



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101884136 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 24

(21) 申请号 200780101847. 7

(22) 申请日 2007. 12. 03

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 06. 02

(86) PCT申请的申请数据
PCT/SE2007/001079 2007. 12. 03

(87) PCT申请的公布数据
W02009/072934 EN 2009. 06. 11

(73) 专利权人 爱立信电话股份有限公司
地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 U·林德格伦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001
代理人 柯广华 徐予红

(51) Int. Cl.

H01Q 3/26(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5542101 A, 1996. 07. 30,
US 2005/0123023 A1, 2005. 06. 09,
EP 0654915 B1, 1995. 05. 24,

审查员 孙鹏

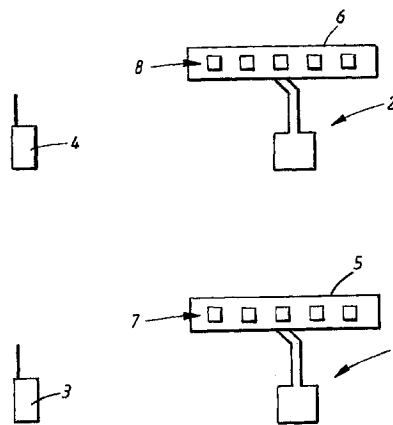
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于干扰拒绝的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于标识电信网络中的分量的方法,该方法包括以下步骤:由阵列因子多项式来表示具有至少两个天线单元的均匀线性阵列ULA天线(5),所述多项式包括至少两个项,每个项具有某个权重(w_k);将所述权重(w_k)设置成期望值,以便获取期望的天线辐射图。而且,该方法包括以下步骤:改变所述期望的权重以便获取期望的权重(w_k)的多个集合,以使ULA天线(5)扫描空间部分,某次扫描对应于期望的权重的某个集合,分析由接收的阵列因子多项式来表示的信号(h_0),该接收的阵列因子多项式具有带某些接收的权重的项,其通过至少一个极点来参数化;以及使用接收的权重和期望的权重(w_k)的每个对应集合来确定极点参数化。



1. 一种用于标识电信系统中的分量的方法,所述方法包括以下步骤:

由阵列因子多项式来表示具有至少两个天线单元的均匀线性阵列 ULA 天线 (5),所述多项式包括至少两个项,每个项具有某个权重 (w_k);

将所述权重 (w_k) 设置成期望的值,以便为所述 ULA 天线 (5) 获取对应于期望的阵列因子多项式的期望天线辐射图;

其特征在于,所述方法包括以下步骤:

改变所述期望的权重以便获取期望的权重 (w_k) 的多个集合,以使所述 ULA 天线 (5) 扫描空间部分,某次扫描对应于期望的权重的某个集合,并且扫描的次数至少等于所述 ULA 天线 (5) 中的天线单元的数量;

分析从所述扫描获得的接收的信号 (h_0),所述接收的信号 (h_0) 由包括至少两个项的接收的阵列因子多项式来表示,每个项具有某个接收的权重,以便获取权重的接收集合,权重的所述接收集合由缩放并旋转的权重 (w_k) 的期望集合来构成,所述接收的阵列因子多项式进一步由至少一个极点来参数化;以及

使用接收的权重和期望的权重 (w_k) 的每个对应集合来确定所述极点参数化。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述期望的阵列因子多项式由至少两个零点来参数化,其中使用至少一个零点通过改变所述期望的权重 (w_k) 以使所述零点移动到极点来抵消所述极点。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,极点消除过程包括以下步骤:

(15) 标识极点模型中的极点;

(16) 计算零点与极点之间的距离 (d);

(17) 对于每个极点消除,将匹配函数 $V(x)$ 最小化,作为结果,所述匹配函数 ($V(x)$) 产生哪些零点最靠近考虑中的极点,从而允许根据所述匹配函数 ($V(x)$) 来匹配零点和极点,这意味着,对于某个极点,所述匹配函数 ($V(x)$) 将产生对于不同零点的距离 (d) 的不同值,以及选取对应于具有最小量值的距离 (d) 的零点;

(18) 使用新零点来计算新阵列权重;以及

(19) 使用所述新阵列权重来消除所述考虑中的极点。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,每个极点对应于干扰,从而使得能够通过抵消其对应的极点来抵消每个干扰。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述接收的信号 ($h_0(n)$) 在空间域中可写为

$$h_0(n) = \sum_{k=0}^{K-1} \left(w_k \left[\sum_{l=0}^L c_l^k \right] \delta(n-k) \right) = \sum_{k=0}^{K-1} \left(w_k \left[\sum_{l=0}^L (|c_l| e^{j \arg c_l})^k \right] \delta(n-k) \right)$$

其中每个 c_l 是对应于某个极点的复数值,其中 $|c_l|$ 与所述干扰的宽度有关,以及 $\arg c_l$ 对应于到所述干扰的相对方位角方向,并且其中 n 是空间变量,对于 $n = k$, $\delta(n-k) = 1$, 否则 $\delta(n-k) = 0$, K 是所述 ULA 天线 (5) 中的天线单元的数量,并且 L 是满足 $L \leq K-2$ 的整数。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,通过最小二乘法或傅立叶变换来推导空间域中用于所述接收的信号 ($h_0(n)$) 的表达式。

7. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,为了确定所述极点参数化,使用最大似然估

计来计算每个复数值 (c_1)。

用于干扰拒绝的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于标识电信系统中的分量 (component) 的方法, 该方法包括以下步骤: 由阵列因子多项式来表示具有至少两个天线单元的均匀线性阵列 ULA 天线, 所述多项式包括至少两个项, 每个项具有某个权重, 并且将所述权重设置成期望的值, 以便为 ULA 天线获取对应于期望的阵列因子多项式的期望的天线辐射图。

背景技术

[0002] 在电信中, 一个或多个基站与例如移动电话和膝上型计算机的移动台通信。通常, 通过所谓的本地散射体 (scatterer) 的簇 (cluster) 来对移动台建模。此簇是靠近发射移动台的散射体的集合, 其中术语“靠近”应解释为远比符号时间小的时间所对应的距离。构成簇的散射体将随着其数量增长而创建信号分布, 此处称为方位角扩展 (azimuth spread)。

[0003] 接收基站将从散射体接收信号, 从而产生信号的角相关分布。通常, 此类分布称为功率方位角扩展 (PAS)。特定方向可以例如由干扰信号组成, 从而产生发射的信号角相关分布。

[0004] 这导致无线多用户通信系统中的与干扰有关的普遍问题。此干扰常常限制了系统的容量。存在若干公知的方法来处理干扰, 例如通过使用波束形成。

[0005] 但是, 波束形成主要涉及关注于某个方向中的增益函数。此函数是以某个方向为条件而推导的, 假定某个期望的信号在此方向中。干扰信号可能与期望的信号 (在方位角上) 紧密相邻, 从而导致问题。

[0006] 因此存在对于减少此类干扰且没有现有技术解决方案的缺点的需要。为了实现此目的, 需要一种简单且有效的分析信道的方法。

发明内容

[0007] 本发明的目的是公开一种简单且有效的方法以用于分析电信系统中的信道, 这又使得减少例如由于其他发射器而引起的干扰成为可能。

[0008] 此目的通过如最初提及的方法来解决。而且, 该方法包括以下步骤: 改变期望的权重以便获取期望的权重的多个集合, 以使 ULA 天线扫描空间部分, 某次扫描对应于期望的权重的某个集合, 并且扫描的次数至少等于 ULA 天线中的天线单元的数量; 分析从所述扫描获得的接收的信号, 该接收的信号由包含至少两个项的接收的阵列因子多项式来表示, 每个项具有某个接收的权重, 以便获取权重的接收集合, 权重的所述接收集合由缩放并旋转的权重的期望集合来构成, 接收的阵列因子多项式进一步由至少一个极点来参数化; 以及使用接收的权重和期望权重的每个对应集合来确定极点参数化。

[0009] 根据一优选实施例, 由至少两个零点来对期望的阵列因子多项式参数化, 其中使用至少一个零点通过改变期望的权重以使所述零点移动到极点来抵消所述极点。

[0010] 优选的是, 每个极点对应于干扰, 从而使得能够通过抵消其对应的极点来抵消每

个干扰。

[0011] 根据另一个优选实施例,通过最小二乘法或傅立叶变换来推导空间域中的用于接收的信号表达式。

[0012] 通过本发明获取多个优点。例如,获得一种用于分析电信系统中的信道的简单且有效的方法。

附图说明

[0013] 现在将参考附图更详细地描述本发明,其中:

[0014] 图 1 示出簇中的基站;

[0015] 图 2 示出方位角平面的坐标图;

[0016] 图 3 示出天线图的第一集合的坐标图;

[0017] 图 4 示出天线图的第二集合的坐标图;以及

[0018] 图 5 示出描述用于执行本发明的方法步骤的优选集合的流程图。

具体实施方式

[0019] 一般,一种用于来自散射体的干扰信号的备选模型是角谱中的功率的源。该源能通过引入极点在角域中引入极点模型来建模。从系统函数的观点,天线阵列能通过复平面中的零点来表示。同样地,能将极点插入该平面中。这意味着,对于单个极点,相对于实轴的角度定义方向,并且与距离定义扩展。极点模型中的本质在于以下事实:它表示具有无限多散射体的簇,而仍由一个参数来建模。

[0020] 现在将参考图 1,更详细地给出本发明的一实施例的描述。

[0021] 在某个区域中,存在第一基站 1 和第二基站 2。基站 1、2 布置成与移动台 3、4 通信。第一基站 1 和第二基站分别包括均匀线性阵列 ULA 天线 5、6。每个天线 5、6 包括具有上侧和下侧的多个线性布置的天线单元 7、8,其中地平面位于天线单元的下侧的下方。

[0022] 第一基站 1 经受干扰,既有移动又有非移动干扰,其中第二基站 2 构成非移动干扰。

[0023] 实践中,第一基站的 ULA 天线 5 中的每个单元直接从相应的无线电链来馈送,从而布置成用于发射和接收。通过将信号延迟并赋予它们某些量值,对 ULA 天线 5 进行电控制。在模型中,ULA 天线的阵列因子 H 能写为:

$$[0024] \quad H = \sum_{k=0}^{K-1} \left(w_k e^{\frac{j2\pi kd}{\lambda} \cos \theta} \right) = \left\{ z = e^{\frac{j2\pi kd}{\lambda} \cos \theta} \right\} = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k z^k) = w_{K-1} z^{K-1} + \dots + w_1 z + w_0 \quad (1)$$

[0025] 其中 d 是 ULA 天线中的天线单元之间的间距, λ 是当前波长, θ 是围绕着水平布置的 ULA 天线的方位角中的当前角度, w_k 各自是对于每个天线单元的权重,定义其电控制,以及 K 是 ULA 天线中的天线单元的数量。

[0026] 在等式 (1) 中,项 $\cos \theta$ 可以被替换成更通用的函数 $\text{trig } \theta$,其中 $\text{trig } \theta$ 是取决于在设置权重 w_k 时使用的坐标系的 θ 的三角函数。

[0027] 根据以下等式,能将阵列因子 H 写为和之积

$$[0028] \quad H = (z-z_0)(z-z_1)\dots(z-z_{K-1}), \quad (2)$$

[0029] 其对应于阵列因子 H 具有多个空值 z_0, z_1, \dots, z_{K-1} ,其中每个空值对应于与该空值

对应的方位角方向中的低覆盖度。

[0030] 如果通过逆 z 变换将阵列因子 H 写为空间函数, 则得到根据以下等式的脉冲函数 $h(n)$:

$$[0031] \quad h(n) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k \delta(n-k)), \quad (3)$$

[0032] 其中 n 是空间变量, 并且对于 $n = k$, $\delta(n-k) = 1$, 否则 $\delta(n-k) = 0$ 。因此, $h(0) = w_0$; $h(1) = w_1$ 等。

[0033] 通过恰当地设置权重 w_k , 对于权重的某个集合 w_{k-1}, \dots, w_0 获得期望的天线辐射图。

[0034] 根据本发明, 在空间区域中扫描 ULA 天线 5, 优选地在从 -90° 到 90° 的方位角中进行扫描, 其中到天线单元的上侧的法线在方位角方向 0° 中延伸, 因为天线的地平面之后的周围较不受关注。该扫描包括多次扫描, 并且通过以使期望的天线辐射图在方位角平面中围绕 ULA 天线 5 旋转的方式改变权重集合 w_{k-1}, \dots, w_0 来进行。对于每次扫描, 使用权重的某个集合, 并且对于权重的每个集合, 理想、期望的天线辐射图是已知的。实现此目的的一种方式是使用权重 $w_k = e^{jk\beta}$, 其中 β 是指向方向 (pointing direction)。

[0035] 扫描在接收中进行, 即 ULA 天线 5 用作接收天线, 并且对于每次扫描 (例如, 用于 β 的新值), 获得复数接收的结果。复数接收的结果的汇集生成称为总接收结果的复数曲线。将总接收结果与理论天线图比较。基于比较, 可以确定干扰。

[0036] 通过确定干扰, 在本发明的优选方面中, 通过改变权重的集合以使得对于每个检测的干扰的位置、将 ULA 天线的空值定位在那里来或多或少地消除干扰。因此, 以此方式可消除的干扰的最大数量等于单元的数量减一。

[0037] 现在将更详细地公开根据本发明的过程。

[0038] ULA 天线 5 扫描某个空间区域。方位角扫描意味着将 ULA 天线的天线图与信道的角谱卷积 (convolve)。将该问题变换到空间域意味着获得观察的空间脉冲响应。

[0039] 可以将干扰建模为无限阵列天线。在一实施例的示例中, 干扰的第二基站 2 可以由以下空间干扰表达式来表示 :

$$[0040] \quad h_c(n) = c^n, c \in \square \quad (4)$$

[0041] 接收的信号称为观察的信号 $h_0(n)$ 。假如干扰具有角扩展, 则在空间域中, 观察的信号 $h_0(n)$ 视为阵列因子 $h(n) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k \delta(n-k))$ 与干扰 $h_c(n) = c^n$ 之间的相乘。在角域中,

这意味着将天线图与干扰的角谱卷积, 这对原天线图有拖尾效应 (smearing effect)。

[0042] 此处, 在空间域中, 对于由于设置权重 w_k 而具有某个已知外观和指向对于其主波束的角的某个天线图, 用于观察的总接收信号 $h_0(n)$ 的表达式是 :

$$[0043] \quad h_0(n) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k \delta(n-k)) h_c(k) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k c^k \delta(n-k)) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k (|c| e^{j\arg c})^k \delta(n-k)). \quad (5)$$

[0044] 当将 $h_0(n)$ 变换到 z 平面中时, 对应的信号 $h_0(z)$ 写为 :

$$[0045] \quad H_0(z) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k (|c| e^{j\arg c})^k z^k) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k (|c| e^{j\arg c} z)^k) \Rightarrow H_0(\bar{z}) = \sum_{k=0}^{K-1} (w_k \bar{z}^k), \quad (6)$$

[0046] 其中 $\bar{z} = |c| e^{j\arg c} z$ 和 z 是角域的复变量。

[0047] 表达式 $\mathbf{H}_0(\tilde{\mathbf{z}})$ 包括由 $|c|$ 来缩放并且由 $\arg c$ 来旋转的因子 w_k 。 $|c|$ 与干扰的宽度有关, 以及 $\arg c$ 对应于到干扰的方位角方向。为了发现这些参数, 将计算 c 。所描述的方法是许多可能的系统识别方法之一并作为一个示例。

[0048] 等式 (5) 中的表达式与一个单个极点有关。一般, 本发明可应用于其的极点的数量是 L , 其中 $L \leq K-2$ 。因此, 对于极点的通用表达式是 $\sum_{l=0}^L c_l^k$, 其中 $L \leq K-2$ 。将此通用表达式插入到等式 (5) 中, 得到空间域中用于观察的总接收信号 $h_0(n)$ 的更通用等式:

$$[0049] \quad h_0(n) = \sum_{k=0}^{K-1} \left(w_k \left[\sum_{l=0}^L c_l^k \right] \delta(n-k) \right) = \sum_{k=0}^{K-1} \left(w_k \left[\sum_{l=0}^L (|c_l| e^{j \arg c_l})^k \right] \delta(n-k) \right), \quad (7)$$

[0050] 其中 $L \leq K-2$ 。

[0051] 下文中, 论述其中存在一个极点的示例。为了使用等式 (5) 来确定 h_0 , 插入多个观察值。

$$[0052] \quad h_0(0) = w_0 c^0 = w_0$$

$$[0053] \quad h_0(1) = w_1 c^1$$

[0054] 相除得到

$$[0055] \quad \frac{h_0(0)}{h_0(1)} = \frac{w_0}{w_1 c} \Rightarrow c = \frac{w_0 h_0(1)}{w_1 h_0(0)}, \quad (8)$$

[0056] 其中右边的所有项都是已知的。给定已知的指向方向 β 以及例如 $w_k = e^{j k \beta}$, 从插入得出结论: c 的角度与指向方向相关。

[0057] 以同样的方式, 对于以下两个观察值, 对应的相除得到:

$$[0058] \quad \frac{h_0(1)}{h_0(2)} = \frac{w_1 c}{w_2 c^2} \Rightarrow c = \frac{w_1 h_0(2)}{w_2 h_0(1)}. \quad (9)$$

[0059] 理论项 $h_0(k)$ 通常包含某个数量的噪声。这意味着依赖于观察的项 $\tilde{h}_0(k)$ 的 c 的计算值将随噪声而变化。为了更精确地计算 c , 优选地执行最大似然估计。假定噪声是白高斯噪声, 则可以使用以下表达式:

$$[0060] \quad \frac{\partial L(c)}{\partial c} = \sum_{k=0}^{K-1} k c^{k-1} (\tilde{h}_0(k) - c^k) \quad (10)$$

[0061] 此处, 函数 L 是对数似然函数。显然, 此等式是非线性的, 并且解该等式的一种方式是通过牛顿搜索 (Newton search)。

[0062] 在图 2 和图 3 中, 以图形方式示出干扰对理想天线图具有的影响。图 2 示出其中理想的 ULA 由符号 $^\circ$ 指示的其零点来表示的方位角平面。在图 3 中, 将对应的天线图示出为点曲线 9。此曲线 9 对应于根据等式 (1) 的理想阵列因子。

[0063] 建模为极点的干扰在图 2 中示出为 \times 标记, 并且对应的角谱是图 3 中的虚曲线 10。该干扰对应于等式 (4) 中的表达式。

[0064] 当执行方位角中的扫描时, 如上文以等式 (5) 中的脉冲函数在空间域中描述的, 这导致图 3 中实曲线 11 所示的角谱, 即它是观察的总接收信号。该谱对应于图 2 中以符号 $+$ 示出的阵列零点。与观察的总接收信号 11 对应的零点的结果配置是原配置的缩减。

[0065] 根据本发明的优选方面, 一般, 由于天线 5 由零点的集合来表示, 所以能移动一个或一些零点来消除一个或多个极点。换言之, 将零点置于始于第二干扰基站 2 的每个极点

上来排除干扰基站 2 的影响。由一个或多个复数将所需的信息推导为 c , 其是根据上文针对一个干扰 PAS 的情况推导的, 参见等式 (7) 和 (8)。

[0066] 通过 z 变换, 能将等式 (4) 写为:

$$[0067] \quad H_c(z) = \frac{1}{1+cz^{-1}}, \quad (11)$$

[0068] 以及当 c 已知时, 可以将等式 (1) 写为:

$$[0069] \quad H(z) = (1+cz^{-1})(\tilde{w}_{K-2}z^{-K+2} + \dots + \tilde{w}_0). \quad (12)$$

[0070] 这意味着对于观察的接收信号, 可以写出与等式 (6) 对应的以下表达式:

$$[0071] \quad H_o(z) = \frac{(1+cz^{-1})(\tilde{w}_{K-2}z^{-K+2} + \dots + \tilde{w}_0)}{(1+cz^{-1})} = (\tilde{w}_{K-2}z^{-K+2} + \dots + \tilde{w}_0) \quad (13)$$

[0072] 此处, 当已使用一个零点来抵消一个极点时, 等式 (11) 右边的最后一个项与结果的天线辐射图有关。

[0073] 因为消除极点的每个零点能视为丢失, 所以剩余的零点构成用于天线图的基础。使用图 2 和图 3 中示出的示例, 图 5 中示出结果的天线图。此处, 以点曲线 12 示出理想的期望天线图, 并且以虚曲线 13 示出观察的接收信号。此虚曲线 13 对应于图 3 中的实曲线 11。以实曲线 14 示出根据上文的方法已经排除干扰之后的结果天线图的外观。

[0074] 如从图 4 显见的, 理想的天线图 12 与结果天线图偏离, 因为零点之一已被去除, 结果天线图 14 将与理想天线图 12 偏离。该偏离通过主波束指向方向中的偏置来表现; 结果天线图 14 具有比理想天线图 12 更低值的主波束指向角。

[0075] 在图 4 中, 概述用于干扰消除方法的流程图。

[0076] 15: 首先, 使用极点模型来标识由簇表现的干扰信号。

[0077] 16: 然后, 参考图 2, 计算零点与极点之间的距离 d 。其原因是, 最靠近考虑中的极点的零点将用于消除, 这实际在下文步骤 17 中执行。

[0078] 17: 对于要消除的每个簇, 将匹配函数 $V(x)$ 最小化。作为结果, 匹配函数 $V(x)$ 产生哪些零点最靠近考虑中的极点。因此, 根据匹配函数 $V(x)$ 来匹配零点和极点。更确切地说, 对于某个极点, 匹配函数 $V(x)$ 将产生对于不同零点的距离 d 的不同值。选取对应于具有最小量值的距离 d 的零点。此处, x 表示包含零点和极点的矢量。

[0079] 18: 然后, 使用新零点来计算新阵列权重。

[0080] 19: 最后, 使用新阵列权重来消除由簇表现的非期望的干扰方。

[0081] 本发明并不局限于上述实施例, 而是可在所附权利要求的范围内自由变化。例如, 包括干扰信号的簇可以包括任何源, 其中任何簇是靠近发射移动台的散射体的汇集, 其中术语“靠近”应解释为远比符号时间小的时间所对应的距离。

[0082] 所使用的这些基站可以是任何适合种类的, 并且可以各自包括若干 ULA 天线, 以使得某些扇区由这些 ULA 天线覆盖。

[0083] ULA 天线可以是任何适合种类的, 例如贴片天线、缝隙天线、缝隙馈电贴片 (slot fed patch) 或偶极天线。

[0084] 等式 (5) 可以通过最小二乘法或傅立叶变换来推导。

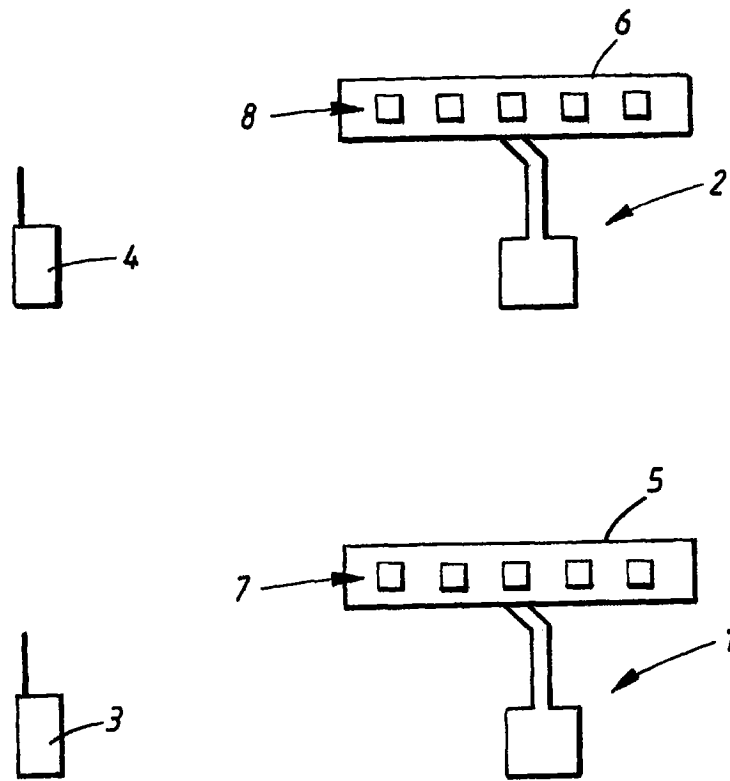


图 1

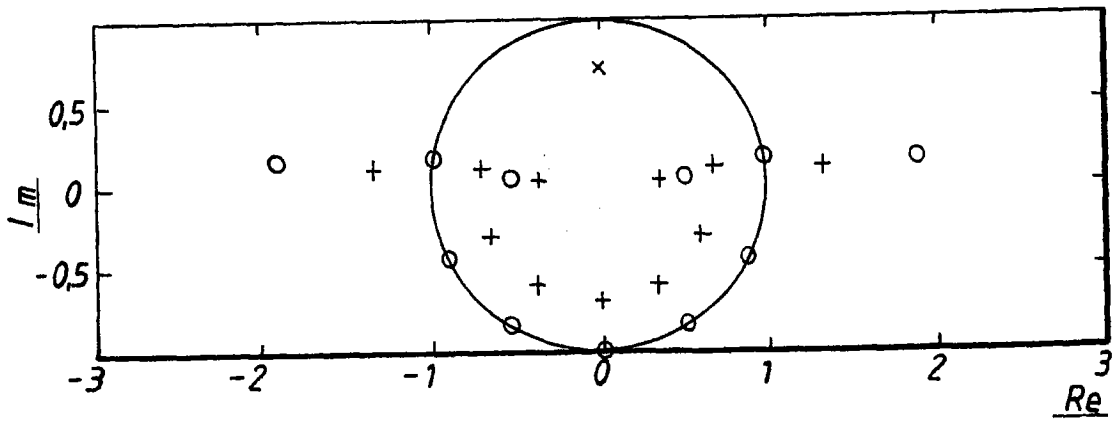


图 2

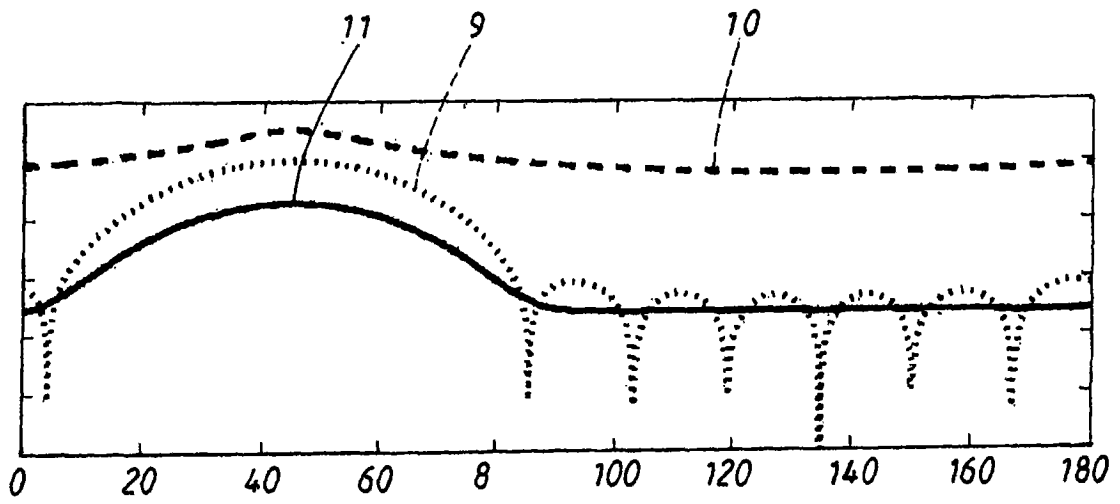


图 3

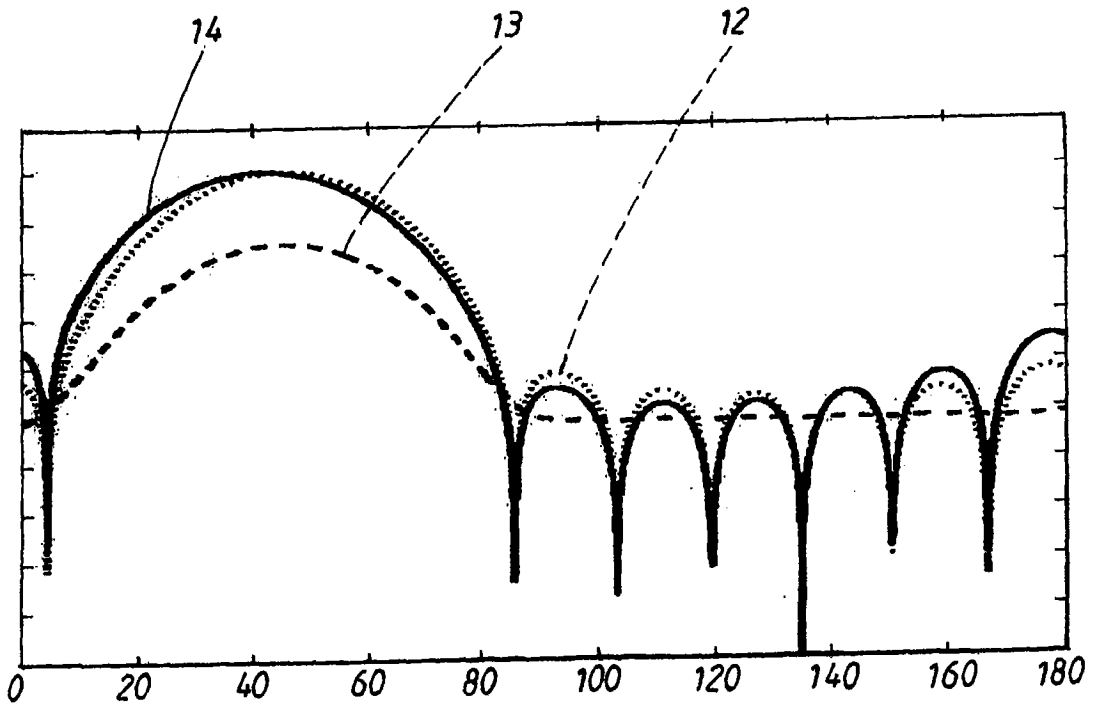


图 4

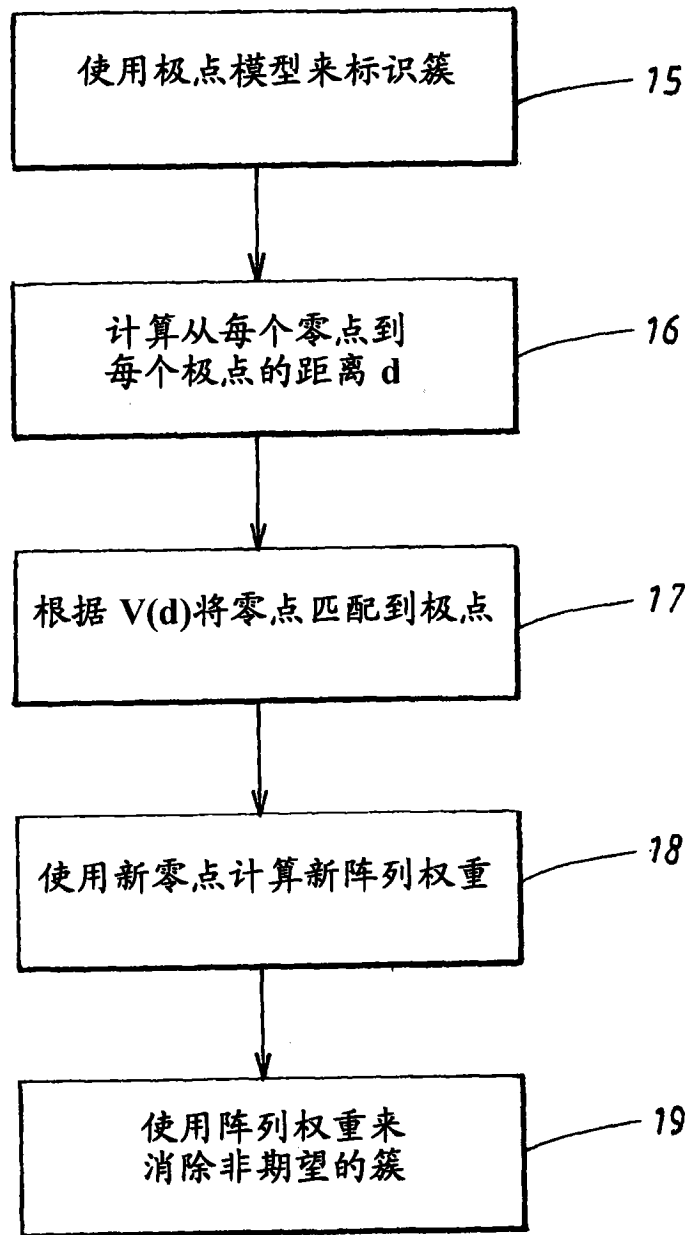


图 5