

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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

H01Q 21/00

H01P 1/18



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01129588.0

[45] 授权公告日 2005 年 3 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1195341C

[22] 申请日 2001.6.28 [21] 申请号 01129588.0

[30] 优先权

[32] 2000.6.29 [33] FR [31] 0008364

[71] 专利权人 汤姆森许可贸易公司

地址 法国布洛里

[72] 发明人 阿里·卢齐耶 菲利普·米纳尔

让-弗朗索瓦·平托斯

审查员 丰学民

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公  
司

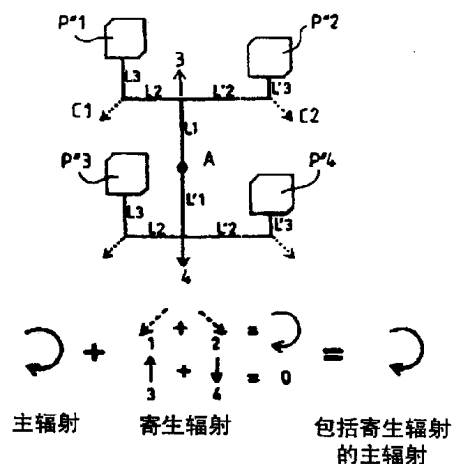
代理人 戎志敏

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 发射/接收电磁波的由微带技术制作的  
的阵列馈电的装置

[57] 摘要

本发明涉及发射和/或接收电磁波的装置，包括具有至少一个发射和/或接收给定极化电磁波的辐射单元(P" 1、P" 2、P" 3、P" 4)的天线，用微带技术制作的馈电阵列(L1、L2、L3、L4、L' 2、L' 3)由给出寄生辐射的线构成，在这种情况下，设计馈电阵列(L1、L2、3、4)的尺寸，使得寄生辐射与天线的辐射具有相同方向和相同极化，并与所述的天线辐射同相组合。本发明特别适用于印刷天线。



1. 一种发射和/或接收电磁波的装置，包括具有至少一个发射和/或接收给定极化电磁波的辐射单元的天线，用微带技术制作的馈电阵列由线构成，所述线包括给出寄生辐射的肘弯，其中，在线极化天线的情况中，在肘弯的每一端上的线长度  $L_i$  ( $i=1, 2$ ) 由下列方程给出：

$$L_1 = \lambda_1/2 + K_1\lambda_1 \quad K_1 = 0、1、2、\dots$$

$$L_2 = K_2\lambda_2 \quad K_2 = 0、1、2、\dots$$

其中， $\lambda_i$  ( $i=1, 2$ ) 表示长度  $L_i$  的馈点阵列的线中传导的波长，其中：

$$\lambda_i = 30 / (f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}})$$

$f$ : 工作频率

$\epsilon_{\text{eff}}$ : 线长度  $L_i$  部分的材料的有效介电常数。

2. 按权利要求 1 所述的装置，其特征在于所述馈电阵列是对称阵列。

3. 一种发射和/或接收电磁波的装置，包括具有至少一个发射和/或接收给定极化电磁波的辐射单元的天线，用微带技术制作的馈电阵列由线构成，所述线包括给出寄生辐射的肘弯，其中，在圆极化天线的情况中，包括至少两个辐射单元，具有两个肘弯的形成 T 型电路的馈电阵列的线长度  $L_i$  ( $i=1, 2$ ) 和  $L'_i$  ( $i=1, 2$ ) 由下式给出：

$$L'_2 = L_2 + K_1 \lambda_2/4 \quad K_1 = 1、2、3、\dots$$

- 其中， $L'_2$  和  $L_2$  是 T 型电路的两个分支，

$$L'_3 = L_3 + K_2 \lambda_3/4 \quad K_2 = 1、2、3、\dots$$

其中， $L'_3$  和  $L_3$  是连接到辐射单元的线，

其中， $\lambda_i$  ( $i=1, 2$ ) 表示长度  $L_i$  的馈点阵列的线中传导的波长，其中：

$$\lambda_i = 30 / (f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}})$$

$f$ : 工作频率

$\epsilon_{\text{eff}}$ : 线长度  $L_i$ 、 $L'_i$  部分的材料的有效介电常数。

4. 按权利要求 3 所述的装置，其特征在于馈电阵列是对称阵列。

## 发射/接收电磁波的由微带技术制作的阵列馈电的装置

5

### 技术领域

本发明涉及发射和/或接收电磁波的装置，特别涉及由微带技术制作的阵列馈电的“印刷天线”。

### 10 背景技术

下面，“印刷电线”（或“微带天线”）指的是用所谓的“微带”技术制作的天线，其包括基本上是“贴片”、隙缝、偶极子等的辐射单元，或这些单元的阵列，单元的数量取决于所要求的增益。使用这种类型的天线作为透镜或抛物面焦点的主源或作为平面阵列天线。

15 在印刷电路中，单一或形成阵列组的辐射单元由微带线形成的馈电阵列馈电。一般说来，在或大或小的范围内，这个馈电阵列辐射了干扰天线主辐射的不要求的辐射或寄生辐射。导致寄生辐射的主要影响是增加了印刷天线的交叉极化。其它不希望的或大或小的重要影响也可能来自寄生辐射，即：

- 20
- 天线的辐射图损坏，即，旁瓣变大和/或主瓣畸变；
  - 天线效率损坏，即，辐射损耗。

当前的解决方案试图限制或最小化寄生辐射：

- 通过介质基片参数的明智选择，如厚度、介电常数等；
- 最佳化线宽度；
- 25 - 或最小化寄生辐射的中断。

然而，所有建议的解决方案需要限制效率的折衷。例如，具有高介电常数的细长基片最小化了馈线的辐射，但是，也减小了辐射单元的辐射效率和天线的效率。同样，使用窄线减少寄生辐射，但是，线宽越窄，欧姆损耗越大。

30

## 发明内容

因此，本发明的目的是提出一种解决方案，不减小寄生辐射的有害影响，使用寄生辐射贡献于天线的主辐射。

按照本发明的一方面，一种发射和/或接收电磁波的装置，包括具有至少一个发射和/或接收给定极化电磁波的辐射单元的天线，用微带技术制作的馈电阵列由线构成，所属线包括给出寄生辐射的肘弯，其中，在线极化天线的情况中，在肘弯的每一端上的线长度  $L_i$  ( $i=1, 2$ ) 由下列方程给出：

$$\begin{aligned} L_1 &= \lambda_1/2 + K_1\lambda_1 & K_1 &= 0, 1, 2, \dots \\ L_2 &= K_2\lambda_2 & K_2 &= 0, 1, 2, \dots \end{aligned}$$

其中， $\lambda_i$  ( $i=1, 2$ ) 表示长度  $L_i$  的馈点阵列的线中传导的波长，其中：

$$\lambda_i = 30 / (f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}})$$

$f$ : 工作频率

$\epsilon_{\text{eff}}$ : 线长度  $L_i$  部分的材料的有效介电常数。

按照本发明的另一方面，一种发射和/或接收电磁波的装置，包括具有至少一个发射和/或接收给定极化电磁波的辐射单元的天线，用微带技术制作的馈电阵列由线构成，所属线包括给出寄生辐射的肘弯，其中，在圆极化天线的情况中，包括至少两个辐射单元，具有两个肘弯的形成 T 型电路的馈电阵列的线长度  $L_i$  ( $i=1, 2$ ) 和  $L'_i$  ( $i=1, 2$ ) 由下式给出：

$$L'_2 = L_2 + K_1 \lambda_2/4 \quad K_1 = 1, 2, 3, \dots$$

其中， $L'_2$  和  $L_2$  是 T 型电路的两个分支，

$$L'_3 = L_3 + K_2 \lambda_3/4 \quad K_2 = 1, 2, 3, \dots$$

其中， $L'_3$  和  $L_3$  是连接到辐射单元的线，

其中， $\lambda_i$  ( $i=1, 2$ ) 表示长度  $L_i$  的馈点阵列的线中传导的波长，其中：

$$\lambda_i = 30 / (f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}})$$

$f$ : 工作频率

$\epsilon_{\text{eff}}$ : 线长度  $L_i$ 、 $L'_i$  部分的材料的有效介电常数。

附图说明

本发明的其它特点和优点在阅读各个实施例的描述后将变得很明显，描述参考了附图，其中：

图 1 是微带线各种不连续情况的平面图；

图 2 是具有 E 电场方向的馈电阵列的平面图；

5 图 3 是印刷天线和显示寄生辐射的天线馈电阵列的平面图；

图 4 是本发明线极化的馈电阵列的平面图；

图 5 是本发明圆极化的馈电阵列的平面图。

图 6a 和 6b 是具有四个贴片的馈电阵列的平面图，其分别与主辐射具有相同极化的寄生辐射或与主辐射具有相反极化的寄生辐射。

10 图 7 表示图 6a 和 6b 的阵列的椭圆率。

### 具体实施方式

为简化描述，图中相同的元件使用相同的标号。

15 本发明将参考由贴片构成辐射单元的印刷天线进行描述。但是，本领域的技术人员清楚，本发明适用辐射单元连接到用微带技术制作的馈电阵列的任何类型的印刷天线。图 1 表示各种类型的不连续部分，不连续部分可以产生在微带技术形成的线的馈电阵列中。标 1 表示肘弯的线。标 2 表示横向线阶差，标号 3 表示 T。

20 如“微带天线手册”（伦敦 Peter Peregrinus 公司出版，编辑 J. R. James 和 P. S. Hall）所述，特别是 14 章的介绍，标题是“微带天线馈电”，815 页到 817 页，众所周知，图 1 所示的馈线的不连续部分产生了寄生辐射。特别是根据 1999 年在实验室完成的 M. EL. Haj Sleimen 的论文“毫米波印刷天线阵列的研究”，可以估算不连续部分的主辐射方位，例如，肘弯 1、横向线阶差 2、T3。其电场参看图 1 中的 E。

25 图 2 是显示常规结构由微带线构成的馈电阵列。具体地说，这个馈电阵列包括有各自长度 L1 和 L2 的两个分支 11 和 12 延长的 T10。每个分支由肘弯 13 和 14 延长。肘弯 13 由长度 L3 的线段 15 延长，而肘弯 14 由长度 L4 的线段 16 延长，两条线段终止于肘弯 17 和 18。此外，T10 显示本例中等于  $\lambda/4$  的长度 L5 的线宽的增加。如图 2 所示，各种不连续部分显示了寄生辐射，肘弯 13 是电场 E1，肘弯 14 是电场 E2，肘

30

弯 17 是电场  $E_3$ ，肘弯 18 是电场  $E_4$ ，T 是电场  $E_5$ ，线宽是电场  $E_6$ 。根据图 2 所示的馈电阵列的六个不连续部分  $E_1$  到  $E_6$ ，可以计算馈电阵列产生的总电场  $E$ 。因此，采用正交坐标系统  $I$ 、 $J$ ，电场  $E_1$  到  $E_5$  的单位矢量是：

5

$$\vec{E}_1 \begin{bmatrix} -\hat{i} \\ 0 \end{bmatrix}, \vec{E}_2 \begin{bmatrix} 0 \\ -\hat{j} \end{bmatrix}, \vec{E}_3 \begin{bmatrix} 0 \\ +\hat{j} \end{bmatrix}, \vec{E}_4 \begin{bmatrix} -\hat{i} \\ 0 \end{bmatrix}, \vec{E}_5 \begin{bmatrix} -\hat{i} \\ +\hat{j} \end{bmatrix}, \vec{E}_6 \begin{bmatrix} -\hat{i} \\ +\hat{j} \end{bmatrix}$$

10 在这种情况下，对于总电场  $E$  的计算，将考虑下面的参数，即：

- 每个不连续部分的辐射效率；
- 线的衰减；
- 在每个不连续部分的电平上馈电传送的功率。

通过考虑这些单元，常规技术是计算总电场。计算完总电场之

15 后，就可以按照已知的方法确定寄生辐射的椭圆率，本发明将不描述这种方法。事实上，根据已知方程，可以看出，馈电阵列的寄生辐射源的相对相位由长度  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 、 $L_5$  确定，它们的相对幅度取决于不连续部分的性质，并与不连续部分线传输的相对功率成比例。这些辐射源可以视为辐射阵列，通过知道源的位置、它们相对的相位、相对的幅度，阵列理论可以计算这个阵列的辐射图，并特别可以确定辐射电场的极化。因此，按照本发明，为产生与主辐射相同方向的寄生辐射、与主辐射相同极化的寄生辐射、并同相地与主辐射组合的寄生辐射，等效于

20 馈电阵列的源的相位中心必须与阵列的相位中心一致，最大辐射必须发生在主电场的最大方向，并于后者具有相同的极化。

25 因此，如涉及到线极化的印刷天线的图 3 所示，肘弯 1、2 给出的寄生辐射具有平行于主辐射的合成结果。具体地说，图 3 的印刷电路由四个贴片  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  的  $N$  个阵列构成，具体是八个四贴片阵列。如图 3 所示，第一阵列的四个贴片  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  由给出寄生辐射的包括肘弯 1、2 和给出寄生辐射 3、4 的 T 型电路的馈电阵列对称地连接。

30 如图 3 的右部所示，四贴片的四个阵列对称地由给出如箭头 5、6、7、8

所示的寄生辐射的 T 型微带线连接在一起。在这种情况下，与寄生辐射一起的主辐射可由图 3 下部的符号表示。箭头 F 表示加到主辐射的肘弯 1、2 的辐射，肘弯 1、2 的辐射给出了与主辐射相同方向的辐射 F'，但指向相反，T 型电路 3 和 4 的辐射相互抵消，5 和 6 相互抵消，7 和 8 相互抵消，以这种方式获得了平行于主辐射 F 的合成辐射，但幅度较低。因此，在图 3 中对称连接的四贴片的八个阵列的印刷天线的情况中，如果满足有关寄生辐射的方向和寄生辐射极化的条件，则没有满足有关相位的条件。因此，如果没有同相地控制辐射，它可能部分或全部抵消天线的主辐射，降低了天线的效率。如图 4 所示，为确保天线的最大效率，按照本发明，必须确保寄生辐射同相地与主辐射组合。

如图 4 所示，给出主辐射  $\Phi_1$  的四个贴片 P'1、P'2、P'3、P'4 由包括肘弯和 T 型电路的馈电阵列连接。具体地说，贴片 P'1、P'2 由包括肘弯延长的两个相同长度分支  $L_3$  的 T 型馈电电路并通过相同长度的线  $L_4$  连接到贴片 P'1、P'2 而连接在一起。贴片 P'3、P'4 以相同的方式连接，由另一个 T 型馈电电路连接在一起的两个 T 型馈电电路包括肘弯延长的两个相同分支长度  $L_1$  并由相同长度线单元  $L_2$  连接到 T 型单元的点 C。

如图 4 所示，在线极化的情况下，为获得寄生辐射同相地与主辐射组合，上面给出的线长度  $L_i$  ( $i=1, 2$ ) 必须遵守下面的规则：

$$\begin{aligned} L_1 &= \lambda_1/2 + k_1\lambda_1 & k_1 &= 0, 1, 2... \\ L_2 &= k_2\lambda_2 & k_2 &= 0, 1, 2... \\ L_3 &= \lambda_3/2 + k_3\lambda_3 & k_3 &= 0, 1, 2... \\ L_4 &= k_4\lambda_4 & k_4 &= 0, 1, 2... \end{aligned}$$

其中， $\lambda_i$  ( $i=1, 2$ ) 表示长度  $L_i$  的馈电阵列部分中传导的波长，即， $\lambda_i = 30/f\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}$  (厘米)，其中， $f$  = 工作频率 (GHz)

( $\epsilon_{\text{reff}}$ ) = 长度  $L_i$  的线部分的材料的有效介电常数。

把第一个 T 的结合点上的波的相位作为相位参考，如果长度  $L_1$  是  $L_1 = \lambda_1/2 + k_1\lambda_1$   $k_1 = 0, 1, 2...$ ，则在第一个肘弯上的波的相位  $\phi$  是  $180^\circ$  ( $\phi = 2\pi L_1/\lambda_1 = \pi + 2k_1\pi$ ) 肘弯辐射的电场 (图中虚线所示) 将示图中所示的方向。因此，通过把第一个 T 的任意侧上两个肘弯的不连续部分相加，从这两个不连续部分发射的总电场与 T 不连续部分辐射的电场相加 (如

图中实线所示)。如果  $L_1$  等于  $k_1\lambda_1$ , 则肘弯辐射的电场将与图中所示的电场方向相反, 它们的合成将直接与 T 辐射的电场相反, 以至减小了天线的增益。

下面参考图 5 描述圆极化情况的本发明实施例。在这种情况下, 印刷天线由连接到用微带技术制作的馈电阵列的四个贴片  $P''1$ 、 $P''2$ 、 $P''3$ 、 $P''4$  的阵列构成, 馈电阵列由连接在一起的两个 T 型电路构成。具体地说, 第一个 T 型电路包括由肘弯 C1、C2 延长的两个长度  $L_2$  和  $L'_2$  的分支, 肘弯 C1 由长度线  $L_3$  连接到贴片  $P''1$ , 肘弯 C2 由长度线  $L'_3$  连接到贴片  $P''2$ 。同样, 贴片  $P''3$ 、 $P''4$  以相同的方式连接。此外, T 型电路的两个输入由长度线  $L_1$  和  $L'_1$  在共用点 A 连接在一起。如图 5 的下部所示, 贴片  $P''1$ 、 $P''2$ 、 $P''3$ 、 $P''4$  的集合给出了圆极化的主辐射, 基于肘弯 C1、C2 和 T 型电路 3、4, 圆极化的主辐射加到同样是圆极化的寄生辐射, 并具有与主辐射的极化方向相同的方向。因此, 获得了把寄生辐射加到主发射的总辐射。为了满足相位关系, 各个长度必须满足:

$$\begin{aligned} L_1 &= L'_1 \\ L'_2 &= L_2 + k_1\lambda_2/4 & k_1 &= 1, 2, 3... \\ L_3 &= L'_3 + k_2\lambda_2/4 & k_2 &= 1, 2, 3... \end{aligned}$$

如前面所定义的一样,  $\lambda_i$  表示长度  $L_i$  的馈电阵列部分中传导的波长。

图 6a 和 6b 是使用顺序旋转原理由连接到馈点电路的四个贴片 10、11、12、13 的阵列构成的印刷天线。这个天线可以作为抛物面天线或卢纳堡透镜天线的照明。这四个贴片 10、11、12、13 分别由图 6a 中的线长度 11、12、13、14 构成的馈电阵列馈电, 线 11 和 12 形成 T 型电路的两个分支, 线  $L_1$  由肘弯连接到线  $L_3$ , 线  $L_2$  由肘弯连接到线  $L_4$ , 线  $L_3$  由另一个肘弯连接到两个贴片 10 和 11, 线  $L_4$  也由另一个肘弯连接到两个贴片 12 和 13。T 型电路和四个肘弯给出了具有圆极化的寄生辐射, 寄生辐射的方向与主辐射的极化方向相同。

在图 6b 中, 已经修改了馈电阵列, T 型电路的两个分支是长度  $L'_1$  和  $L'_2$ , 为给出箭头 E 指向的寄生辐射, 通过增加肘弯的寄生辐射, 给出具有圆极化的寄生辐射, 但与主辐射的方向相反。如图 7 所示, 在这种情况下, 两个阵列获得的作为频率函数的椭圆率 (TE) 显示了本发明



的优点之一，对于图 6b 的电路，TE 在 630MHz 频带小于 1.74db。对于图 6a，TE 在两个频带小于 1.74，一个频带是 330MHz，其中心频率是 12.1MHz，另一个频带是 150MHz，其中心频率是 12.7GHz。可以在图表中看出，在等效的 TE 电平（3db）上，表示了对本发明的电路增加了  
5 40%的 TE 带宽。

根据本发明，获得了下面的优点：

- 改善了天线的效率；
- 在基片和天线的设计中没有矛盾因素的选择；
- 特别是在圆极化的情况中，交叉极化的电平很低。

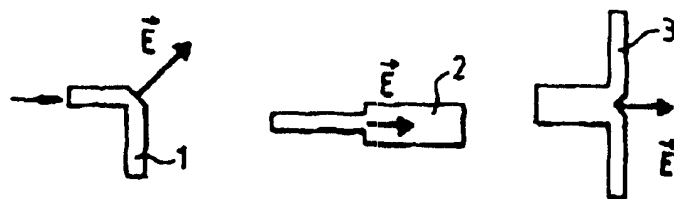


图 1

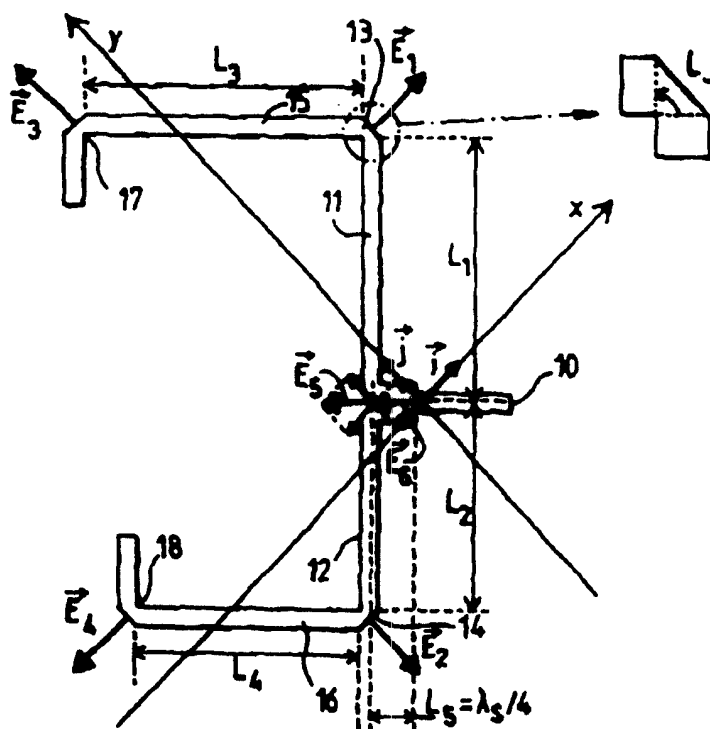


图 2

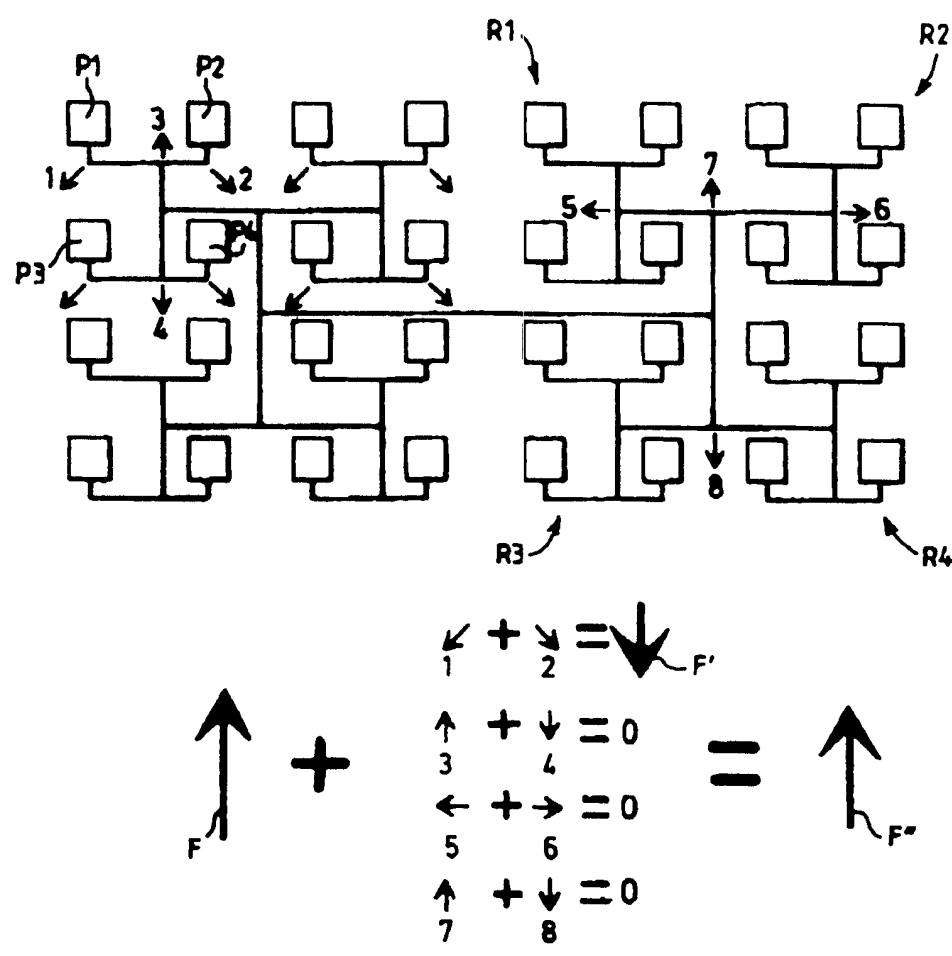


图 3

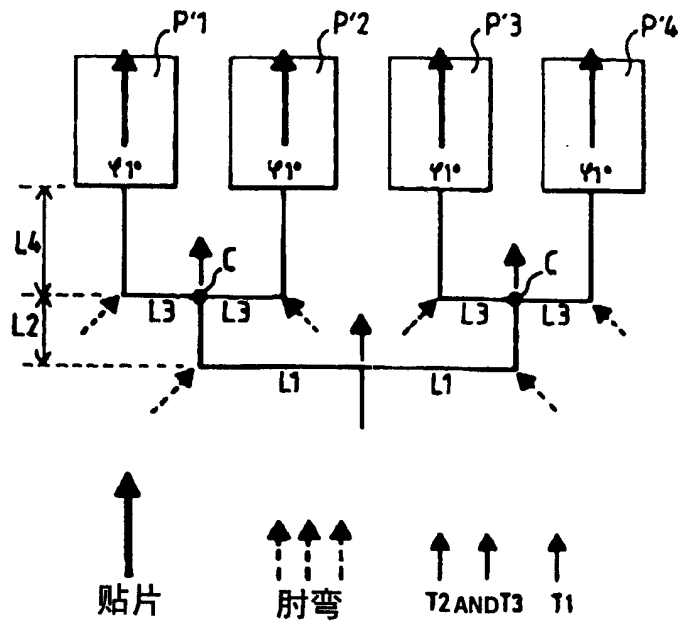


图 4

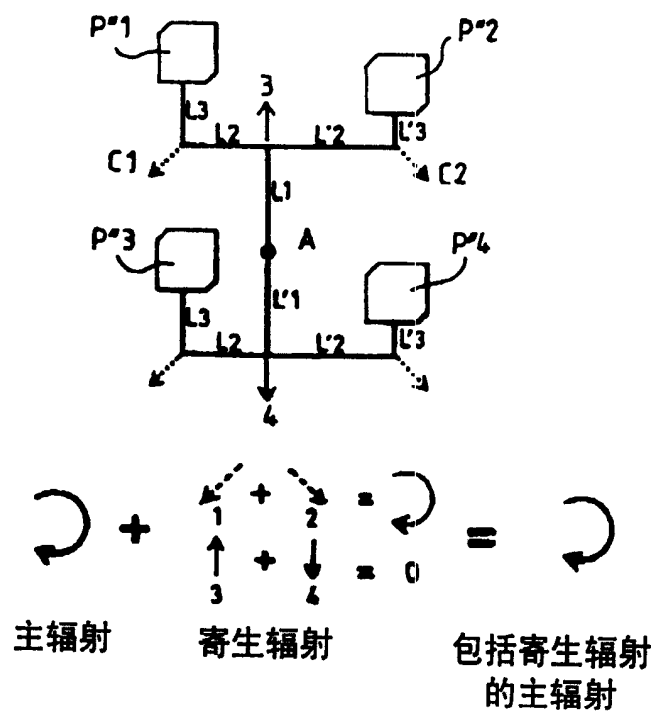


图 5

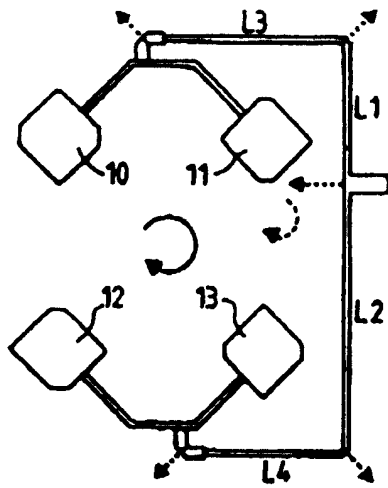


图 6a

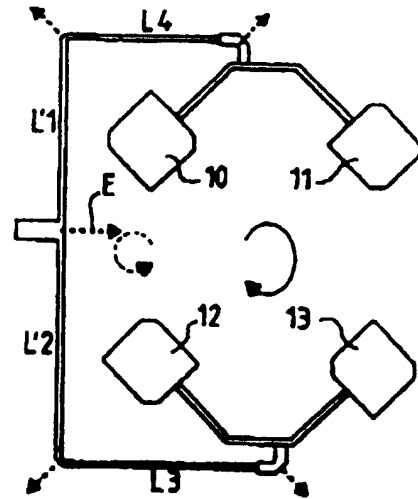


图 6b

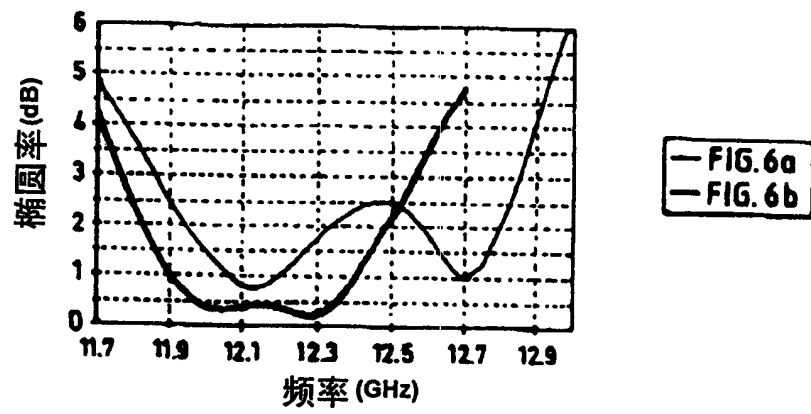


图 7