



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101919116 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 200980102618. 6

G06K 17/00(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 02. 24

H01Q 21/06(2006. 01)

(30) 优先权数据

2008-049959 2008. 02. 29 JP

(56) 对比文件

CN 101114735 A, 2008. 01. 30, 说明书第 1 页最后 1 段、图 1.

(85) PCT 国际申请进入国家阶段日

2010. 07. 20

WO 2008018254 A1, 2008. 02. 14, 全文.

JP 特开 2008048077 A, 2008. 02. 28, 全文.

(86) PCT 国际申请的申请数据

PCT/JP2009/053261 2009. 02. 24

JP 特开 2006060771 A, 2006. 03. 02, 全文.

JP 特开 2006295966 A, 2006. 10. 26, 全文.

(87) PCT 国际申请的公布数据

W02009/107601 JA 2009. 09. 03

审查员 贺秀莲

(73) 专利权人 欧姆龙株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 野上英克

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 关兆辉 穆德骏

(51) Int. Cl.

H01Q 3/30(2006. 01)

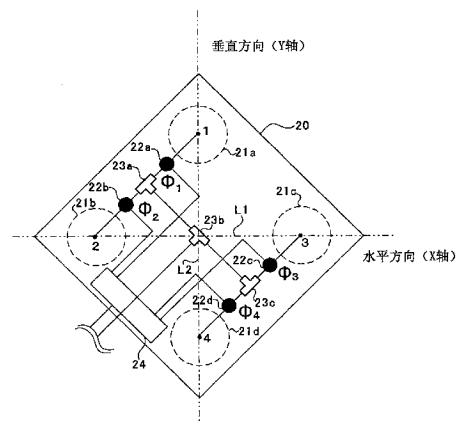
权利要求书3页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

阵列天线、标签通信装置、标签通信系统、及阵列天线的波束控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种降低旁瓣并实现阵列天线的小型化的阵列天线、具有该阵列天线的标签通信装置及标签通信系统、和阵列天线的波束控制方法。将各天线元件 (21a ~ 21d) 的 XY 坐标及供电相位分别设为天线元件 21a(0, Y1)/φ1、天线元件 21b(-X1, 0)/φ2、天线元件 21c(X2, 0)/φ3、天线元件 21d(0, -Y2)/φ4, 并将波长设为 λ, 将指向方向设为 θ 的情况下, 将各供电相位设定为满足下面所有的条件式即 < 数学式 > φ1 = φ4、φ2 = 2π · X1 · sin(θ)/λ + φ1、φ3 = φ1 - 2π · X2 · sin(θ)/λ。



1. 一种阵列天线,能够电气地控制电波的波束的指向方向,其特征在于,具有:

第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;

第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;

可变移相器,可变地设定各天线元件的供电相位;和

控制单元,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向沿着第 1 假想直线变更;其中,所述控制单元根据角度指令信号,控制所述可变移相器,其中,所述角度指令信号是指示用于确定所述电波的波束的指向方向的角度信号;

其中,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 ϕ_2 、第 3 天线元件的供电相位是 ϕ_3 、第 1 天线元件的供电相位是 ϕ_1 、第 4 天线元件的供电相位是 ϕ_4 ,将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0,0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0,Y1)、第 2 天线元件 (-X1,0)、第 3 天线元件 (X2,0)、第 4 天线元件 (0,-Y2),并将波长设为 λ ,将指向方向设为 θ ,

在这种情况下,控制单元使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式

$$\phi_1 = \phi_4$$

$$\phi_2 = 2\pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1$$

$$\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X2 \cdot \sin(\theta) / \lambda,$$

由此使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

2. 一种阵列天线,能够电气地控制电波的波束的指向方向,其特征在于,具有:

第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;

第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;

可变移相器,可变地设定各天线元件的供电相位;和

控制单元,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向能够选择性地沿着第 1 假想直线或第 2 假想直线变更;其中,所述控制单元根据角度指令信号,控制所述可变移相器,其中,所述角度指令信号是指示用于确定所述电波的波束的指向方向的角度信号;

其中,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 ϕ_2 、第 3 天线元件的供电相位是 ϕ_3 、第 1 天线元件的供电相位是 ϕ_1 、第 4 天线元件的供电相位是 ϕ_4 ,将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0,0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0,Y1)、第 2 天线元件 (-X1,0)、第 3 天线元件 (X2,0)、第 4 天线元件 (0,-Y2),并将波长设为 λ ,将指向方向设为 θ ,

在这种情况下,控制单元使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式

$$\phi_1 = \phi_4$$

$$\phi_2 = 2\pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1$$

$$\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X2 \cdot \sin(\theta) / \lambda,$$

由此使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向,

另一方面,使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式

$$\phi 2 = \phi 3$$

$$\phi 1 = 2 \pi \cdot Y1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi 2$$

$$\phi 4 = \phi 2 - 2 \pi \cdot Y2 \cdot \sin(\theta) / \lambda,$$

由此使电波的波束的指向方向在 YZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的阵列天线,其特征在于,

所述第 1 天线元件、第 2 天线元件、第 3 天线元件及第 4 天线元件由平板式天线构成。

4. 一种阵列天线的波束控制方法,所述阵列天线具有:第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;和可变移相器,可变地设定各天线元件的供电相位,所述阵列天线能够电气地控制电波的波束的指向方向,所述波束控制方法的特征在于,

根据角度指令信号,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向沿着第 1 假想直线变更;其中,所述角度指令信号是指示用于确定所述电波的波束的指向方向的角度信号;

其中,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 $\phi 2$ 、第 3 天线元件的供电相位是 $\phi 3$ 、第 1 天线元件的供电相位是 $\phi 1$ 、第 4 天线元件的供电相位是 $\phi 4$,将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0,0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0,Y1)、第 2 天线元件 (-X1,0)、第 3 天线元件 (X2,0)、第 4 天线元件 (0,-Y2),并将波长设为 λ ,将指向方向设为 θ ,

在这种情况下,使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式

$$\phi 1 = \phi 4$$

$$\phi 2 = 2 \pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi 1$$

$$\phi 3 = \phi 1 - 2 \pi \cdot X2 \cdot \sin(\theta) / \lambda,$$

使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

5. 一种阵列天线的波束控制方法,所述阵列天线具有:第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;和可变移相器,可变地设定各天线元件的供电相位,所述阵列天线能够电气地控制电波的波束的指向方向,所述波束控制方法的特征在于,

根据角度指令信号,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向能够选择性地沿着第 1 假想直线或第 2 假想直线变更;其中,所述角度指令信号是指示用于确定所述电波的波束的指向方向的角度信号;

其中,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 $\phi 2$ 、第 3 天线元件的供电相位是 $\phi 3$ 、第 1 天线元件的供电相位是 $\phi 1$ 、第 4 天线元件的供电相位是 $\phi 4$,将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0,0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0,Y1)、第 2 天线元件 (-X1,0)、第 3 天线元件 (X2,0)、第 4 天线元件 (0,-Y2),并将波长设为 λ ,将指向方向设为 θ ,

在这种情况下,使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式

$$\phi 1 = \phi 4$$

$$\phi 2 = 2 \pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi 1$$

$$\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda,$$

使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向,

另一方面,使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式

$$\phi_2 = \phi_3$$

$$\phi_1 = 2\pi \cdot Y_1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_2$$

$$\phi_4 = \phi_2 - 2\pi \cdot Y_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda,$$

使电波的波束的指向方向在 YZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

阵列天线、标签通信装置、标签通信系统、及阵列天线的波束控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种能够改变电波的波束的方向的阵列天线、具有该阵列天线的标签通信装置及标签通信系统、和阵列天线的波束控制方法。

背景技术

[0002] 以往,作为指向性天线的一种有阵列天线。该阵列天线排列多个天线元件(阵列)而成,能够控制流向各天线元件的信号的相位(Phase),并电子地改变电波的波束的指向方向。通过改变各天线元件的供电相位,能够改变电波的波束的指向方向,所以例如像专利文献1公开的标签通信用天线那样,通过扫描电波的波束来实现通信区域的扩大,另外像专利文献2公开的标签移动方向检测系统那样,能够用于检测标签的移动方向。另外,在本说明书及附图中,存在以度($^{\circ}$ 或deg)为单位来表示角度的情况、和以弧度为单位表示角度的情况,当在数学式中具有以度为单位来表示角度的部分时,解释为在该数学式中以度为单位来处理角度。并且,当在数学式中具有以弧度为单位来表示角度的部分时,解释为在该数学式中以弧度为单位来处理角度。

[0003] 另一方面,存在阵列天线的小型化需求,为了使阵列天线小型化,削减构成的天线元件数量是最有效的。本申请人在试制时使用了如图7(a)所示的由水平方向(X轴)3个元件和垂直方向(Y轴)2个元件的 $3 \times 2 = 6$ 个元件(210a~210f)构成的阵列天线200。本申请人在试制时使用该阵列天线200,按照专利文献2所述进行了物品的移动方向检测。即,如图7(b)所示,改变各天线元件的供电相位,使从阵列天线200发射的电波的波束即主瓣(Main lobe)(ML α 、ML β)的指向方向按照扫描角 α 、 β (水平方向相对于垂射方向的倾斜角)反复变化,由此检测物品等移动体的移动方向。该移动方向检测方法在专利文献2中有具体说明,下面参照图7(c)进行简要说明。

[0004] 在主瓣的指向方向相对于垂射方向是图中的+方向时(主瓣ML α),在扫描角 β 侧不与粘贴在(未图示的)物品上的RFID标签进行通信,而只在扫描角 α 侧进行通信。同样,在主瓣的指向方向相对于垂射方向是图中的-方向时(主瓣ML β),在扫描角 α 侧不与粘贴在(未图示的)物品上的RFID标签进行通信,而只在扫描角 β 侧进行通信。因此,通过按照扫描角 α 、 β 反复切换主瓣的指向方向,与RFID标签进行通信,由此根据通过主瓣ML α 通信的多个数据(绘制数据(Plot data)P)和通过主瓣ML β 通信的多个数据(绘制数据P)的分布,求出线性近似直线L,并计算其斜率,从而进行移动方向的检测。参照该图7(c)可知,为了提高移动方向检测的精度,在切换为主瓣ML α 时,在-侧不与RFID标签进行通信,在切换为主瓣ML β 时,在+侧不进行通信,这非常重要。

[0005] 另一方面,为了实现小型化,削减天线元件的数量是最有效的,另外从供应商库存管理(VMI:Vendor Managed Inventory)等库存管理和物流管理的角度出发,优选纵向横向是相同的指向性。因此,纵横(垂直水平方向)的指向性良好而且最小的阵列天线,是如图8(a)所示的由水平方向(X轴)2个元件和垂直方向(Y轴)2个元件的 $2 \times 2 = 4$ 个元件

(211a ~ 211d) 构成的阵列天线 201。

[0006] 但是,在把天线元件的数量设为 $2 \times 2 = 4$ 个元件时,根据本申请人的实验判明产生新的问题。该新的问题是旁瓣 (Side lobe)、栅瓣 (Gratinglobe) 的问题。即,如图 8(b) 所示,在切换为主瓣 $ML\alpha$ 时旁瓣 $SL\alpha$ 过大 (同样在切换为主瓣 $ML\beta$ 时旁瓣 $SL\beta$ 过大),产生移动方向的检测精度下降的问题。这样在旁瓣过大时,如图 8(c) 所示,在切换为扫描角 α 时,在 + 侧产生主瓣 $ML\alpha$,同时在 - 侧产生的旁瓣 $SL\alpha$ (同样在切换为扫描角 β 时,在 - 侧产生主波束 $ML\beta$,同时在 + 侧产生的旁瓣 $SL\beta$) 与 (未图示的)RFID 标签进行通信。结果,通过实验判明不能求出线性近似直线的斜率,移动方向的检测精度明显下降。

[0007] 为了降低这种旁瓣,如图 9 所示,一般是变更对各天线元件的功率分配比。即,在多个天线元件 (212a ~ 212e) 中,对中央的天线元件 212a 提供高功率,越到边缘越降低功率。但是,这种方法导致控制变复杂。

[0008] 专利文献 1:日本特开 2006-020083 号公报

[0009] 专利文献 2:日本特开 2007-303935 号公报

发明内容

[0010] 本发明就是为了解决上述问题而提出的,其目的在于,提供一种实现旁瓣和栅瓣的降低并实现阵列天线自身的小型化的阵列天线、具有该阵列天线的标签通信装置及标签通信系统、和阵列天线的波束控制方法。

[0011] 为了达到上述目的,本发明的一种阵列天线,能够电气地控制电波的波束的指向方向,其特征在于,具有:第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;可变移相器,能够改变并设定各天线元件的供电相位;和控制单元,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向沿着第 1 假想直线变更。

[0012] 并且,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 ϕ_2 、第 3 天线元件的供电相位是 ϕ_3 、第 1 天线元件的供电相位是 ϕ_1 、第 4 天线元件的供电相位是 ϕ_4 ,将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0, 0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0, Y_1)、第 2 天线元件 ($-X_1, 0$)、第 3 天线元件 ($X_2, 0$)、第 4 天线元件 (0, $-Y_2$),并将波长设为 λ ,将指向方向设为 θ ,在这种情况下,控制单元使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式 $\phi_1 = \phi_4$ 、 $\phi_2 = 2\pi \cdot X_1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1$ 、 $\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$,由此使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

[0013] 并且,本发明的一种阵列天线,能够电气地控制电波的波束的指向方向,其特征在于,具有:第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;可变移相器,能够改变并设定各天线元件的供电相位;和控制单元,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向能够选择性地沿着第 1 假想直线或第 2 假想直线变更。

[0014] 并且,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 ϕ_2 、第 3 天线元件的供电相位是 ϕ_3 、第 1 天线元件的供电相位是 ϕ_1 、第 4 天线元件的供电相位是 ϕ_4 ,

将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0, 0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0, Y1)、第 2 天线元件 (-X1, 0)、第 3 天线元件 (X2, 0)、第 4 天线元件 (0, -Y2),并将波长设为 λ ,将指向方向设为 θ ,在这种情况下,控制单元使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式 $\phi_1 = \phi_4$ 、 $\phi_2 = 2\pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1$ 、 $\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$,由此使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向,另一方面,使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式 $\phi_2 = \phi_3$ 、 $\phi_1 = 2\pi \cdot Y1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_2$ 、 $\phi_4 = \phi_2 - 2\pi \cdot Y2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$,由此使电波的波束的指向方向在 YZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

[0015] 这里,第 1 天线元件、第 2 天线元件、第 3 天线元件及第 4 天线元件的序号是为了明确具有 4 个天线元件以及它们的关系而标注的,它们的配置关系与条件式的关系在本发明中是非常重要的部分。

[0016] 并且,第 1 假想直线及第 2 假想直线是为了明确各第 1~第 4 天线元件的配置关系而假想使用的线,不是实线。其中,配置在第 1 假想直线或第 2 假想直线上,是指各第 1~第 4 天线元件的中心点被配置在各假想直线上,但并不严格地要求中心部位于各假想直线上,只要大致位于假想直线上即可。

[0017] 也可以由各第 1~第 4 天线元件形成正方形,但不一定是正方形,例如也可以是菱形,并且形成四边形的各边(天线元件之间的间隔)不一定相同。

[0018] 上述第 1 天线元件、第 2 天线元件、第 3 天线元件及第 4 天线元件也可以由平板式天线构成。如果由平板式天线构成多个天线元件,则能够制造薄薄的扫描天线,也能够将制造成本抑制得比较低,所以比较适合。

[0019] 并且,本发明的一种标签通信装置的特征在于,与所述阵列天线连接,并且通过该阵列天线与 RFID 标签进行无线通信。这里,标签通信装置指读取器、写入器或读写器。

[0020] 并且,本发明的一种标签通信系统的特征在于,从所述标签通信装置或终端装置向所述阵列天线发送用于确定电波的波束的指向方向的指向角度指令信号,由此能够以预定的间隔反复改变所述电波的波束的指向方向。指向角度指令信号是用于确定电波的波束的方向的信号,该指向角度指令信号也可以从标签通信装置直接发送。并且,也可以从与该标签通信装置连接的 PC(计算机)等终端装置通过标签通信装置发送,还可以不经过标签通信装置而直接从终端装置发送。

[0021] 并且,本发明的一种阵列天线的波束控制方法,该阵列天线具有:第 2 天线元件和第 3 天线元件,在第 1 假想直线上分离配置;第 1 天线元件和第 4 天线元件,在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置;和可变移相器,能够改变并设定各天线元件的供电相位,所述阵列天线能够电气地控制电波的波束的指向方向,所述波束控制方法的特征在于,控制可变移相器以使电波的波束的指向方向沿着第 1 假想直线变更。

[0022] 并且,在上述阵列天线的波束控制方法中,将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 ϕ_2 、第 3 天线元件的供电相位是 ϕ_3 、第 1 天线元件的供电相位是 ϕ_1 、第 4 天线元件的供电相位是 ϕ_4 ,将第 1 假想直线设为 X 轴,将第 2 假想直线设为 Y 轴,将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 (0, 0),将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴,将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 (0, Y1)、第 2 天线元件 (-X1, 0)、

第 3 天线元件 $(X_2, 0)$ 、第 4 天线元件 $(0, -Y_2)$ ，并将波长设为 λ ，将指向方向设为 θ ，在这种情况下，使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式 $\phi_1 = \phi_4$ 、 $\phi_2 = 2\pi \cdot X_1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1$ 、 $\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$ ，使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

[0023] 并且，本发明的一种阵列天线的波束控制方法，该阵列天线具有：第 2 天线元件和第 3 天线元件，在第 1 假想直线上分离配置；第 1 天线元件和第 4 天线元件，在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置；和可变移相器，能够改变并设定各天线元件的供电相位，所述阵列天线能够电气地控制电波的波束的指向方向，所述波束控制方法的特征在于，控制可变移相器以使电波的波束的指向方向能够选择性地沿着第 1 假想直线或第 2 假想直线变更。

[0024] 并且，在上述阵列天线的波束控制方法中，将各天线元件的供电相位设为第 2 天线元件的供电相位是 ϕ_2 、第 3 天线元件的供电相位是 ϕ_3 、第 1 天线元件的供电相位是 ϕ_1 、第 4 天线元件的供电相位是 ϕ_4 ，将第 1 假想直线设为 X 轴，将第 2 假想直线设为 Y 轴，将 X 轴与 Y 轴的交点设为原点 $(0, 0)$ ，将通过原点并与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴，将如此设定时的各天线元件的 XY 坐标分别设为第 1 天线元件 $(0, Y_1)$ 、第 2 天线元件 $(-X_1, 0)$ 、第 3 天线元件 $(X_2, 0)$ 、第 4 天线元件 $(0, -Y_2)$ ，并将波长设为 λ ，将指向方向设为 θ ，在这种情况下，使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式 $\phi_1 = \phi_4$ 、 $\phi_2 = 2\pi \cdot X_1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1$ 、 $\phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$ ，使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向，另一方面，使可变移相器将各供电相位设定为满足下面所有的条件式 $\phi_2 = \phi_3$ 、 $\phi_1 = 2\pi \cdot Y_1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_2$ 、 $\phi_4 = \phi_2 - 2\pi \cdot Y_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$ ，使电波的波束的指向方向在 YZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。

[0025] 根据以上说明的本发明，阵列天线具有：第 2 天线元件和第 3 天线元件，在第 1 假想直线上分离配置；第 1 天线元件和第 4 天线元件，在与第 1 假想直线正交的第 2 假想直线上隔着第 1 假想直线分离配置；和可变移相器，能够改变并设定各天线元件的供电相位，该阵列天线能够电气地控制电波的波束的指向方向，并控制可变移相器以使电波的波束的指向方向沿着第 1 假想直线变更。由此，能够降低栅瓣、旁瓣，实现天线整体的小型化。

附图说明

[0026] 图 1 是示意地表示本发明的标签通信系统的结构概况的框图。

[0027] 图 2(a) 是表示本发明的阵列天线的结构概况的俯视图，图 2(b) 是存储在控制器中的内部表。

[0028] 图 3 是用于说明本发明的阵列天线的指向方向的示意图。

[0029] 图 4(a) 和图 4(b) 是用于说明本发明的阵列天线的各天线元件的供电相位的原理的概念图。

[0030] 图 5 是用于说明本发明的阵列天线的各天线元件的供电相位的原理的概念图。

[0031] 图 6 是表示本发明的阵列天线的旁瓣的降低效果的坐标图。

[0032] 图 7(a) 是表示现有的阵列天线的结构概况的俯视图，图 7(b) 是表示扫描的状态的示意图，图 7(c) 是表示移动方向检测原理的坐标图。

[0033] 图 8(a) 是表示现有的阵列天线的结构概况的俯视图，图 8(b) 是表示扫描的状态

的示意图,图 8(c) 是表示移动方向检测原理的坐标图。

[0034] 图 9 是表示现有的旁瓣的降低方法的一例的概念图。

[0035] 标号说明

[0036] 10 标签通信系统

[0037] 20 阵列天线

[0038] 21a、21b、21c、21d 天线元件

[0039] 22a、22b、22c、22d 可变移相器

[0040] 23a、23b、23c 分配器

[0041] 24 控制板

[0042] 25 控制器

[0043] 30 读写器 (标签通信装置)

[0044] 40 计算机

[0045] L1 第 1 假想直线

[0046] L2 第 2 假想直线

[0047] TB 内部表

[0048] $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 4$ 供电相位

[0049] θ 表示阵列天线的指向方向的角度

具体实施方式

[0050] 下面,关于用于实施本发明的最佳方式,参照附图进行具体说明。

[0051] 图 1 是示意地表示本发明的标签通信系统的结构概况的框图,图 2(a) 表示从背面侧观看本发明的阵列天线的结构概况时的俯视图,图 2(b) 表示存储在控制器中的内部表,图 3 是用于说明本发明的阵列天线的指向方向的示意图,图 4(a) 和图 4(b) 是用于说明本发明的阵列天线的各天线元件的供电相位的原理的概念图,图 5 是用于说明本发明的阵列天线的各天线元件的供电相位的原理的概念图,图 6 是表示本发明的阵列天线的旁瓣 (Side lobe) 的降低效果的坐标图。

[0052] 如图 1 所示,本发明的标签通信系统 10 包括阵列天线 20、与阵列天线 20 连接的读写器 30、与读写器 30 连接的计算机 (以下称为“PC”) 40。

[0053] 阵列天线 20 包括 4 个天线元件 21a ~ 21d、与各天线元件 21a ~ 21d 连接的可变移相器 22a ~ 22d、和安装了与各可变移相器 22a ~ 22d 连接的控制器 25 的控制板 24。

[0054] 4 个天线元件 21a ~ 21d 在这里是圆形平板式天线 (Patch antenna), 即,把由铜等构成的导体板作为底板,在底板上层叠电介质,再在电介质上层叠圆形的导体而形成的薄型的平面天线。这里,把圆形平板式天线用作天线元件,但不限于此,例如也可以适用方形状的平板式天线、偶极天线等。

[0055] 天线元件 21b 和天线元件 21c 分别设在假想直线 L1 上,天线元件 21a 和天线元件 21d 分别设在假想直线 L2 上。该假想直线 L1 和假想直线 L2 是如图 2(a) 所示,在把水平方向设为 X 轴、把垂直方向设为 Y 轴的情况下,为了说明各天线元件 21a ~ 21d 被设在各轴线上而使用的假想的线,不是实际的线。

[0056] “天线元件 21b 和天线元件 21c 被设在假想直线 L1 上 (天线元件 21a 和天线元件

21d 被设在假想直线 L2 上)”,指各天线元件 21a ~ 21d 的中心位于各假想直线 L1、L2 上,但并不严格地要求中心部位位于各假想直线 L1、L2 上,只要大致位于假想直线 L1、L2 上即可。另外,这里所说的水平方向(X轴)和垂直方向(Y轴)指后面叙述的扫描主波束时的方向和轴。

[0057] 这里,各天线元件 21a ~ 21d 形成正形状,但不一定是正形状,例如也可以是菱形形状,并且形成四边形的各边(天线元件之间的间隔 d)不一定相同。

[0058] 4个可变移相器 22a ~ 22d 是发挥改变各天线元件的供电相位的作用的元件,能够适用各种可变移相器。例如,关于这种可变移相器,有在导体线路和接地之间输入液晶而构成的可变移相器。在向导体线路和接地之间施加控制信号时,液晶的介质常数变化,结果,在传输线路中传播的微波的传播速度变化。

[0059] 控制器 25 发挥根据从读写器 30 发送的角度指令信号,控制提供给各可变移相器 22a ~ 22d 的 DC 电压的作用,在内部存储有图 2(b) 所示的内部表 TB。这里,角度指令信号是指示用于确定从阵列天线 20 发射的电波的波束(主瓣(Main lobe))的指向方向的角度 θ 的信号。在内部表 TB 中,按照每个指向方向 θ ,将各天线元件 21a ~ 21d 的供电相位 $\phi 1 \sim \phi 4$ 与 DC 电压建立对应而存储。例如,在使指向方向 $\theta = 10^\circ$ 的角度指令信号从读写器 30 发送来的情况下,如果向各天线元件 21a ~ 21d 分别施加 V_{1A} 、 V_{1B} 、 V_{1C} 、 V_{1D} [V] 的 DC 电压,则电波的波束的指向方向为 $\theta = 10^\circ$ 。

[0060] 读写器 30 在 PC40 的控制下,向控制器 25 发送角度指令信号,并向各天线元件 21a ~ 21d 发送射频(RF:Radio Frequency)信号。RF 信号首先通过分配器 23b 被分配成天线元件 21a 及 21b 侧、和天线元件 21c 及 21d 侧两部分,被分配后的 RF 信号再通过分配器 23a 分配给天线元件 21a 和 21b,通过分配器 23c 分配给天线元件 21c 和 21d。

[0061] 另外,此处是在 PC40 的控制下发送角度指令信号并发送 RF 信号,但也可以适用将 PC40 的控制功能取入到读写器 30 中而不需要 PC40 的结构。并且,此处是将控制器 25 安装在阵列天线 20 上的结构,但也可以适用将该控制器 25 的功能设在外部,不在阵列天线 20 上安装控制器 25 的结构,还可以适用将该功能取入到读写器 30 中的结构。在本发明中,其特征在于,将各天线元件 21a ~ 21d 的排列结构、各天线元件 21a ~ 21d 的供电相位设定成满足下述数学式,除此之外的结构可以适用各种结构。

[0062] 在本发明中,按照上面所述设置阵列天线 20 的各天线元件 21a ~ 21d,即在把水平方向设为 X 轴、把垂直方向设为 Y 轴、把与 XY 平面正交的轴设为 Z 轴的情况下,把各天线元件的坐标分别设为天线元件 21a(0, Y1)、天线元件 21b(-X1, 0)、天线元件 21c(X2, 0)、天线元件 21d(0, -Y2),并把波长设为 λ 、把指向方向设为 θ ,通过将各供电相位设定成满足下面所有的条件式

[0063] (数学式 1)

$$[0064] \quad \phi 1 = \phi 4$$

$$[0065] \quad \phi 2 = 2\pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi 1$$

$$[0066] \quad \phi 3 = \phi 1 - 2\pi \cdot X2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$$

[0067] 能够使电波的波束的指向方向在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。下面,参照图 3 ~ 5 说明该原理。

[0068] 图 3 是用于说明阵列天线的指向方向的控制原理的示意图。具体地讲,表示如下

状态：在存在隔开距离 d 并列配置的天线元件 21a 和天线元件 21b 的情况下，在把各自的供电相位设为 ϕ_1 、 ϕ_2 时，电波的波束的指向方向相对于垂射方向沿 θ 方向倾斜。各天线元件 21a、21b 的供电相位 ϕ_1 、 ϕ_2 根据期望的指向方向（指向角度 θ ）、天线元件 21a、21b 的间隔 d 而确定，在把期望的指向角度设为 θ 时，可以将 θ 方向的波面对准。因此，获得下面的数学式 2。

[0069] （数学式 2）

$$[0070] \quad d \cdot \sin(\theta) = (\phi_1 - \phi_2) \cdot \lambda / 2\pi \dots (1)$$

[0071] 然后，本发明的由 4 个天线元件 21a ~ 21d 构成的将各天线元件 21a ~ 21d 配置成正方形阵列的天线 20 如图所示，在把表示间隔 d 的线与 X 轴形成的夹角设为 Θ ，把原点设为 $O(0,0)$ 时，原点 O 与天线元件 21b 的间隔 d' 如数学式 (3) 所示。

[0072] （数学式 3）

$$[0073] \quad d' = d \cdot \cos(\Theta) \dots (2)$$

[0074] 在沿水平方向观看该阵列天线 20 时，看起来就好像天线元件 21e 位于原点 $O(0,0)$ ，如果沿水平方向观看，与 3 个天线元件 21b、21e、21c 隔着间隔 d' 配置在 X 轴上时相同。另外，此处是正方形阵列，所以 $\Theta = 45^\circ$ ，

$$[0075] \quad \text{即 } d' = d / \sqrt{2}。$$

[0076] 这里，如图 5 所示，对各天线元件 21a ~ 21d 标以 1 ~ 4 的序号，把各天线元件 21a ~ 21d 的供电相位设为 $\phi_1 \sim \phi_4$ ，如图所示，在采取 X 轴、Y 轴时的各天线元件 21a ~ 21d 的 XY 坐标分别是天线元件 21a(0, Y1)、21b(-X2, 0)、21c(X2, 0)、21d(0, -Y2)。因此，在本发明中，在如图 7(b) 所示把 X 轴设为指向方向的轴并朝向主瓣的方向时，即，在把垂射方向设为 Z 轴并使主波束在 XZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向的情况下，供电相位 ϕ_1 和 ϕ_4 需要满足 $\phi_1 = \phi_4 \dots (3)$ ，根据该式 (3) 和上述式 (1)，各供电相位 $\phi_1 \sim \phi_4$ 需要满足下面所有的条件式 (3) ~ (5)。

[0077] （数学式 4）

$$[0078] \quad \phi_1 = \phi_4 \dots (3)$$

$$[0079] \quad \phi_2 = 2\pi \cdot X1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_1 \dots (4)$$

$$[0080] \quad \phi_3 = \phi_1 - 2\pi \cdot X2 \cdot \sin(\theta) / \lambda \dots (5)$$

[0081] 对于这样构成的本发明的阵列天线 20 的相位差、和如图 8(a) 所示构成的阵列天线 201（以下称为“现有的阵列天线”）的相位差，代入具体的数值并进行比较如下。例如，把图 4(a) 所示的天线元件的间隔 d 设为 150mm(0.15m)，由天线元件 21a ~ 21d 整体形成 1 边设为 150mm 的正方形阵列的天线 20，把使用频率设为 950MHz（波长 $\lambda = 0.31m$ ），在这种情况下，为了使指向方向成为 -35° ，根据上述式 (1) 得到 $\phi_1 - \phi_2 = 99^\circ$ 。另一方面，在本发明的阵列天线 20 中， $\phi_2 - \phi_1 = 70^\circ$ ， $\phi_1 - \phi_3 = 70^\circ$ 。

[0082] 通过构成以上说明的本发明的阵列天线 20，能够获得如图 6 所示的效果。该图 6 将指向方向被设定为 -35° 时的旁瓣的产生状态与普通阵列天线进行比较示出。把纵轴设为增益 [dBi]、把横轴设为 θ [deg]，实线表示图 8(a) 所示的阵列天线，虚线表示本发明的阵列天线，图中左侧的第 1 峰表示主瓣的增益，右侧的第 2 峰表示各阵列天线的旁瓣的增益。根据该图 6 可以判明，与现有的普通阵列天线相比，旁瓣急剧降低。这样，在本发明中，按照图 2(a)、图 5 所示设置各天线元件 21a ~ 21d，而且将各天线元件 21a ~ 21d 的供电相

位 $\phi_1 \sim \phi_4$ 设定成为满足所有上述条件式 (3) ~ (5), 由此降低旁瓣, 并实现阵列天线自身的小型化。并且, 如果把这种小型化的阵列天线用于前面叙述的物品等移动体的移动方向的检测, 则能够实现阵列天线自身的小型化, 而且移动体检测的精度不会下降。

[0083] 另外, 以上说明了把水平方向设为轴的情况, 但在把垂直方向 (Y 轴) 设为轴的情况下, 与上述说明相同, 通过将各供电相位 $\phi_1 \sim \phi_4$ 设定成为满足下面所有的条件式,

[0084] (数学式 5)

[0085] $\phi_2 = \phi_3$

[0086] $\phi_1 = 2\pi \cdot Y_1 \cdot \sin(\theta) / \lambda + \phi_2$

[0087] $\phi_4 = \phi_2 - 2\pi \cdot Y_2 \cdot \sin(\theta) / \lambda$

[0088] 能够使电波的波束的指向方向在 YZ 平面上从 Z 轴朝向 θ 方向。另外, 也可以通过控制器 25 沿着水平方向或垂直方向选择性地设定电波的波束的指向方向。

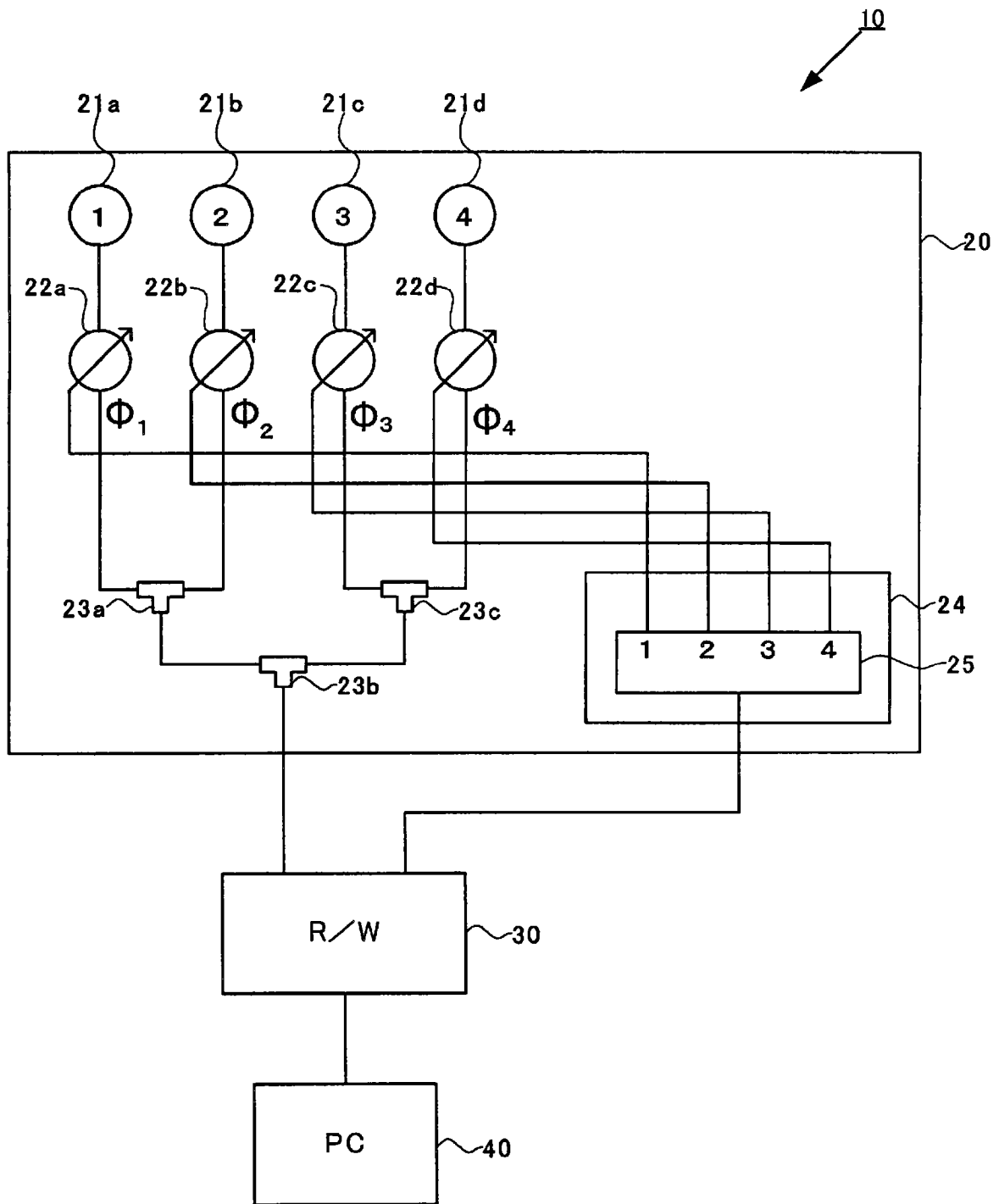
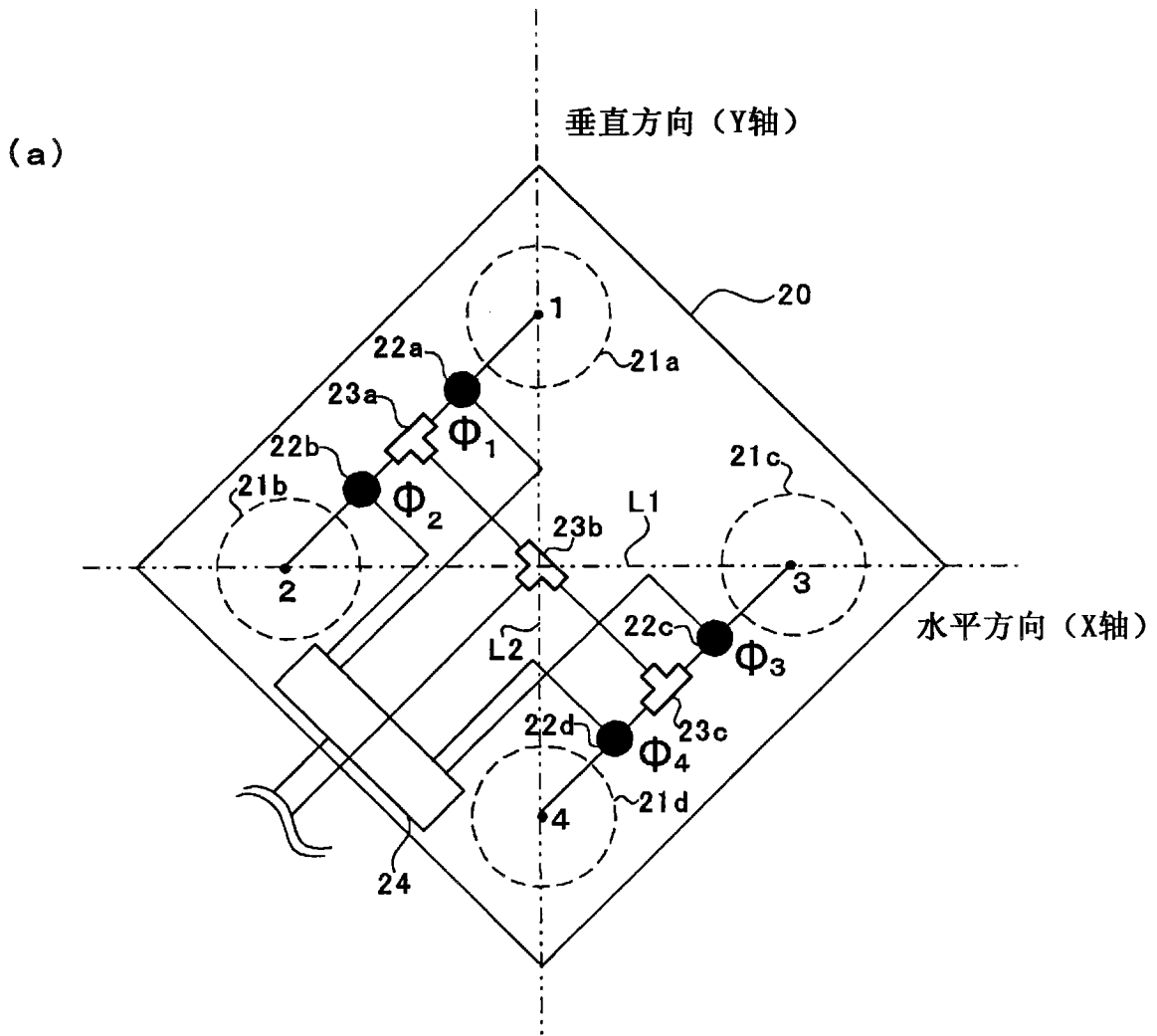


图 1



(b)

θ°	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4
10	V_{1A}	V_{1B}	V_{1C}	V_{1D}
20	V_{2A}	V_{2B}	V_{2C}	V_{2D}
30	V_{3A}	V_{3B}	V_{3C}	V_{3D}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

TB

图 2

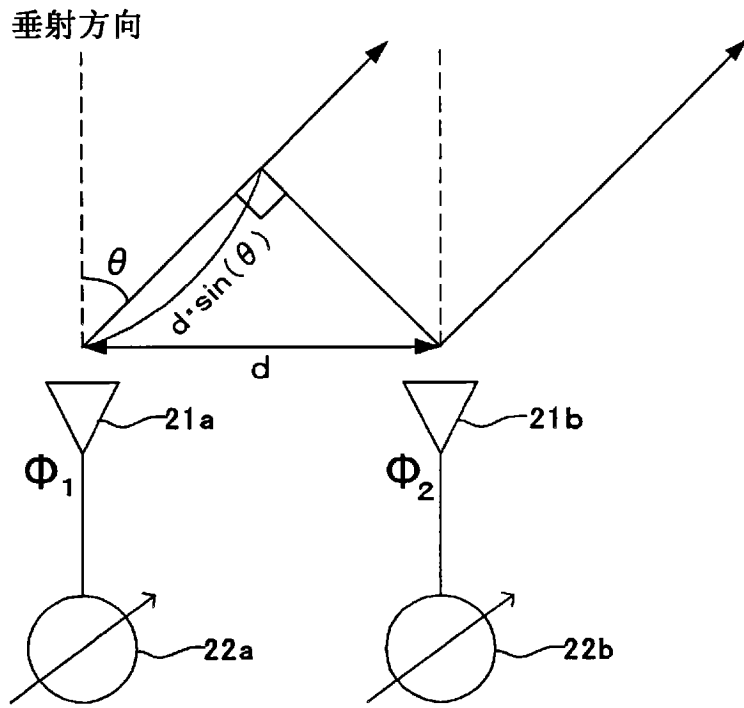


图 3

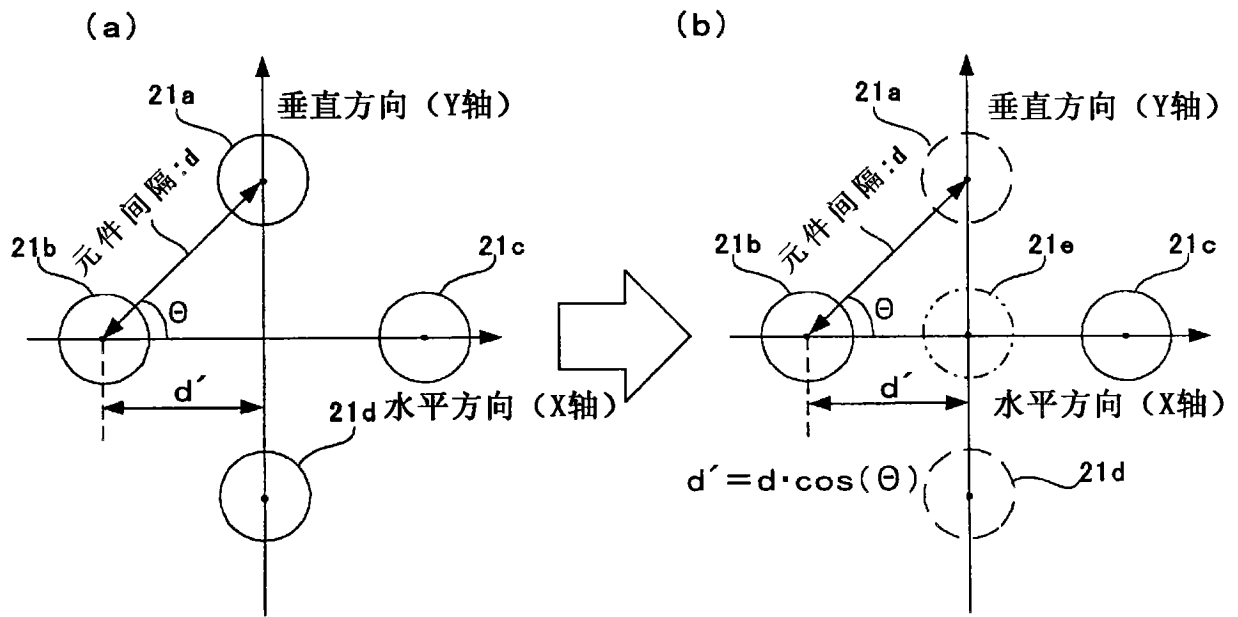


图 4

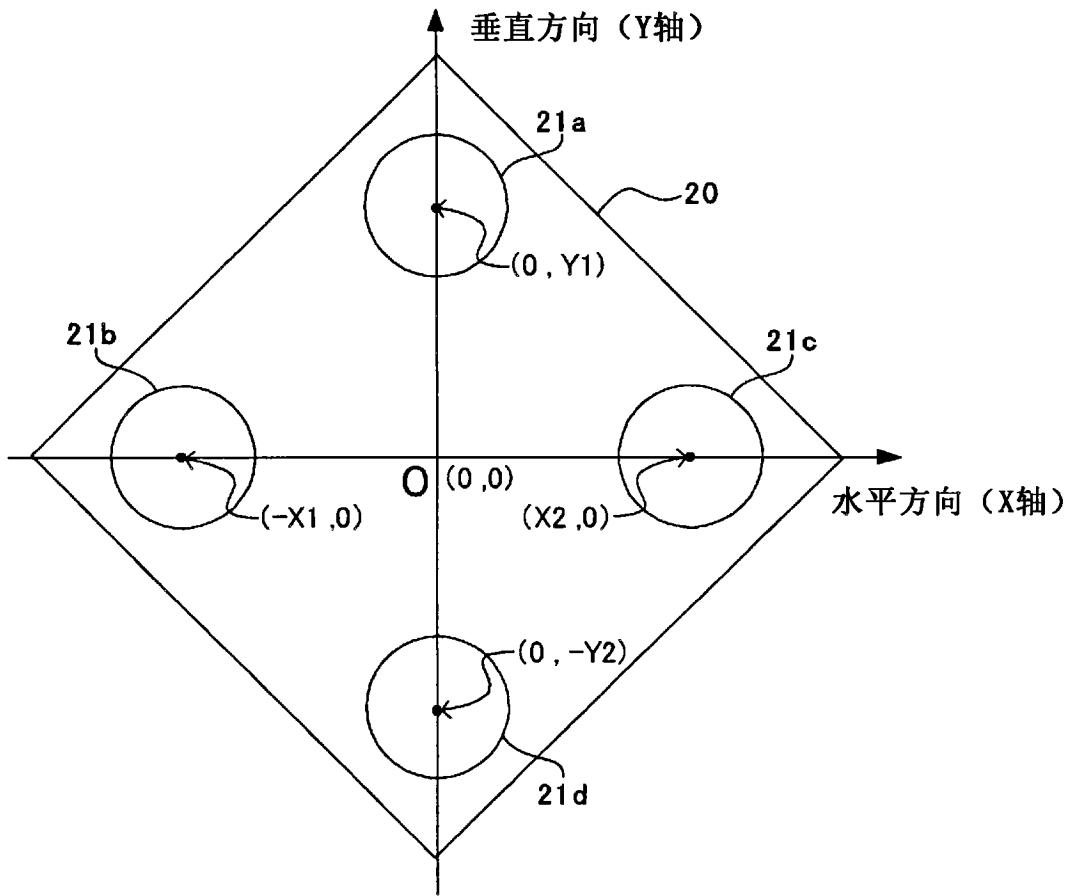


图 5

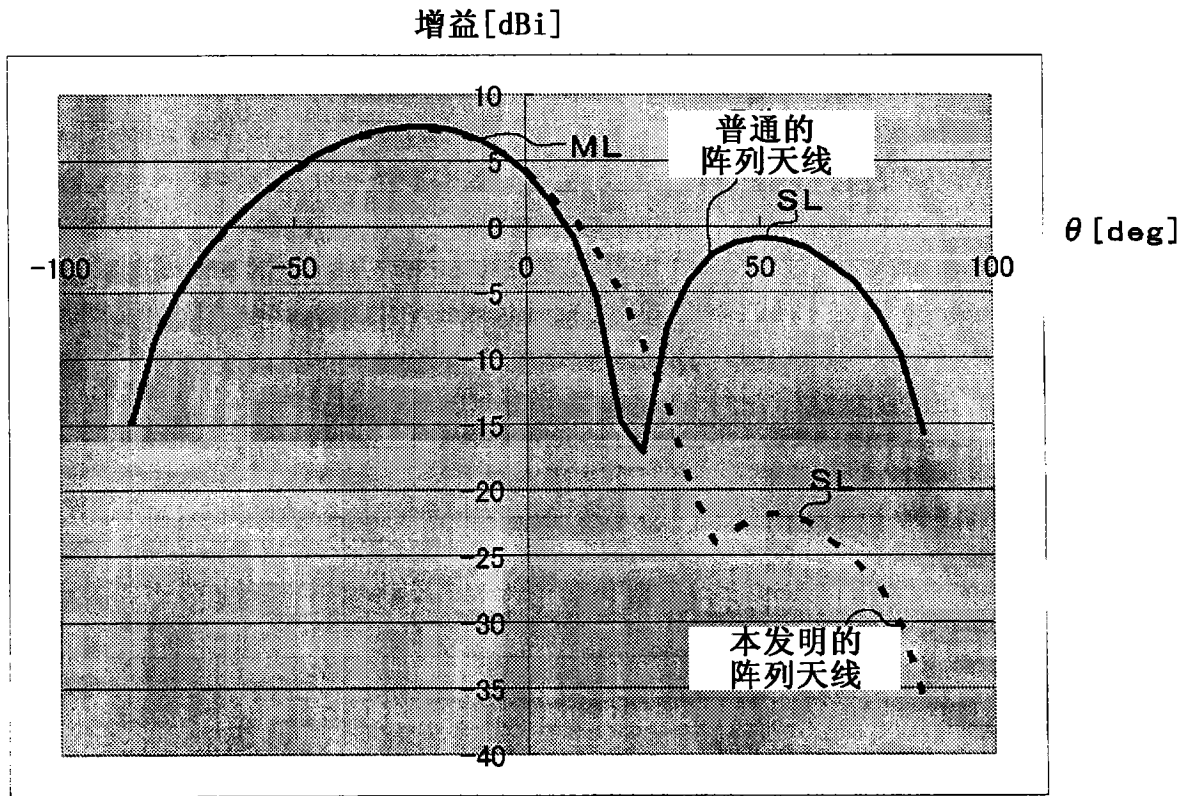


图 6

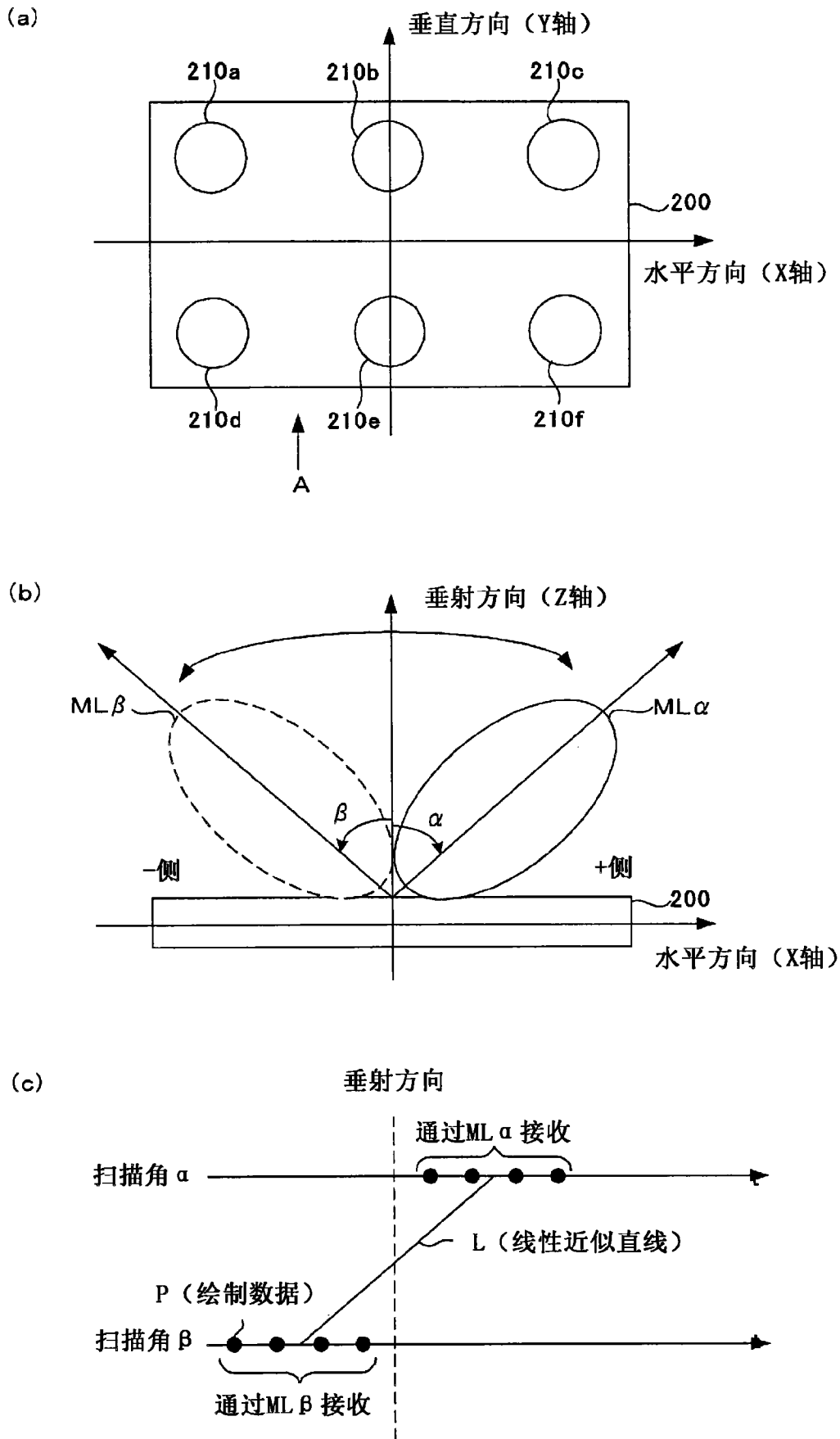
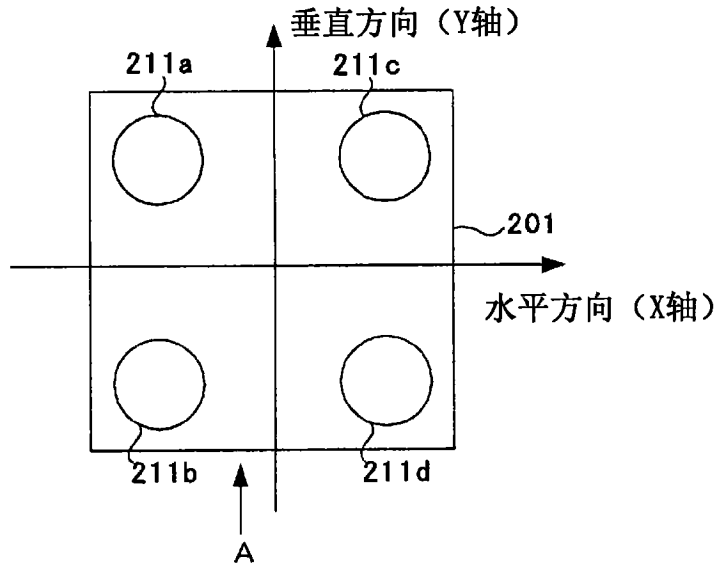
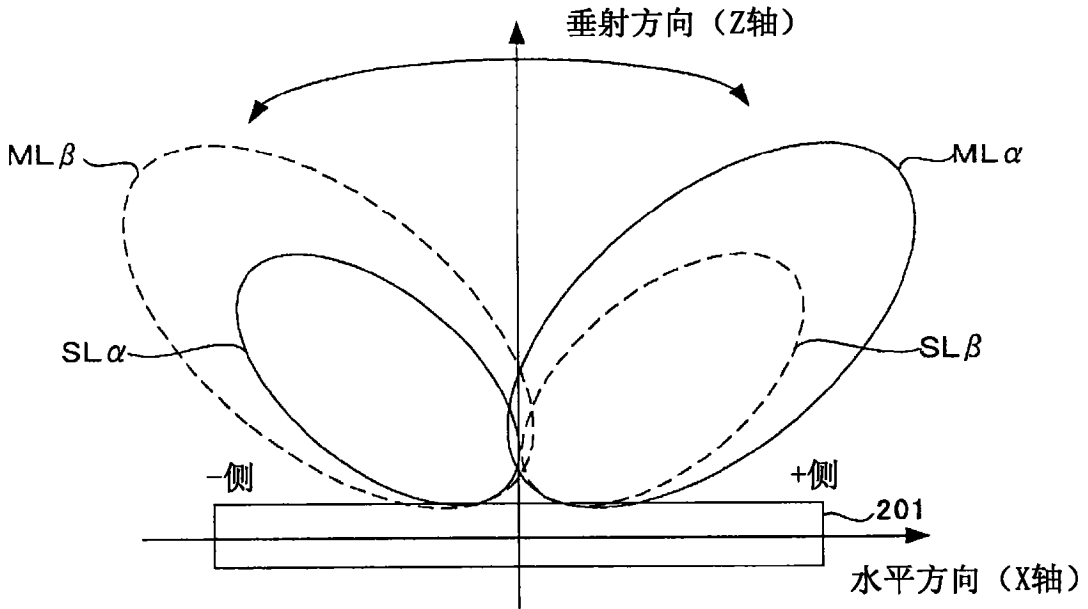


图 7

(a)



(b)



(c)

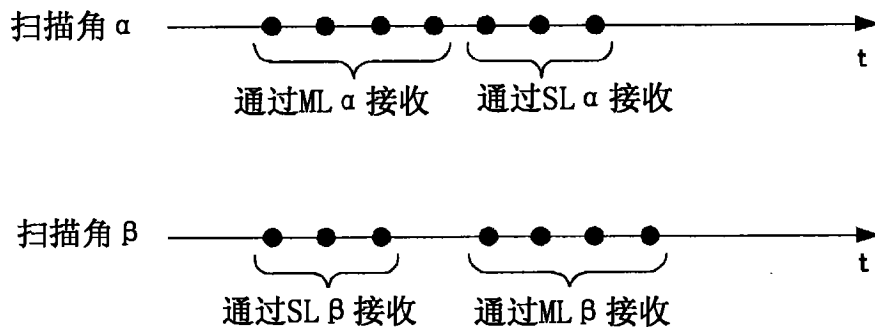


图 8

功率分布图

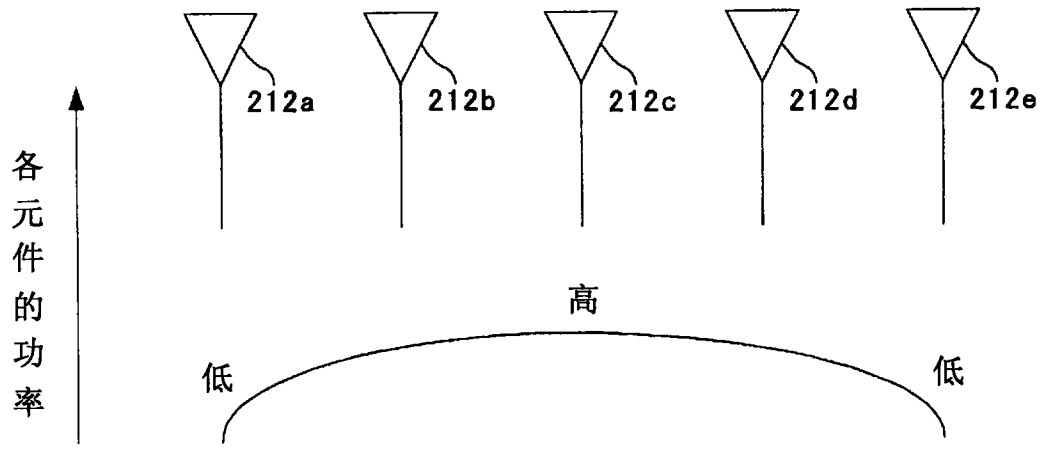


图 9