)的右侧和轴(3)的左侧。业内专业人员将注意到，在本发明的范围内也可使用任何其它实施例，诸如：在本发明的范围内可以是，所有元件在它们各轴的左部分有馈电点，或甚至某些元件在对应的轴每一侧有馈电点。

在优选实施例中，带有元件、接地面和馈电网络的整个的天线安装在传统的封闭接地面背部的屏蔽金属壳体上，所述壳体还作为整个天线的支撑。而且也可以安装覆盖辐射元件并防护整个天线免受天气状态影响的传统的电介质天线罩，并象任何传统基站天线中那样固定在壳体上。

天线将自然包含 4 个连接器(一般是 7/16 连接器)，每一个用于每一频带及极化，安装在接地面的底部。然后每一连接器通过发送线

路(诸如同轴电缆)连接到每一馈电网络输入端口。

业内专业人员将注意到, 在本发明的范围内其它连接器组合也是可能的。例如, 可使用滤波器双工器, 以便把+45°GSM1800 和 UMTS 网络的输入端口组合为单个的连接器, 以及把-45°GSM1800 和 UMTS 网络组合为另一单个的连接器, 以产生总共只有两个连接器。所述双工器可以是在端口之间有 30 dB 隔离的任何双工器, 且不构成本发明实质部分。明显地, 替代双工器可使用另一解决方案, 诸如组合用于+45°的 GSM1800 和 UMTS 及另一个用于-45°极化的宽带或双频带网络, 其也产生两连接器配置。

已经以其几个优选实施例展示并描述了我们的发明的原理, 对于业内专业人员很明显的是, 在不背离这种原理之下本发明在排布和细节上能够被修改。

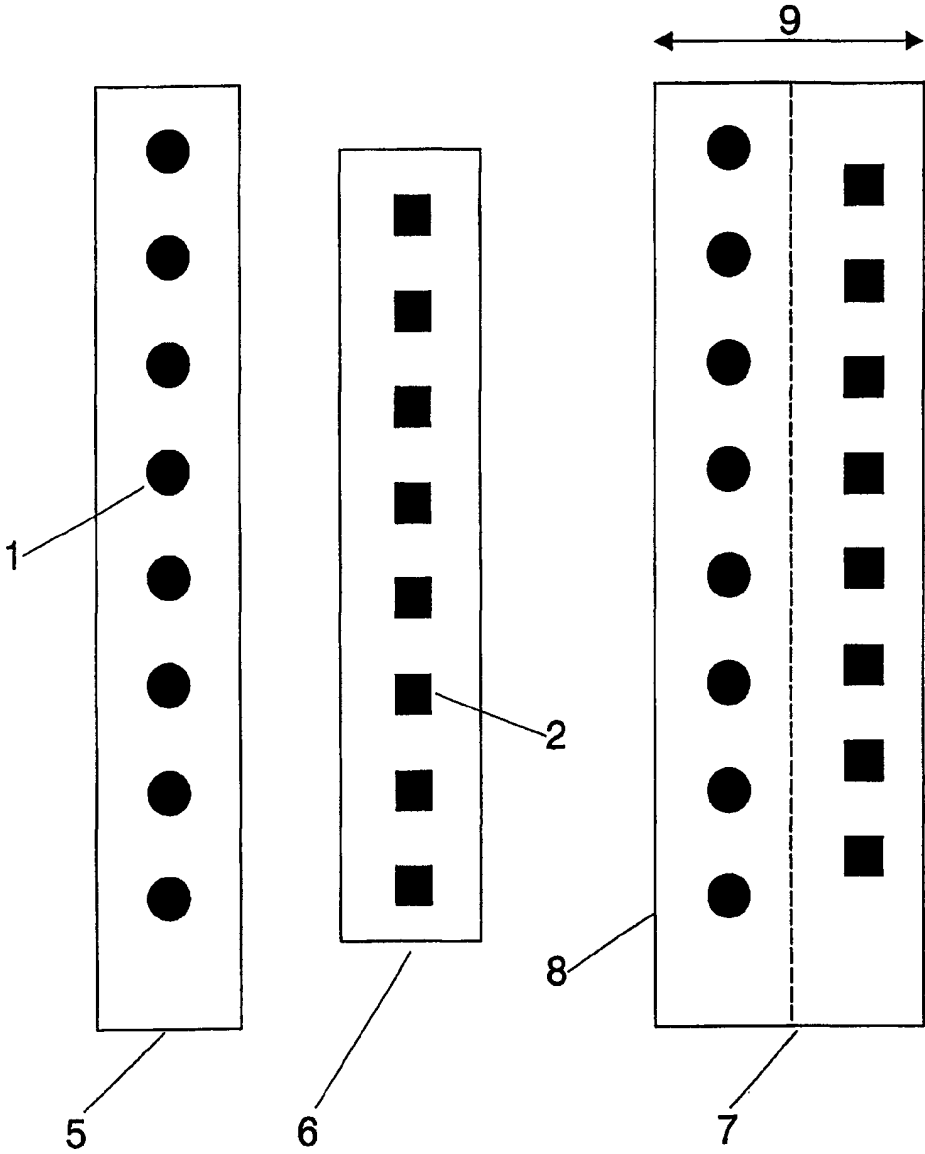


图1

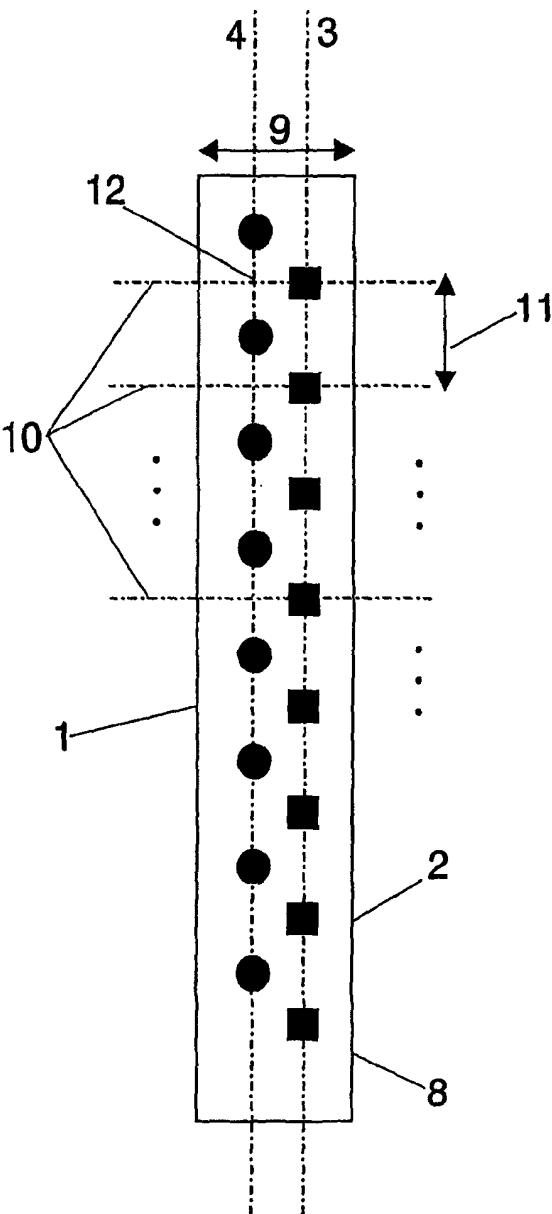


图2

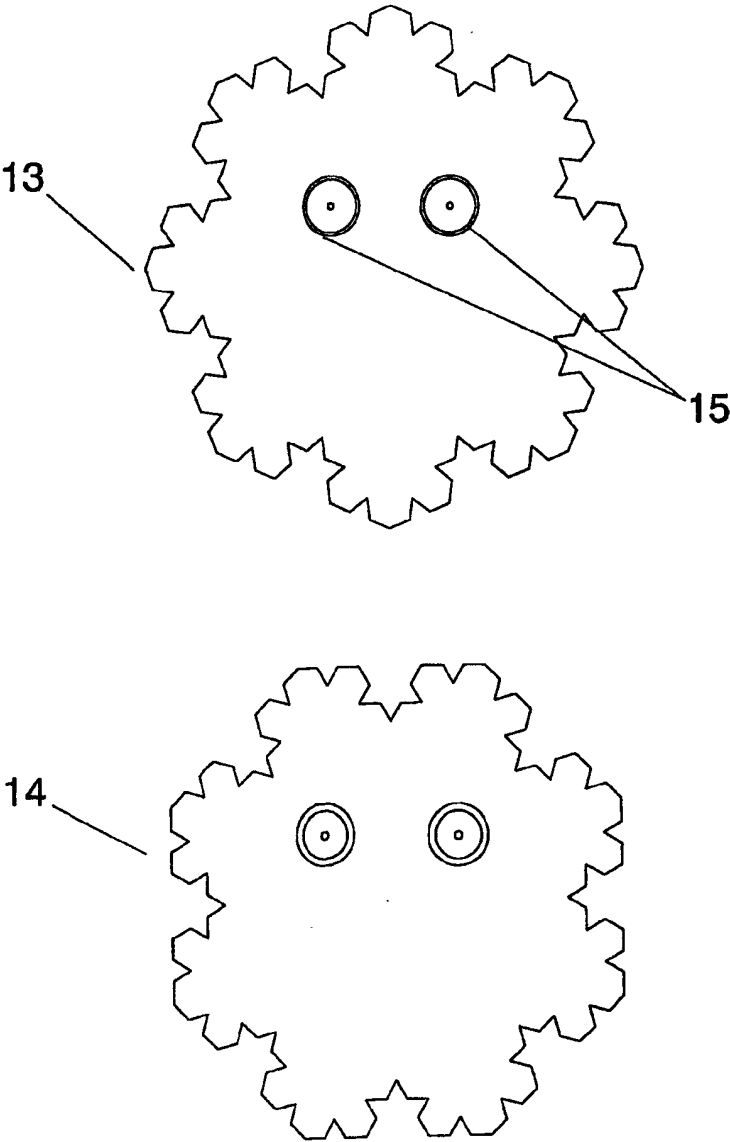


图 3

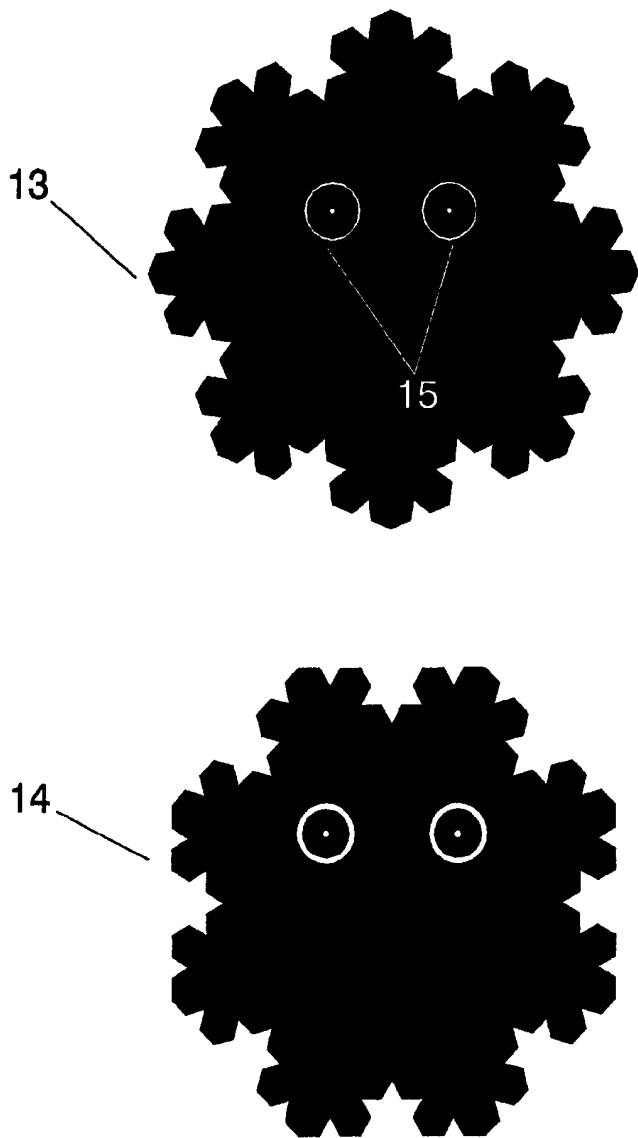


图 3



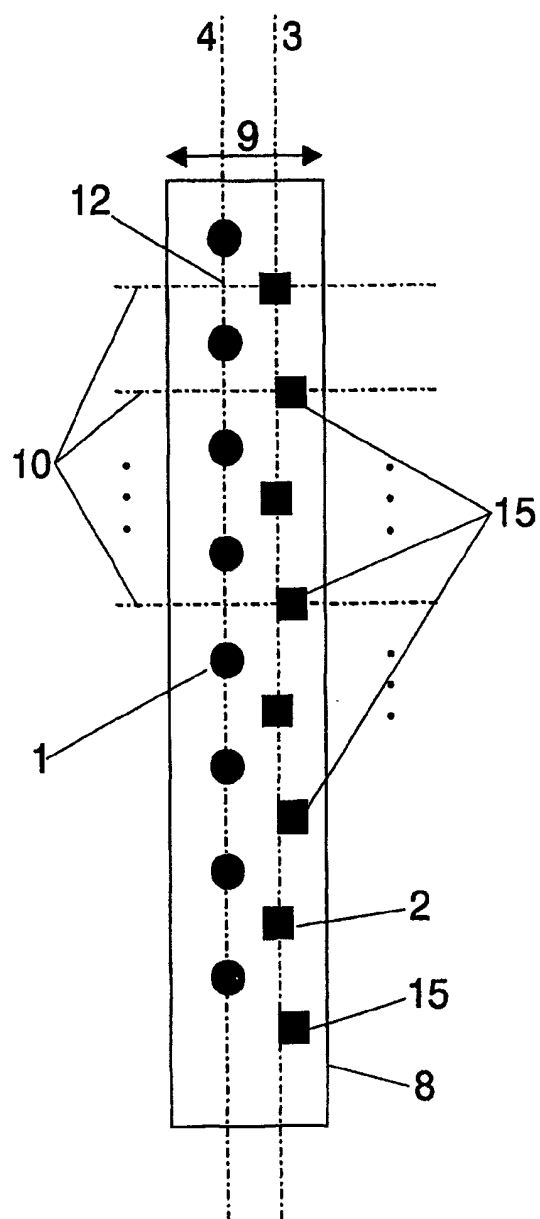


图 4

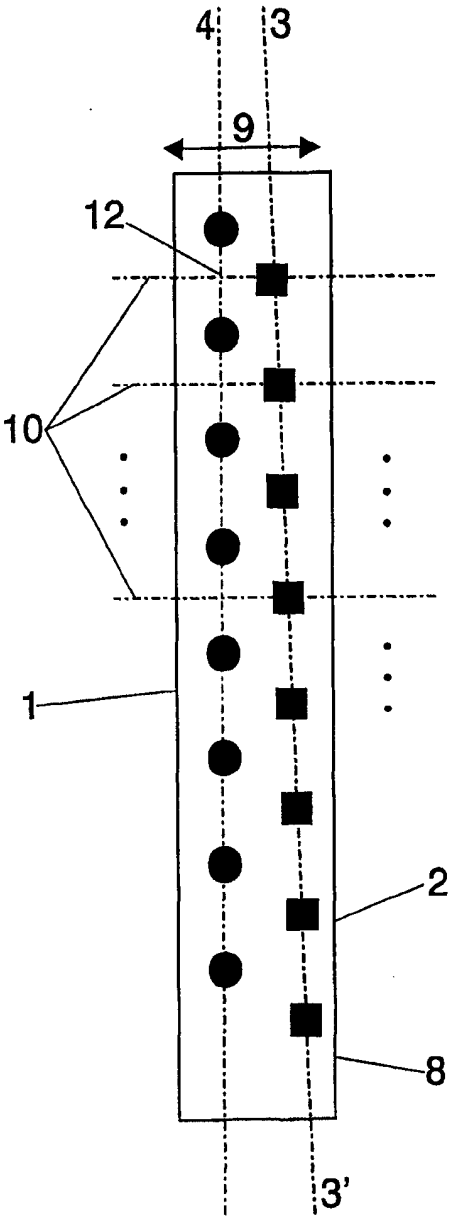


图5

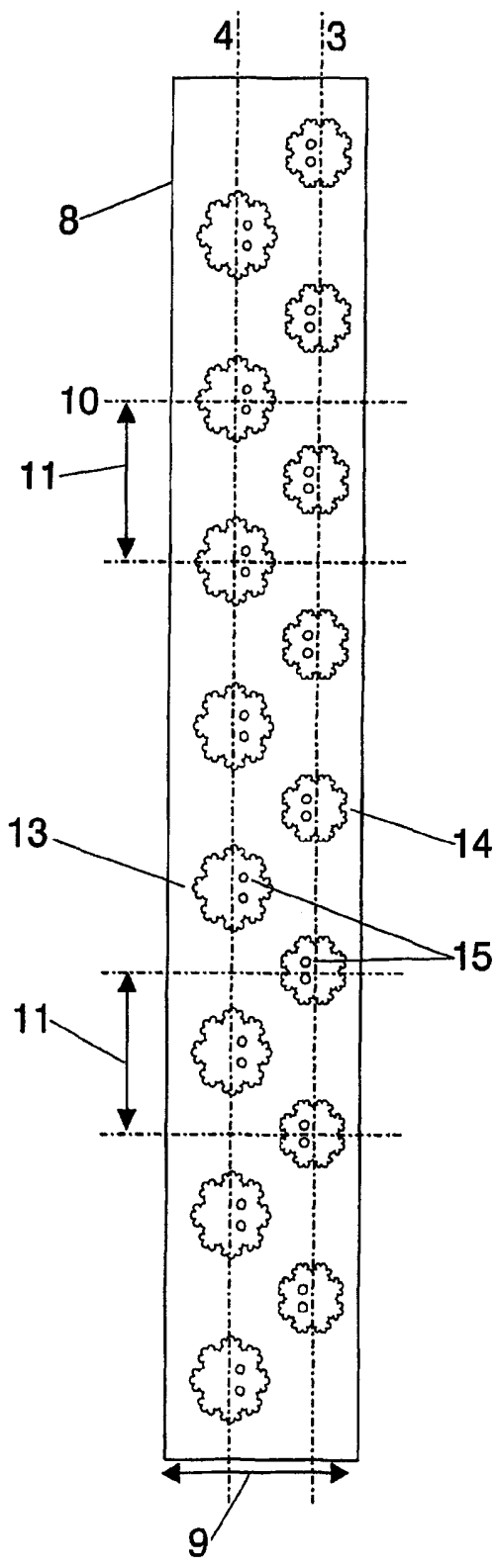


图 6