

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 3/26 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510084024.0

[43] 公开日 2006年1月18日

[11] 公开号 CN 1722520A

[22] 申请日 2005.7.12

[21] 申请号 200510084024.0

[30] 优先权

[32] 2004.7.12 [33] JP [31] 205149/2004

[32] 2004.12.17 [33] JP [31] 365860/2004

[32] 2005.3.3 [33] JP [31] 059655/2005

[71] 申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 大室统彦

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限
责任公司
代理人 王 怡

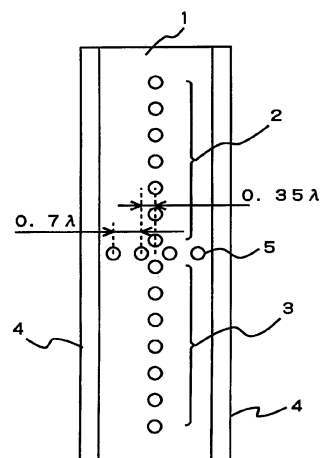
权利要求书 6 页 说明书 25 页 附图 46 页

[54] 发明名称

零点填充天线、全向天线以及无线电通信设备

[57] 摘要

本发明公开了一种零点填充天线、全向天线以及无线电通信设备，零点填充天线是在俯角范围内不具有零点的广角零点填充天线，全向天线使用该广角零点填充天线。零点填充天线包括：第一天线阵列，该第一天线阵列包括以规定点为中心排列的天线元件；以及第二天线阵列，该第二天线阵列的幅度特性基本等于形成第一天线阵列的天线元件的幅度特性。第一天线阵列被激发使得激发幅度分布相对于规定点对称，而激发相位分布相对于规定点对称。第一天线阵列的相位中心与第二天线阵列的相位中心基本一致。



1. 一种零点填充天线，包括：
第一天线阵列，所述第一天线阵列包括以规定点为中心排列的天线元
5 件；以及
第二天线阵列，所述第二天线阵列的激发幅度基本等于或小于形成所
述第一天线阵列的天线元件的激发幅度；其中：
所述第一天线阵列被激发使得激发幅度分布相对于所述规定点对称，
而激发相位分布相对于所述规定点基本上点对称；并且
10 所述第一天线阵列的相位中心与所述第二天线阵列的相位中心基本一
致。
2. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述第二天线阵列的激发
幅度基本上等于或小于形成所述第一天线阵列的天线元件之中与所述相位
中心相邻的天线元件的激发幅度。
- 15 3. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述规定点是所述第一天
线阵列的相位中心。
4. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述第二天线阵列包括至
少两个天线元件，并且越靠近所述相位中心的天线元件具有越大的激发幅
度。
- 20 5. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中形成所述第二天线阵列的
天线元件以直线形式排列，并以所述相位中心为中心，以直角与作为对称
轴的所述第一天线阵列相交叉。
6. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中形成所述第二天线阵列的
天线元件被排列为不与所述第一天线阵列的相位中心相重叠。
- 25 7. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中偶极天线被用作形成所述
第二天线阵列的天线元件。
8. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述第二天线阵列具有围
绕在其周围的电磁波吸收器。
9. 如权利要求 8 所述的零点填充天线，其中所述电磁波吸收器沿着形

成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向被排列，以形成所述第二天线阵列的每个天线元件为中心。

10. 如权利要求 9 所述的零点填充天线，其中在形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向上，所述电磁波吸收器具有比在所述相位中心和形成所述第一天线阵列的天线元件之中与所述相位中心相邻的天线元件之间的间隔更长的长度。

11. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中形成所述第二天线阵列的天线元件被排列使得所述第二天线阵列的最大辐射方向沿着形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向倾斜。

10 12. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中，在形成所述第一天线阵列的天线元件之中，与所述相位中心最接近的天线元件以比其他天线元件之间的间隔更大的距离间隔开。

13. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中形成所述第一天线阵列的天线元件以不相等的间隔被排列。

15 14. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，还包括替代所述第二天线阵列的第三天线阵列，所述第三天线阵列的激发幅度大于形成所述第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中所述第一天线阵列的相位中心与所述第三天线阵列的相位中心基本一致。

20 15. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，还包括替代所述第二天线阵列的缝隙天线或偶极天线，所述缝隙天线或偶极天线的激发幅度基本上等于或小于形成所述第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中所述第一天线阵列的相位中心与所述缝隙或偶极天线的相位中心基本一致。

25 16. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，还包括替代所述第二天线阵列的寄生元件，该寄生元件在相对于所述第一天线阵列的垂直方向上，从所述第一天线阵列的相位中心间隔开规定距离。

17. 如权利要求 15 所述的零点填充天线，其中所述缝隙天线或偶极天线的激发幅度小于形成所述第一天线阵列的天线元件之中与所述第一天线阵列的相位中心相邻的天线元件的激发幅度。

18. 如权利要求 16 所述的零点填充天线，其中所述寄生元件的激发幅

度小于形成所述第一天线阵列的天线元件之中与所述第一天线阵列的相位中心相邻的天线元件的激发幅度。

19. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中，当形成所述第一天线阵列的天线元件中的一个被放置在所述第一天线阵列的相位中心时，从该
5 天线元件和从所述第二天线阵列辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

20. 如权利要求 15 所述的零点填充天线，其中，当形成所述第一天线阵列的天线元件中的一个被放置在所述第一天线阵列的相位中心时，从该
10 天线元件和从所述缝隙天线或偶极天线辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

21. 如权利要求 16 所述的零点填充天线，其中，当形成所述第一天线阵列的天线元件中的一个被放置在所述第一天线阵列的相位中心时，从该
天线元件和从所述寄生元件辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

22. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述第二天线阵列具有
15 沿着形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向的指向性。

23. 如权利要求 15 所述的零点填充天线，其中所述缝隙天线或偶极天线具有沿着形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向的指向性。

24. 如权利要求 16 所述的零点填充天线，其中所述寄生元件具有沿着
形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向的指向性。

20 25. 如权利要求 15 所述的零点填充天线，还包括替代所述缝隙天线或偶极天线的第二缝隙天线或第二偶极天线，所述第二缝隙天线或第二偶极天线的激发幅度大于形成所述第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中所述第一天线阵列的相位中心与所述第二缝隙天线或偶极天线的相位中心基本一致。

25 26. 一种零点填充天线，包括：

第一天线阵列，所述第一天线阵列包括天线元件，所述天线元件被排列成以直角与穿过规定点的直线相交叉；以及

中心天线元件，所述中心天线元件的激发幅度基本上等于或小于形成所述第一天线阵列的天线元件的激发幅度；其中：

所述第一天线阵列被激发使得激发幅度分布相对于所述穿过规定点的直线线对称，而激发相位分布相对于所述穿过规定点的直线点对称；并且

所述第一天线阵列的相位中心与所述中心天线元件的相位中心基本一致。

5 27. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述中心天线元件的激发幅度基本上等于或小于形成所述第一天线阵列的天线元件之中与所述相位中心相邻的天线元件的激发幅度。

28. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述规定点是所述第一天线阵列的相位中心。

10 29. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述第一天线阵列是二维阵列，其中天线元件平行于所述穿过规定点的直线排列，以形成第二天线阵列，并且所述第二天线阵列被排列成以直角与所述穿过规定点的直线相交叉。

15 30. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述第一天线阵列包括缝隙天线，其中每个缝隙天线具有与所述穿过规定点的直线平行的纵向往侧，并且所述缝隙天线被排列成以直角与所述穿过规定点的直线相交叉。

31. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中偶极天线元件被用作所述中心天线元件。

20 32. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述中心天线元件具有围绕在其周围的电磁波吸收器。

33. 如权利要求 32 所述的零点填充天线，其中在形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向上，所述电磁波吸收器具有比在所述相位中心和形成所述第一天线阵列的天线元件之中与所述相位中心相邻的天线元件之间的间隔更长的长度。

25 34. 如权利要求 33 所述的零点填充天线，其中所述电磁波吸收器被设置为围绕在所述中心天线元件周围，并且延伸到形成所述第一天线阵列的天线元件之中的相邻天线元件。

35. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述中心天线元件被设置使得最大辐射方向沿着形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向倾

斜。

36. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中，在形成所述第一天线阵列的天线元件之中，与所述相位中心最接近的天线元件以比其他天线元件之间的间隔更大的距离间隔开。

5 37. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中形成所述第一天线阵列的天线元件以不相等的间隔被排列。

38. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中与所述第一天线阵列相比，所述中心天线元件被设置在电磁波辐射方向侧的位置上。

10 39. 如权利要求 29 所述的零点填充天线，其中，当形成所述第三天线阵列的天线元件中的一个被放置在所述第一天线阵列的相位中心时，从所述中心天线元件和从所述第三天线阵列辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

15 40. 如权利要求 30 所述的零点填充天线，其中，当所述缝隙天线中的一个被放置在所述第一天线阵列的相位中心时，从所述中心天线元件和从所述缝隙天线辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

41. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，其中所述中心天线元件具有沿着形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向的指向性。

20 42. 如权利要求 26 所述的零点填充天线，还包括替代所述中心天线元件的第二中心天线元件，所述第二中心天线元件的激发幅度大于形成所述第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中所述第一天线阵列的相位中心与所述第二中心天线元件的相位中心基本一致。

43. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述第一天线阵列的最大辐射方向沿着形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向倾斜。

25 44. 如权利要求 44 所述的零点填充天线，其中，在形成所述第一天线阵列的天线元件之中，在所述相位中心一侧的天线元件随着到所述相位中心距离的增大而激发相位被提前得更多，而在所述相位中心另一侧的天线元件随着到所述相位中心距离的增大而激发相位被延迟得更多。

45. 如权利要求 43 所述的零点填充天线，其中在所述第一天线阵列的最大辐射方向中，至少在形成所述第一天线阵列的天线元件之中的在所述

中心附近的天线元件的最大辐射方向沿着天线元件的排列方向倾斜。

46. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中形成所述第一天线阵列的天线元件中的每一个具有寄生元件。

47. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中间接激发的元件被用作
5 添加到所述中心的天线元件，其中所述被间接激发的元件由来自所述第一天线阵列的辐射激发。

48. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中其上形成有所述第一天线阵列的基板在形成所述第一天线阵列的天线元件的排列方向上，在其两侧具有张开部分。

49. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述零点填充天线是广
10 角零点填充天线。

50. 如权利要求 1 所述的零点填充天线，其中所述第一天线阵列在天线元件的排列方向上具有平方余割模式的指向性。

51. 具有如权利要求 1 到 50 中的一个所述的零点填充天线的无线电通
15 信设备。

52. 如权利要求 51 所述的无线电通信设备，其中所述零点填充天线被放置在高位置上，使得所述第一天线阵列处于垂直方向上。

53. 如权利要求 51 所述的无线电通信设备，其中所述零点填充天线被放置在高位置上，使得其上形成有所述第一天线阵列的基板基本水平，并
20 且电磁波在天底方向上辐射。

54. 如权利要求 51 所述的无线电通信设备，其中所述零点填充天线被放置在低位置上，使得其上形成有所述第一天线阵列的基板以相对于水平面的规定角度倾斜。

55. 一种包括多个如权利要求 1 到 50 中的一个所述的零点填充天线的全向天线，其中所述零点填充天线以同心圆的形式排列，使得电磁波向外
25 辐射。

56. 具有如权利要求 55 所述的全向天线的无线电通信设备。

57. 如权利要求 51 所述的无线电通信设备，其中所述无线电通信设备是基站设备。

零点填充天线、全向天线以及无线电通信设备

5 技术领域

本发明涉及在俯角方向上具有宽指向性的广角零点填充（null-fill）天线、使用该广角零点填充天线的全向天线以及无线电通信设备，更具体地说，涉及在天线附近不具有不灵敏区域或盲区的广角零点填充天线、全向天线以及无线电通信设备。

10

背景技术

一般，用于移动通信的基站或 BTS（Base Transceiver Station，基站收发信台）天线被放置在较高位置上，例如建筑物顶部，并且从天线发出的电波被地面上的移动通信终端接收。

15

这样的 BTS 天线具有指向性，使得在地面上的移动通信终端均以相同的接收或输入电平接收电波，而与其位置无关。

BTS 天线在高面中形成波束，例如平方余割波束（cosecant squared beam）（在从水平面到 45 度的俯角范围内没有零点），以引起在预定俯角范围内的地面上的基本一致的输入电场。

20

图 1 是示出了传统的平方余割波束天线的结构的示图。在平方余割波束天线中，天线元件被垂直排列，并且在下文中，将基于天线元件被垂直排列的假设进行描述。在这种结构中，从每个天线元件发出的波束利用张开部分（flare）形成，以实现这样的指向性：电磁波在水平面中的预定角度内被辐射。

25

此外，多个天线元件以垂直线性阵列的形式排列，以形成垂直方向上的波束。天线元件 2 或阵列上半部分与天线元件 3 或阵列下半部分的幅度关于中心对称（例如，顶部天线元件的幅度与底部的相同）。所有天线元件 2 的相位相同。类似地，所有天线元件 3 的相位相同。天线元件 2 的相位相对于天线元件 3 的相位移动了指定量。

利用这种结构，天线辐射图在垂直面上呈现平方余割模式，得到从水平面起的俯角范围内的基本一致的输入电平。

但是，如果以这种方式形成波束，那么如图 2 所示，在相对于 BTS 天线从水平面起超过 45 度的俯角区域中，即在天线根部周围，输入电平必定会降低。

图 3 是示出了传统平方余割波束天线的相位特性的示图。相位特性指示出垂直面内若干点处的角度和相位的关系，所述若干点到位于阵列中心的作为观察点的原点的距离相等。

参考图 3，在低于水平面的区域中，或者在俯角为 0（零）度或更大俯角的区域中，相位处于 0 度。另一方面，在俯角小于 0 度的区域中，或者在仰角区域中，相位在几乎所有角度上处于 180 度。这意味着，以水平面作为分界面或界面，辐射到水平面以下的电磁波和辐射到水平面之上的电磁波相位相反。

图 4 是示出了在垂直面中，传统的平方余割波束天线的辐射或指向性特性的示图。在图 4 中，在俯角为 45 度或更大俯角的区域中，辐射特性恶化。就是说，在天线附近的区域中，俯角不小于 45 度处，包含零点。

在日本专利申请早期公开 No. 平 9-246859 中，公开了作为用于提高天线附近辐射特性的传统技术的“天线”。在该传统技术中，阵列天线包含一个第一天线元件和排列在第一天线元件周围的多个第二天线元件，第一天线元件在天顶（zenith）方向上具有宽指向性，第二天线元件在从天顶方向的指定角度的方向上具有窄指向性。这样，移动终端的输入电平保持恒定。

但是，传统技术的目的在于减少在用于校园基站的天线前面的方向上导致的零点。因此，如果将该技术应用于移动通信的基站，那么会严重降低在俯角为 90 度的方向上的天线增益。

如上所述，还未提出这样的广角零点填充天线，该天线能够避免零点，或者在俯角为 90 度的方向上不灵敏区域的出现。

发明内容

因此本发明的目的在于提供一种能够几乎不降低天线根部附近的接收

或输入电平的广角零点填充天线、使用这种广角零点填充天线的全向天线以及无线电通信设备。

根据本发明的第一方面，为了实现上述目的，提供了一种零点填充天线，其包括：第一天线阵列，该第一天线阵列包括以规定点为中心排列的天线元件；以及第二天线阵列，该第二天线阵列的激发幅度基本等于或小于形成第一天线阵列的天线元件的激发幅度。第一天线阵列被激发，使得激发幅度分布相对于规定点对称，而激发相位分布相对于规定点基本上点对称。第一天线阵列的相位中心与第二天线阵列的相位中心基本一致。

10 优选地，在第一方面的零点填充天线中，第二天线阵列的激发幅度基本上等于或小于形成第一天线阵列的天线元件之中与相位中心相邻的天线元件的激发幅度。

优选地，在第一方面的零点填充天线中，规定点是第一天线阵列的相位中心。此外，第二天线阵列包括至少两个天线元件，并且较靠近相位中心的天线元件的激发幅度较大。

15 优选地，在第一方面的零点填充天线中，形成第二天线阵列的天线元件以直线形式排列并以相位中心为中心，从而以直角与作为对称轴的第一天线阵列相交叉。

优选地，在第一方面的零点填充天线中，形成第二天线阵列的天线元件被排列为不与第一天线阵列的相位中心相重叠。

20 优选地，在第一方面的零点填充天线中，偶极天线被用作形成第二天线阵列的天线元件。更优选地，形成第二天线阵列的天线元件中的每一个都具有围绕在其周围的电磁波吸收器。电磁波吸收器可以沿着形成第一天线阵列的天线元件的排列方向被排列，并且以形成第二天线阵列的每个天线元件为中心。另外，在形成第一天线阵列的天线元件的排列方向上，电磁波吸收器的长度可以比在相位中心和形成第一天线阵列的天线元件之中与相位中心相邻的天线元件之间的间隔要长。

25 优选地，在第一方面的零点填充天线中，形成第二天线阵列的天线元件被排列，以使第二天线阵列的最大辐射方向沿着形成第一天线阵列的天线元件的排列方向倾斜。

在形成第一天线阵列的天线元件之中，与相位中心最接近的天线元件之间的间隔可以大于其他天线元件之间的间隔。形成第一天线阵列的天线元件可以以不相等的间隔被排列。

5 第一方面的零点填充天线还可以包括替代第二天线阵列的第三天线阵列，该第三天线阵列的激发幅度大于形成第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中第一天线阵列的相位中心与第三天线阵列的相位中心基本一致。

10 第一方面的零点填充天线还可以包括替代第二天线阵列的缝隙天线或偶极天线，该缝隙天线或偶极天线的激发幅度基本上等于或小于形成第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中第一天线阵列的相位中心与缝隙或偶极天线的相位中心基本一致。

第一方面的零点填充天线还可以包括替代第二天线阵列的寄生元件，该寄生元件在相对于第一天线阵列的垂直方向上，与第一天线阵列的相位中心之间间隔规定距离。

15 优选地，在第一方面的零点填充天线中，第二天线阵列、缝隙天线、偶极天线或寄生元件的激发幅度小于形成第一天线阵列的天线元件之中与第一天线阵列的相位中心相邻的天线元件的激发幅度。

20 优选地，在第一方面的零点填充天线中，当形成第一天线阵列的天线元件中的一个被放置在第一天线阵列的相位中心时，从该天线元件和从第二天线阵列、缝隙天线、偶极天线或寄生元件辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

所述第二天线阵列、缝隙天线、偶极天线或寄生元件可以具有沿着形成第一天线阵列的天线元件的排列方向的指向性。

25 第一方面的零点填充天线还可以包括替代缝隙天线或偶极天线的第二缝隙天线或第二偶极天线，所述第二缝隙天线或第二偶极天线的激发幅度大于形成第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中第一天线阵列的相位中心与第二缝隙天线或偶极天线的相位中心基本一致。

根据本发明地第二方面，为了实现上述目的，提供了一种零点填充天线，其包括：第一天线阵列，该第一天线阵列包括天线元件，所述天线元

件被排列成以直角与穿过规定点的直线相交叉；以及中心天线元件，该中心天线元件的激发幅度基本上等于或小于形成第一天线阵列的天线元件的激发幅度。第一天线阵列被激发，使得激发幅度分布相对于穿过规定点的直线线对称，而激发相位分布相对于穿过规定点的直线点对称。第一天线阵列的相位中心与中心天线元件的相位中心基本一致。

优选地，在第二方面的零点填充天线中，中心天线元件的激发幅度基本上等于或小于形成第一天线阵列的天线元件之中与相位中心相邻的天线元件的激发幅度。

10 优选地，在第二方面的零点填充天线中，规定点是第一天线阵列的相位中心。

第一天线阵列可以是二维阵列，其中天线元件平行于穿过规定点的直线排列以形成第三天线阵列，并且第三天线阵列被排列成以直角与穿过规定点的直线相交叉。

15 第一天线阵列可以包括多个缝隙天线，其中每个缝隙天线的纵向两侧平行于穿过规定点的直线，并且缝隙天线被排列成以直角与穿过规定点的直线相交叉。

20 优选地，在第二方面的零点填充天线中，偶极天线元件被用作中心天线元件。更优选地，中心天线元件具有围绕在其周围的电磁波吸收器。在形成第一天线阵列的天线元件的排列方向上，电磁波吸收器的长度可以比在相位中心和形成第一天线阵列的天线元件之中与相位中心相邻的天线元件之间的间隔要长。另外，电磁波吸收器可以被设置为围绕在中心天线元件周围，并且延伸到形成第一天线阵列的天线元件之中的相邻天线元件。

优选地，在第二方面的零点填充天线中，中心天线元件被设置，以使最大辐射方向沿着形成第一天线阵列的天线元件的排列方向倾斜。

25 在形成第一天线阵列的天线元件之中，与相位中心最接近的天线元件之间的间隔可以大于其他天线元件之间的间隔。形成第一天线阵列的天线元件可以以不相等的间隔被排列。

优选地，在第二方面的零点填充天线中，与第一天线阵列相比，中心天线元件被设置在电磁波辐射方向侧的位置上。

优选地，在第二方面的零点填充天线中，当形成第三天线阵列的天线元件中的一个或缝隙天线被放置在第一天线阵列的相位中心时，从中心天线元件和从第三天线阵列或缝隙天线辐射的电磁波之间的相位差在 ± 60 度以内。

- 5 优选地，在第二方面的零点填充天线中，中心天线元件具有沿着形成第一天线阵列的天线元件的排列方向的指向性。

第二方面的零点填充天线还可以包括替代中心天线元件的第二中心天线元件，该第二中心天线元件的激发幅度大于形成第一天线阵列的天线元件的激发幅度，其中第一天线阵列的相位中心与第二中心天线元件的相位中心基本一致。

10

优选地，在第一或第二方面的零点填充天线中，第一天线阵列的最大辐射方向沿着形成第一天线阵列的天线元件的排列方向倾斜。更优选地，在第一天线阵列的最大辐射方向中，至少在形成第一天线阵列的天线元件之中的在相位中心附近的天线元件的最大辐射方向沿着天线元件的排列方向倾斜。

15

优选地，在第一或第二方面的零点填充天线中，在形成第一天线阵列的天线元件之中，在相位中心一侧的天线元件的激发相位随着到相位中心距离的增大而逐渐提前，而在相位中心另一侧的天线元件的激发相位随着到相位中心距离的增大而逐渐延迟。

20

优选地，在第一或第二方面的零点填充天线中，形成第一天线阵列的天线元件中的每一个具有寄生元件。

间接激发的元件被用作添加到中心的天线元件，其中所述被间接激发的元件由来自第一天线阵列的辐射激发。

25

优选地，在第一或第二方面的零点填充天线中，在形成有第一天线阵列的基板两侧具有张开部分，所述张开部分处于形成第一天线阵列的天线元件的排列方向上。

优选地，在第一或第二方面的零点填充天线中，所述零点填充天线是广角零点填充天线。

优选地，在第一或第二方面的零点填充天线中，第一天线阵列在天线

元件的排列方向上具有平方余割模式的指向性。

根据本发明的第三方面，为了实现上述目的，提供了一种无线电通信设备，其具有第一或第二方面的零点填充天线。

5 优选地，在第三方面的无线电通信设备中，零点填充天线被放置在高位置上，以使第一天线阵列处于垂直方向上。或者，零点填充天线被放置在高位置上，以使形成有第一天线阵列的基板基本水平，并且在天底（nadir）方向上辐射电磁波。零点填充天线可以被放置在低位置上，以使形成有第一天线阵列的基板以相对于水平面的规定角度倾斜。

10 根据本发明的第四方面，为了实现上述目的，提供了一种全向天线，其包含多个第一或第二方面的零点填充天线，其中零点填充天线以同心圆的形式排列，以便向外辐射电磁波。

根据本发明的第五方面，为了实现上述目的，提供了一种无线电通信设备，其具有第四方面的全向天线。

所述无线电通信设备可以是基站设备。

15

附图说明

从以下结合附图的详细描述中，本发明的目的和特征将变得更加明显，在附图中：

图 1 是示出了传统平方余割波束天线的结构的图；

20 图 2 是示出了传统基站的不灵敏区域的图；

图 3 是示出了传统平方余割波束天线的相位特性的图；

图 4 是示出了传统平方余割波束天线的垂直指向性特性的图；

图 5 是示出了被包括在本发明的广角零点填充天线中的各个天线元件的幅度分布和相位分布的图；

25 图 6 是示出了本发明的广角零点填充天线的垂直指向性特性的图；

图 7 是示出了根据本发明第一实施例的广角零点填充天线的结构图；

图 8 是示出了被添加到图 7 所示广角零点填充天线的相位中心附近的
天线阵列的指向性特性的图；

图 9 是示出了当天线元件被添加到相位中心时，在离相位中心距离相

等的多个点处观察到的电磁波之间的相位差的图；

图 10 是示出了当天线阵列被添加到相位中心附近时，在离相位中心距离相等的多个点处观察到的电磁波之间的相位差的图；

图 11 是示出了在水平面中，被添加到图 7 所示广角零点填充天线的相位中心附近的5 天线阵列的辐射图相位特性的图；

图 12 是示出了当被添加到相位中心附近的天线阵列中的每个天线元件的相位被移动 0 度时，广角零点填充天线的垂直指向性特性的图；

图 13 是示出了当被添加到相位中心附近的天线阵列中的每个天线元件的相位被移动 ± 60 度时，广角零点填充天线的垂直指向性特性的图；

10 图 14 是示出了当被添加到相位中心附近的天线阵列中的每个天线元件的相位被反相时，广角零点填充天线的垂直指向性特性的图；

图 15 是示出了本发明的基站的不灵敏区域的图；

图 16 是示出了当天线被设置在倾斜位置上时，天线元件的幅度分布、相位分布和垂直指向性特性的图；

15 图 17 是示出了根据本发明第二实施例的广角零点填充天线的结构的图；

图 18 示出了图 17 所示广角零点填充天线的相位中心附近的侧视图；

图 19 是示出了当偶极天线被设置使得偶极子被垂直定向时，电磁波的最大辐射方向的图；

20 图 20 是示出了当偶极天线被设置使得偶极子被定向在相对于垂直方向的俯角上时，电磁波的最大辐射方向的图；

图 21 是示出了根据本发明第三实施例的广角零点填充天线的结构的图；

图 22 是示出了图 21 所示广角零点填充天线的基板的内部结构的图；

25 图 23 是示出了具有图 21 所示的广角零点填充天线的基站的图，其最大辐射方向在向下的垂直角度上倾斜；

图 24 是示出了图 21 所示的广角零点填充天线的激发幅度和激发相位分布的图，其最大辐射方向向下倾斜；

图 25 是示出了图 21 所示的广角零点填充天线的辐射图，其最大辐射

方向向下倾斜；

图 26 是示出了根据本发明第四实施例的广角零点填充天线的结构的图；

图 27 是示出了一种广角零点填充天线的结构的图，其中，阵列中的
5 矩形接线天线（patch antenna）中的每一个具有矩形寄生元件；

图 28 是示出了根据本发明第五实施例的广角零点填充天线的一种结构示例的图；

图 29 是示出了根据本发明第五实施例的广角零点填充天线的另一结构示例的图；

10 图 30 是示出了根据本发明第六实施例的广角零点填充天线的结构的图；

图 31 示出了图 30 所示广角零点填充天线的相位中心附近的侧视图；

图 32 是示出了根据本发明第七实施例的广角零点填充天线的结构的图；

15 图 33 示出了图 32 所示广角零点填充天线的相位中心附近的侧视图；

图 34 是示出了一种广角零点填充天线的结构的图，其中，被添加到相位中心的一个接线天线元件以一个俯角倾斜，并且在天线阵列中的接线天线元件之中，位于被添加到相位中心的元件两侧的那些接线天线元件也以一个俯角倾斜；

20 图 35 是示出了根据本发明第八实施例的广角零点填充天线的结构的图；

图 36 示出了图 35 所示广角零点填充天线的相位中心附近的侧视图；

图 37 是示出了根据本发明第九实施例的广角零点填充天线的结构的图；

25 图 38 示出了图 37 所示广角零点填充天线的相位中心附近的侧视图；

图 39 是示出了当波束峰被设置在俯角 30 度处时，激发幅度和激发相位分布的图；

图 40 是示出了当波束峰位于俯角 30 度时的辐射图的图；

图 41 是示出了在远端区域中的辐射特性的图；

图 42 是示出了一种广角零点填充天线的结构的图，其在天线元件两侧具有金属张开板，以在水平面中形成波束；

图 43 是示出了一种广角零点填充天线的结构的图，其中，寄生 V 形偶极元件被用作添加到相位中心的天线元件，并且该寄生 V 形偶极元件不被直接激发，而是由来自天线阵列的辐射波经由空气而间接激发；

图 44 是示出了根据本发明第十实施例的全向天线的结构的图；

图 45 是示出了根据本发明第十一实施例的基站设备的结构的图；以及

图 46 是示出了根据本发明第十二实施例的基站设备的结构的图。

10

具体实施方式

发明人的研究表明，在包括了以相同间距排列的具有相同特性的天线元件的平方余割波束天线中，当一个天线元件被添加到相位中心时，会提高天线在直接天底方向上的辐射特性。

15

图 5 示出了当一个天线元件被添加到相位中心时，各个天线元件的幅度分布和相位分布的图。与位于两侧的天线元件（在距离相位中心 0.35 波长的位置上的天线元件）相比，新添加的天线元件的幅度很小（在本示例中为 -5dB）。新添加的天线元件具有比两侧天线元件更小的幅度，以防止峰值增益降低。

20

图 6 示出了天线在垂直面中的指向性特性的图。当一个天线元件被添加到平方余割波束天线的相位中心，并且按照上述条件激发时，在仰角范围中，幅度下降，而在俯角范围中，幅度升高。在俯角 90 度附近，天线特性得以改善。此外，在俯角范围中，输入电场或电压中的变化（即波动）下降，这允许接收机稳定地接收电磁波。

25

但是，在平方余割波束天线中，天线元件以例如 0.7 波长的间隔排列，并且它们具有 0.35 到 0.5 波长的尺寸或长度。就是说，如果一个天线元件被新添加到相位中心，该天线元件在物理上会干扰或接触其附近的天线元件。换句话说，在物理上，不可能将额外的天线元件添加到平方余割波束天线的相位中心。

因此，根据本发明，一个或多个天线元件被排列在相位中心附近，这些天线元件具有与构成平方余割波束天线的天线元件等同的特性，并且不会与它们形成物理干扰。这样，在平方余割波束天线的俯角方向上不会出现零点。

5 基于上述原理，下面将参考附图来描述本发明的优选实施例。

[第一实施例]

图 7 示出了根据本发明第一实施例的广角零点填充天线的结构图。如图 7 所示，广角零点填充天线包含基板 1 以及在基板 1 的表面上以规则间隔排列的天线元件 2 和 3。天线元件 2 从距离相位中心 0.35λ (λ : 从其辐射的电磁波的波长) 的位置开始，在天顶方向上以 0.7λ 的相等间隔排列。另一方面，天线元件 3 从距离相位中心 0.35λ 的位置开始，在天底方向上以 0.7λ 的相等间隔排列。在基板 1 两侧的纵向 (天线元件 2 和 3 的排列方向) 上，具有张开部分 4。顺便提及，天线元件 2 和 3 具有相同特性。

15 广角零点填充天线在与相位中心相同的水平面上，还包括位于基板 1 上的天线阵列 5。天线阵列 5 包括以规则间隔排列的四个天线元件，相位中心位于它们的中心。更具体而言，在相位中心两侧，在基板 1 的水平面内，四个天线元件中的两个被放置在距离相位中心 0.35λ 的位置上，另两个被放置在距离相位中心 1.05λ 的位置上。

20 天线阵列 5 具有与天线元件 2 和 3 等同的辐射特性。

在天线阵列 5 中的四个额外的天线元件之中，内侧两个天线元件 (更靠近相位中心) 与天线元件 2 中最靠近相位中心的那个天线元件相比，在相位上被延迟 30 度，并且具有 -10dB 的幅度。此外，外侧两个天线元件 (更远离相位中心) 与内侧两个天线元件相比，在相位上被提前 120 度，并且具有 -6dB 的幅度。

25 天线元件 3 (位于较低一侧) 与天线元件 2 (位于较高一侧) 相比，在相位上被延迟 60 度。更具体而言，假设天线阵列 5 中内侧的两个天线元件具有 0 度相位，那么与内侧两个元件相比，天线元件 2 在相位上被提前 30 度，天线元件 3 在相位上被延迟 30 度。

图 8 示出了广角零点填充天线的辐射特性的图。在图 8 中，“ELEMENT”指示天线元件的辐射特性，“ARRAY”指示由天线元件的排列所确定的辐射特性（阵列因子），并且“TOTAL”指示它们的综合，即作为整体的天线的辐射特性。顺便提及，这三种辐射特性由以下关系限定： $ELEMENT \times ARRAY = TOTAL$ 。就是说，如果阵列因子是平坦的（=1），那么作为整体的天线的辐射特性与天线元件的辐射特性相对应。

在这种情况下，在所需角度范围（例如，当天线被用作包含六个扇区的全向天线时，是 ± 30 度的角度范围）中，如果阵列因子示出基本平坦的特性，则可以认为天线阵列 5 具有与天线元件 2 和 3 相同的辐射特性。换句话说，天线阵列 5 等同于被添加到相位中心的一个天线元件。因此，可以实现如下效果：提高了在俯角方向上辐射的电磁波的幅度，并且降低了在仰角方向上辐射的电磁波的幅度。

但是，即使天线阵列 5 所辐射的电磁波的幅度与将一个天线元件添加到相位中心的情况下的幅度相同，实际上，从天线阵列 5 辐射的电磁波的相位也不同于在将一个天线元件添加到相位中心的情况下的相位。

图 9 和图 10 分别示出了当一个天线元件被放置在相位中心时，以及天线阵列被排列在相位中心附近时，从天线辐射的电磁波的观察点和在该点观察到的电磁波的相位之间的关系关系的示意图。在图 10 中，粗虚线指示出当在细虚线上的多个点处观察从天线辐射的电磁波时的相移，其中所述多个点位于水平面中并且到相位中心的距离相等。在与细虚线相比，粗虚线更靠近相位中心的那些点处，观察到的电磁波的相位移动到负值一侧。在与细虚线相比，粗虚线更远离相位中心的那些点处，观察到的电磁波的相位移动到正值一侧。如图 9 所示，当一个天线元件被放置在相位中心时，在到相位中心距离相等的所有点处，观察到的从天线元件辐射出的电磁波的相位相同。另一方面，如图 10 所示，当放置天线阵列时，即使在到相位中心距离相等的点处，观察到的从天线元件辐射出的电磁波的相位也会依赖于观察点而变化。

图 11 示出了天线阵列 5 的指向性特性的图。如图 11 所示，在水平方向上 ± 30 度的角度范围内，相位大约变化 ± 30 度。

下面将参考图 12 到图 14 来描述相位变化的影响。图 12 到图 14 分别示出了当天线阵列 5 的相位移动 0 度（即无相移）时、移动 ± 60 度时，以及移动 180 度（即反相）时，广角零点填充天线的指向性特性图。当相位没有移动时，在仰角方向上辐射的电磁波减弱，而在俯角方向上辐射的电磁波增强。在天线阵列 5 的相位移动 ± 60 度的情况下，虽然不象无相移时那么显著，但是在仰角方向上辐射的电磁波减弱，而在俯角方向上辐射的电磁波增强。此外，如果天线阵列 5 的相位反相，未示出类似影响。顺便提及，在图 12 到图 14 中，基于如下假设示出了指向性特性：一个扇区为 60 度，并且在该范围内没有阵列因子。

10 如上所述，即使从天线阵列 5 辐射的电磁波的相位与将一个天线元件添加到相位中心的情况不完全相同，也足够实现以下效果：减弱在仰角方向上辐射的电磁波，并且增强在俯角方向上辐射的电磁波。在实际应用中，如果相位移动到大约 ± 60 度的程度，则足够实现上述效果。

15 在该示例中，天线阵列 5 不具有垂直面或者天线元件 2 和 3 的排列方向上的指向性。但是，天线阵列 5 可以具有垂直指向性。当天线阵列 5 的辐射特性包括俯角方向上的指向性时，可以进一步提高天线正下方区域（在 90 度俯角附近）中的电场强度。

20 如上所述，根据本发明第一实施例，广角零点填充天线能够增强天线周围俯角较大区域中的输入电场。因此，当广角零点填充天线被用作基站或 BTS（基站收发信台）天线时，在天线根部周围不会形成不灵敏区域。

此外，天线阵列 5 将电场提高到对于所有方向基本相同的电平上。从而，可以使波动最小化。

25 此外，在天顶方向上发射的旁瓣的相位与在俯角方向上辐射的电磁波的相位相反。因此，天线阵列 5 可以降低在天顶方向上的旁瓣，并且不会在不希望的方向上发射强波束。

在第一实施例中，图 7 所示，天线阵列 5 包括四个天线元件，它们与相位中心之间具有规则的间隔。但是，这里给出的天线元件的数量仅作为示例，并且天线阵列 5 可以包括两个或六个元件。就是说，天线阵列可以包含 $2n$ （ n ：任意正整数）个天线元件。另外，虽然天线元件 2 和 3 以

线性阵列的方式排列，但是它们可以以多个阵列（例如 3 个阵列）的形式排列以构成矩阵，其中天线阵列 5 位于相位中心。

此外，在以上描述中，水平辐射指向性几乎为 0 度。但是，最大辐射方向可以在垂直面内倾斜，而具有相同优点。可以通过仅对激发相位特性提供倾斜而不改变激发幅度特性，而使最大辐射方向倾斜。在本实施例的广角零点填充天线中，如果随着到相位中心的距离增大而逐渐提前天线元件 2 的相位，而随着到相位中心的距离增大而逐渐延迟天线元件 3 的相位，则可以以俯角使最大辐射方向倾斜。图 16 示出了以俯角倾斜的广角零点填充天线的幅度分布、相位分布和垂直指向性特性。垂直指向性特性指出波束峰位于 15 度俯角。以这种方式，当波束向下倾斜时，可以降低对相邻小区的干扰（越站）。因此，当希望小的小区时，广角零点填充天线可以被有效地用作 BTS 天线。

[第二实施例]

图 17 示出了根据本发明第二实施例的广角零点填充天线的结构图。如图 17 所示，该实施例的广角零点填充天线在结构和一般排列上与第一实施例基本类似。广角零点填充天线包括基板 1 和总共 14 个接线天线元件 2 和 3。在基板 1 上，接线天线元件 2 和 3 垂直排列以构成线性第一天线阵列。在图 17 中，十字形 (×) 标记指示第一天线阵列的相位中心。广角零点填充天线还包括两个偶极天线 10 作为第二天线阵列，其中第一天线阵列的相位中心在两个偶极天线 10 之间。就是说，第一和第二阵列的相位中心位于同一位置。偶极子被定向为平行于第一天线阵列。

图 18 示出了广角零点填充天线的相位中心附近的放大侧视图。虽然单个偶极天线 10 在水平面中是全向的，但是以阵列形式的两个偶极天线的组合可以缩小水平面中的波束宽度。另外，由于偶极天线具有较弱指向性，并且易受反射器板的影响，因此偶极天线 10 中的每一个都具有电磁波吸收器 11，以减小水平面中波束宽度的频率特性。如图 17 和图 18 所示，电磁波吸收器 11 分别被设置在两个偶极天线 10 周围，并且以天线的支撑部分为中心。

根据第二实施例，电磁波吸收器 11 被布置，以便围绕在偶极天线 10

的支撑部分周围，并且延伸到邻近天线 10 的两个接线天线元件。换句话说，电磁波吸收器 11 被设置，以围绕在中心天线元件周围，并且还在水平方向（构成第一天线阵列的接线天线元件 2 和 3 的排列方向）上延伸。利用这种结构，可以减小水平面中波束宽度的频率特性，并且提高地面上垂直面中的电场电平。

图 19 示出了当偶极天线 10 被垂直定向时，电磁波的最大辐射方向。图 20 示出了当偶极天线 10 被定向在相对于垂直方向的俯角上时，电磁波的最大辐射方向。在图 20 中，虚线指示广角零点填充天线的辐射特性。如图 19 所示，偶极天线 10 的垂直定向产生了水平最大辐射方向。另一方面，如图 20 所示，偶极天线 10 被定向在相对于垂直方向的角度（俯角）上，这引起最大辐射方向在相对于水平方向向下的方向上。当偶极天线 10 被向下定向时，在广俯角方向上，由中心天线元件引起的辐射电平增大。这样一来，广角零点填充天线几乎不会在天线根部形成零点。

[第三实施例]

图 21 示出了根据本发明第三实施例的广角零点填充天线的结构图。参考图 21，与第一实施例相同，广角零点填充天线包括基板 1 以及以规则间隔排列在基板 1 的表面上的天线元件 2 和 3。天线元件 2 从距离相位中心 0.35 波长的位置开始，在天顶方向上以 0.7 波长的相等间隔排列。另一方面，天线元件 3 从距离相位中心 0.35 波长的位置开始，在天底方向上以 0.7 波长的相等间隔排列。在纵向方向上，基板 1 在其两侧具有张开部分 4。顺便提及，天线元件 2 和 3 都具有相同特性。

该广角零点填充天线还包括基板 1 上在相位中心处水平延伸的缝隙天线 6。缝隙天线 6 具有与天线元件 2 和 3 等同的辐射特性。

图 22 示出了该实施例的广角零点填充天线的基板 1 的截面图。如从图 22 可见的，天线元件 2 和 3 中的每一个都与在基板 1 内形成的驱动缝隙（driving slot）9 相电磁耦合，并通过缝隙 9 被激发。驱动缝隙 9 中的每一个的长度为四分之一波长： $\lambda/4$ （ λ ：从其辐射的电磁波的波长）。

此外，在相位中心位置处被置于基板 1 内的缝隙天线 6 的长度为半波长 $\lambda/2$ （ λ ：从其辐射的电磁波的波长）。由于基板 1 由电介质材料构成，

因此缝隙天线 6 可以在无需物理上形成缝隙或孔的情况下充当天线。

如上所述，根据本发明的第三实施例，如果当在基板 1 中形成缝隙 9 以激发天线元件 2 和 3 时只将长度不同于驱动缝隙 9 的缝隙添加到相位中心，那么该缝隙可以充当缝隙天线 6。因此，可以容易地制造广角零点填充
5 天线。

如果缝隙天线 6 具有与其他天线元件（天线元件 2 和 3）相同的幅度特性，则显而易见，该实施例的广角零点填充天线可以获得与第一实施例相同的效果。因此，将不再重复同样的描述。

图 23 示出了具有图 21 所示的广角零点填充天线的基站的图，其最大
10 辐射方向在垂直面内向下倾斜（在俯角方向上）。在图 23 中，该广角零点填充天线被设置在建筑物顶部作为 BTS 天线。

在图 23 中，虚线指示该广角零点填充天线的辐射图。由虚线指示出的波束峰基本水平。另一方面，由实线指示出的波束峰被定向在向下的方向上。以这种方式，当波束向下倾斜时，可以减小对相邻区域的干扰（越
15 站）。因此，当希望小的小区时，该广角零点填充天线可以被有效地用作 BTS 天线。

图 24 示出了其最大辐射方向向下倾斜的广角零点填充天线的激发相位和激发幅度分布。在图 24 中，实线指示幅度分布，而虚线指示相位分布。幅度分布相对于原点（相位中心）左右对称。相位分布相对于原点点
20 对称。更具体而言，从相位中心开始在天顶方向上排列的天线元件 2 的相位随着到相位中心的距离增大而被提前得更多。另一方面，从相位中心开始在天底方向上排列的天线元件 3 的相位随着到相位中心的距离增大而被延迟得更多。被添加到相位中心的天线元件的激发幅度被设置为如下值：
比相邻元件大约高 2dB。这 2dB 的差异处于被认为是基本相同的值的范围
25 内。

图 25 示出了从图 24 的激发幅度分布中获得的广角零点填充天线的辐射图。如从图 25 可见的，波束峰方向位于 15 度俯角，并且在负角度或仰角一侧，旁瓣电平下降。如前所述，在该实施例中，添加到相位中心的天线元件的激发幅度被设置为比相邻元件大约高 2dB。从而，与图 16 示出

的第一实施例的广角零点填充天线的特性相比，提高了俯角方向上的辐射电平。

[第四实施例]

图 26 示出了根据本发明第四实施例的广角零点填充天线的结构图。

- 5 参考图 26，与第一实施例相同，广角零点填充天线包括基板 1 以及以规则间隔排列在基板 1 表面上的天线元件 2 和 3。天线元件 2 从距离相位中心 0.35 波长的位置开始，在天顶方向上以 0.7 波长的相等间隔排列。另一方面，天线元件 3 从距离相位中心 0.35 波长的位置开始，在天底方向上以 0.7 波长的相等间隔排列。在纵向方向上，基板 1 在其两侧具有张开部分
- 10 4。顺便提及，天线元件 2 和 3 都具有相同特性。

- 该广角零点填充天线还包括寄生元件 7，其位于基板 1 上的相位中心附近。寄生元件 7 在相对于基板 1 的垂直方向上，距离相位中心大约 1 个波长。寄生元件 7 具有与天线元件 2 和 3 基本相同的特性。寄生元件 7 被天线元件 2 或 3 所激发。由于寄生元件 7 没有接地，因此与天线元件 2 和
- 15 3 相比，它具有广角辐射特性。如之前第一实施例所述，从寄生元件 7 辐射的电磁波的相位被允许移动大约 ± 60 度的程度。虽然相移量会根据相位中心与寄生元件 7 之间的距离改变而变化，但是如果相移在允许范围（ ± 60 度）内，就无需特别关注这种变化。

- 顺便提及，在该示例中，寄生元件 7 具有与天线元件 2 和 3 基本相同的特性。但是，寄生元件 7 可以是不接地的带状金属，其纵向侧平行于极化波的方向。或者，寄生元件 7 可以是不接地的圆形金属。
- 20

如果寄生元件 7 具有与其他天线元件（天线元件 2 和 3）相同的幅度特性，则显而易见，本实施例的广角零点填充天线可以实现与第一实施例相同的效果。因此，将不再重复同样的描述。

- 25 在本实施例的广角零点填充天线中，天线元件 2 和 3 与传统的平方余割波束天线类似。然后，寄生元件 7 可以容易地添加到现有天线中。例如，通过将寄生元件 7 放置在天线屏蔽器（天线罩）内，可以将元件 7 容易地添加到现有天线中。

图 27 示出了一种广角零点填充天线的结构图，其中，以阵列形式排

列的矩形接线天线中的每一个都具有矩形寄生元件。寄生元件 17 的尺寸 (W 和 H) 小于接线天线元件的尺寸。在本实施例中, 用于构成水平波束的主要参数代表寄生元件 17 的尺寸 (W 和 H)。因此, 水平面中的波束赋形可以独立于垂直面中用于零点填充的波束赋形而被执行。关于寄生元
5 件 17 的尺寸 (W 和 H), 如图 27 所示, 在垂直极化波的情况下, W 和 H 之间的关系被定义为 $H > M$, 而在水平极化波的情况下, W 和 H 之间的关系被定义为 $H < M$ 。

[第五实施例]

图 28 示出了根据本发明第五实施例的广角零点填充天线的一种结构
10 示例的图。如图 28 所示, 该广角零点填充天线包括基板 1 以及天线阵列 2a 和 3a, 其中天线阵列 2a 和 3a 包括在基板 1 表面上以规则间隔排列的天线元件。被包括在天线阵列 2a 中的天线元件从距离相位中心 0.35λ (λ : 从其辐射的电磁波的波长) 的位置开始, 在天顶方向上以 0.7λ 的相等间隔以矩阵方式排列。另一方面, 被包括在天线阵列 3a 中的天线元件从距
15 离相位中心 0.35λ 的位置开始, 在天底方向上以 0.7λ 的相等间隔以矩阵方式排列。天线元件距离相位中心的横向间隔为 0.35λ 或 1.05λ 。顺便提及, 天线阵列 2a 和 3a 的所有天线元件都具有相同特性。

该广角零点填充天线还包括天线元件 8, 其位于基板 1 上的相位中心
20 处。天线元件 8 具有与被包括在天线阵列 2a 和 3a 中的天线元件等同的辐射特性。

如之前第一实施例所述, 在水平面中排列的由天线元件组成的天线阵列具有与被放置在阵列中心的一个天线元件等同的辐射特性。就是说, 图
28 的广角零点填充天线具有与图 7 的广角零点填充天线相同的辐射特性。因此, 本实施例的广角零点填充天线可以实现与第一实施例的广角零点填
25 充天线相同的效果。

图 29 示出了根据本发明第五实施例的广角零点填充天线的另一结构
示例的图。在图 28 中, 天线阵列 2a 和 3a 被放置在基板 1 上, 并且天线元件 8 被放置在相位中心。此外, 如从图 29 可见, 广角零点填充天线可以包括基板 1、在基板 1 上排列的缝隙天线 2b 和 3b 以及位于相位中心的

天线元件 8，该广角零点填充天线具有相同的优点。另外，在图 28 中，虽然天线阵列 2a 和 3a 以矩阵方式排列，但是它们可以以其他形式排列，例如蜂窝状。

[第六实施例]

5 图 30 示出了根据本发明第六实施例的广角零点填充天线的结构图。图 31 示出了该广角零点填充天线的相位中心附近的放大侧视图。在图 21、图 28 和图 29 中，缝隙天线或接线天线用作中心天线元件，也可以将偶极天线用作中心天线元件。参考图 30，如图 21 相同，该广角零点填充天线包括基板 1 以及在基板 1 表面上以规则间隔垂直排列的天线元件 2 和
10 3。该广角零点填充天线还包括偶极天线 12，其位于基板 1 上的相位中心。在天线元件 2 和 3 之中，位于中心的两个元件之间的间隔距离大于其他元件之间的间隔距离，以避免在物理上与偶极天线 12 相干扰。两个中心天线元件之间的间隔为 1.2λ (λ : 从其辐射的电磁波的波长)。其他天线元件与第一实施例相同，以 0.7λ 的相等间隔排列。偶极天线 12 被放置
15 在 1.2λ 间隔的中心：在到每个相邻天线元件的距离为 0.6λ 的位置上，从而与天线元件 2 和 3 的相位中心相符。虽然两个中心天线元件之间的间隔可以为 1.4λ ，但是 1.2λ 的间隔提供更好的特性。

偶极天线 12 被放置在基板 1 上的同轴馈电线上，该同轴馈电线具有支撑功能。

20 在本实施例中，天线元件 2 和 3 与偶极天线 12 之间的幅度特性差别不超过 3dB。

[第七实施例]

图 32 示出了根据本发明第七实施例的广角零点填充天线的结构图。图 33 示出了该广角零点填充天线的相位中心附近的放大侧视图。如图 32
25 所示，本实施例的广角零点填充天线在结构和一般排列上与第六实施例基本类似，除了在中心处以接线天线元件 13 替代偶极天线 12。

与结合图 30 描述的第六实施例相同，在天线元件 2 和 3 之中，位于中心的两个元件之间的间隔距离大于其他元件之间的间隔距离。两个中心天线元件之间的间隔为 1.2λ 。其他天线元件以 0.7λ 的相等间隔排列。

具有支撑功能的同轴馈电线被放置在基板 1 上，其上有接线板（patch panel）14，并且接线天线 13 被形成在接线板 14 上。

如图 33 所示，接线天线 13 被定向在相对于垂直方向的某个角度（俯角）上，以便使天线 13 的最大辐射方向被定向到相对于水平方向向下的方向上。

图 34 示出了一种广角零点填充天线的结构图，其中，被添加到相位中心的接线天线元件 13 以某个俯角倾斜，并且在接线天线元件 2 和 3 之中，位于元件 13 两侧的那些接线天线元件以某个俯角倾斜。利用这种结构，可以进一步提高俯角范围中的辐射电平。与第一实施例相同，天线元件 2 和 3 以 0.7λ 的相等间隔排列。在图 34 中，虽然接线天线 13 和其附近的天线元件以相同角度倾斜，但是可以根据所需辐射电平来确定倾斜角度。

在本实施例中，所有天线元件 2 和 3 都可以以某个俯角倾斜。此外，可以将如图 7 所示的天线阵列添加到相位中心，以替代接线天线。

15 [第八实施例]

图 35 示出了根据本发明第八实施例的广角零点填充天线的结构图。图 36 示出了该广角零点填充天线的相位中心附近的放大侧视图。参考图 35，该广角零点填充天线包括基板 1 以及在基板 1 表面上以规则间隔排列的天线元件 2 和 3。该广角零点填充天线还包括中心天线元件（偶极天线 15），该中心天线元件被添加到天线元件 2 和 3 的相位中心。与第一实施例相同，天线元件 2 和 3 以 0.7λ 的相等间隔排列。中心天线元件向前（在辐射电磁波的方向上）延伸，以避免与相邻天线元件相重叠或物理干扰。

利用这种结构，天线元件 2 和 3 可以具有相等间隔。

而且在本实施例中，如图 36 所示，中心天线元件（偶极天线 15）被定向在相对于垂直方向的某个角度（俯角）上，以使天线的最大辐射方向被定向到相对于水平方向向下的方向上。

[第九实施例]

图 37 示出了根据本发明第九实施例的广角零点填充天线的结构图。图 38 示出了该广角零点填充天线的相位中心附近的放大侧视图。如图 37

所示，本实施例的广角零点填充天线在结构和一般排列上与第八实施例基本类似，除了将 U 形偶极天线 16 用作中心天线元件。U 形偶极天线 16 的长度为半波长： $\lambda/2$ 。U 形偶极天线 16 在垂直方向上短于 I 形偶极天线，因此避免了与相邻天线元件之间的物理干扰。

5 在实际应用中，天线的 U 形部分（头部）是例如通过以下方式获得的：将导线缠绕在陶瓷圆柱体周围以形成螺旋形线圈，并且在其上覆盖塑料覆盖物。这样的天线可应用于本实施例的广角零点填充天线。

除了 U 形偶极天线之外，中心天线元件的示例还包括 V 形偶极天线、长度不大于四分之一波长（ $\lambda/4$ ）的无穷小偶极元件以及电流元件。

10 在本实施例中，波束向下倾斜，并且中心天线元件的激发幅度被设置为高于相邻元件的激发幅度。因此，当该广角零点填充天线被设置在城市区域中的高层建筑物顶部时，该广角零点填充天线可以有效地辐射波束，或将波束聚集在位于天线根部的地点。

15 将要假设，波束峰被设置在 30 度俯角上。图 39 示出了当波束峰被设置在 30 度俯角上时的激发幅度和激发相位分布。在图 39 中，水平轴指示位置，其中正值用于天底方向，负值用于天顶方向，并以天线元件 2 和 3 的相位中心为原点。实线指示激发幅度分布，而虚线指示激发相位分布。激发幅度分布相对于原点左右对称（即激发幅度分布在天线以上和以下对称）。激发相位分布相对于原点点对称。

20 在天线元件 2 和 3 中，距离相位中心越远的元件具有越大的相位提前或相位延迟值，以使相位分布曲线倾斜。

25 在本实施例中，与第一实施例（图 16）或第三实施例（图 24）的情况相比，该相位分布曲线的斜率更陡，以将波束倾斜角提高到 30 度。添加到相位中心的天线元件的激发幅度被设置为比相邻元件的激发幅度高出大约 6dB。

图 40 示出了从图 39 所示的激发幅度分布获得的辐射图的图。波束峰位于 30 度俯角，并且在存在对相邻区域的越站问题的范围（从 0 到 30 度的俯角范围）内，旁瓣电平被抑制。

图 41 示出了远端区域中的辐射特性。如图 37 所示，在 15 到 20 度俯

角范围中的相位与所需辐射区域（30 到 90 度的俯角范围）中的相位相反。

为了减小对相邻区域的越站，需要抑制 15 到 20 度俯角范围中的旁瓣。该旁瓣可以通过调整中心天线元件的幅度来减小，其中所述中心天线元件的相位与所需辐射区域的相位相同。

在整个所需辐射区域中，中心天线元件的相位一致。因此，中心天线元件的电平改变几乎不会影响辐射区域中的辐射图，并且仅需要考虑 15 到 20 度俯角范围中的旁瓣。以下情况是最佳的：中心天线元件的幅度相对于相邻元件大约高出 6dB。

图 42 示出了一种广角零点填充天线的结构图，其在天线元件两侧具有金属张开板，以在水平面中形成波束（即，以扇区形式缩小波束宽度）。在这种结构中，用于形成水平波束的主要参数代表放置金属张开部分 4 的角度 α 以及张开部分 4 的宽度 W。因此，水平面中的波束赋形可以独立于垂直面中用于零点填充的波束赋形而被执行。

图 43 示出了一种广角零点填充天线的结构图，其中，寄生 V 形偶极元件被用作添加到相位中心的天线元件，并且该寄生 V 形偶极元件不被直接激发，而是由来自天线阵列的辐射波经由空气而间接激发。如图 43 所示，寄生 V 形偶极元件 18 被放置在天线元件 2 和 3 前方大约半波长处，以使间接激发的辐射波的相位与元件 2 和 3 的相位中心的相位基本相符。寄生 V 形偶极元件 18 具有相位控制短路线以用于精微控制。利用这种结构，可以简化分配器/合成器电路，从而降低损耗。

[第十实施例]

图 44 示出了根据本发明第十实施例的全向天线的结构图。参考图 44，全向天线包括六个第一实施例的广角零点填充天线，它们以同心圆的形式排列。

如图 8 所示，第一实施例的广角零点填充天线的天线阵列 5 具有在水平面中左右对称的相位特性（例如，在正和负 30 度角处，辐射图的相位都为 -24 度）。因此，如果该广角零点填充天线以同心圆的形式被排列，来自一个天线的波束不会干扰来自相邻天线的波束。

顺便提及，在第十实施例中，虽然全向天线包括以同心圆形式排列的第一实施例的广角零点填充天线，但是也可以以同样方式使用第二到第九实施例的广角零点填充天线。

[第十一实施例]

5 图 45 示出了根据本发明第十一实施例的基站设备的结构图。在该基站设备中，天线被放置在地面上。该天线具有与第一实施例的广角零点填充天线相同的结构。该天线以相对于垂直方向的规定角度被设置在倾斜位置上，以使在第一实施例中被定向在天底方向上的一侧被设置为朝向建筑物。

10 近年来，存在如下问题：在高层建筑物的较高楼层中形成不灵敏区域或盲区。本实施例的基站设备从被放置在地面上的天线向建筑物辐射电磁波。从而，基站设备的覆盖区域包括该建筑物的较低到较高楼层。

虽然，在第十一实施例中，采用了第一实施例的广角零点填充天线，但是也可以使用第二到第九实施例的广角零点填充天线，它们具有相同的优点。

[第十二实施例]

图 46 示出了根据本发明第十二实施例的基站设备的结构图。本实施例的基站设备具有第一实施例的广角零点填充天线。在该基站设备中，不同于传统基站设备，广角零点填充天线被如下设置：其表面位于垂直面上，以使在第一实施例中被定向在天底方向上的一侧被设置为朝向建筑物。

本实施例的基站设备朝向相邻建筑物向下辐射电磁波。从而，该基站设备的覆盖区域包括建筑物的较低到较高楼层。

25 虽然，在第十二实施例中，采用了第一实施例的广角零点填充天线，但是也可以使用第二到第九实施例的广角零点填充天线，它们具有相同的优点。

顺便提及，上述实施例容易进行各种修改、改变和替换。

例如，在第六和第七实施例中，在天线元件 2 和 3 之中，在中心处只分开放置两个元件，这两个元件之间的距离不同于其他元件之间的距离。

但是，其他天线元件之间的间隔不一定相等。在第六实施例中，例如，偶极天线 12 被放置在距离每个相邻天线元件 0.6λ 处。两个相邻天线元件之间的间隔可以随着到相位中心距离的增大，而在朝向外侧的方向上逐渐增大（例如以相同程度），从而使距离相位中心最远的两个相邻元件之间的间隔为 0.7λ 。

在第六和第九实施例中，未在图中示出广角零点填充天线的结构，其中，中心天线元件被定向在相对于垂直方向的某个角度（俯角）上。但是，如果与第七或第八实施例相同，中心天线元件被定向在相对于垂直方向的某个角度（俯角）上，那么可以将电磁波的最大辐射方向定向到相对于水平方向向下的方向上。在天线元件之间的间隔不相等的情况下也是如此。

在第三到第九实施例中，如果中心天线元件具有以元件的支撑部分为中心围绕在其周围的电磁波吸收器，那么可以减小水平面中波束宽度的频率特性。此外，如果电磁波吸收器被延伸到相邻天线元件（即，如果电磁波吸收器被设置在中心天线元件周围，并且还在水平方向上延伸），那么可以减小水平面中波束宽度的频率特性，并且提高地面上的电场电平。

在以上实施例中，平方余割波束天线包括具有 14 个天线元件的阵列，并且一个或多个天线元件被添加到天线的相位中心附近，它们等同于将一个天线元件添加到相位中心。但是，天线元件的数量仅仅是以示例方式被引述的，而不作为限制。平方余割波束天线可以包括多于或少于 14 个天线元件。

此外，在第十实施例中，全向天线包括 6 个以同心圆形式排列的具有相同特性的扇区天线。但是，扇区天线的数量仅仅作为示例而非限制。全向天线可以包括多于或少于 6 个扇区天线。例如，全向天线可以包括 4 个具有如下天线阵列的广角零点填充天线：所述天线阵列的阵列因子在 ± 45 度的范围中是平坦的。或者，全向天线可以包括 8 个具有如下天线阵列的广角零点填充天线：所述天线阵列的阵列因子在 ± 20 度的范围中是平坦的。

此外，平方余割波束包括经修改的平方余割波束。此外，本发明不仅

可应用于移动通信的基站设备，还可应用于其他无线电通信设备。

此外，在以上实施例中，天线元件 2 和 3 的物理中心与相位中心一致。但是，在图 7 的示例中，如果将具有较弱幅度的天线元件添加到天线元件 2 附近，虽然相位中心几乎不移动，但是物理中心被移位，从而使两者不一致。在这种情况下，也可以将天线阵列、缝隙天线、偶极天线、U 形（V 形）偶极天线等等添加到相位中心。当采用寄生元件时，该元件可以被放置在自相位中心规定距离的位置上。

如上所述，根据本发明，可以提供一种能够几乎不降低天线根部的接收或输入电平的广角零点填充天线、使用该广角零点填充天线的全向天线以及无线电通信设备。

虽然已经参考具体示例性实施例描述了本发明，但是本发明不应被这些实施例所限制，而只能由所附权利要求来限制。本领域技术人员将会意识到，在不脱离本发明的范围和精神的情况下，可以改变或修改这些实施例。

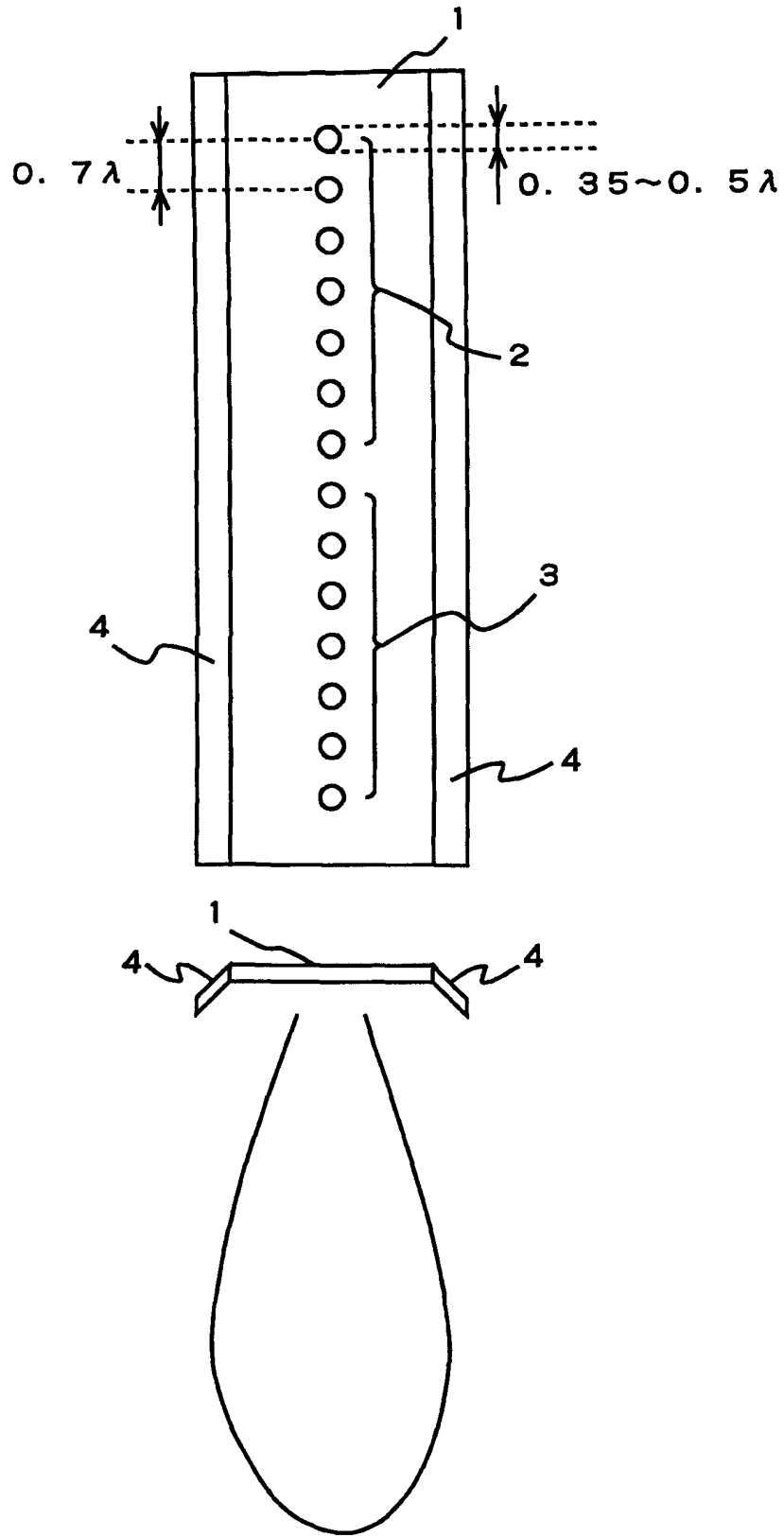


图1

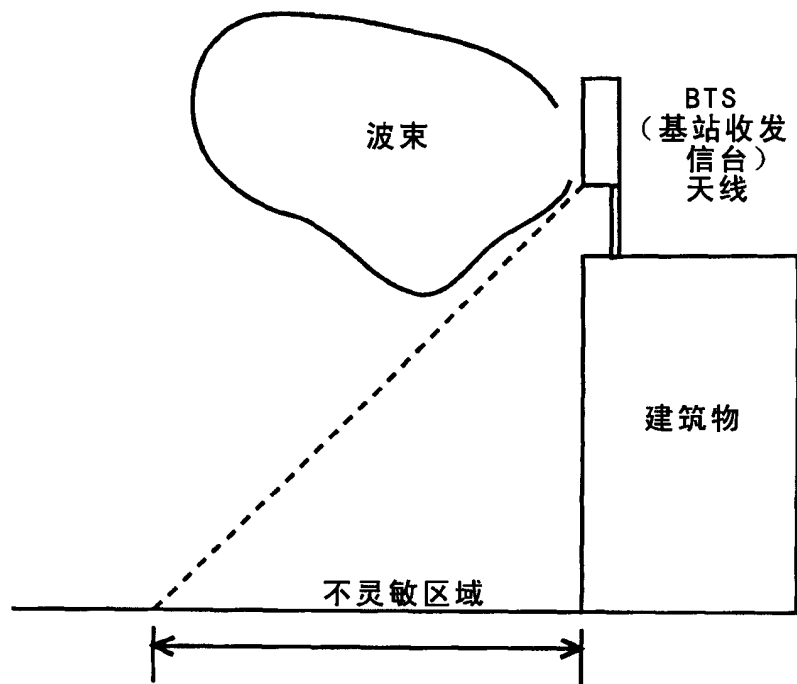


图2

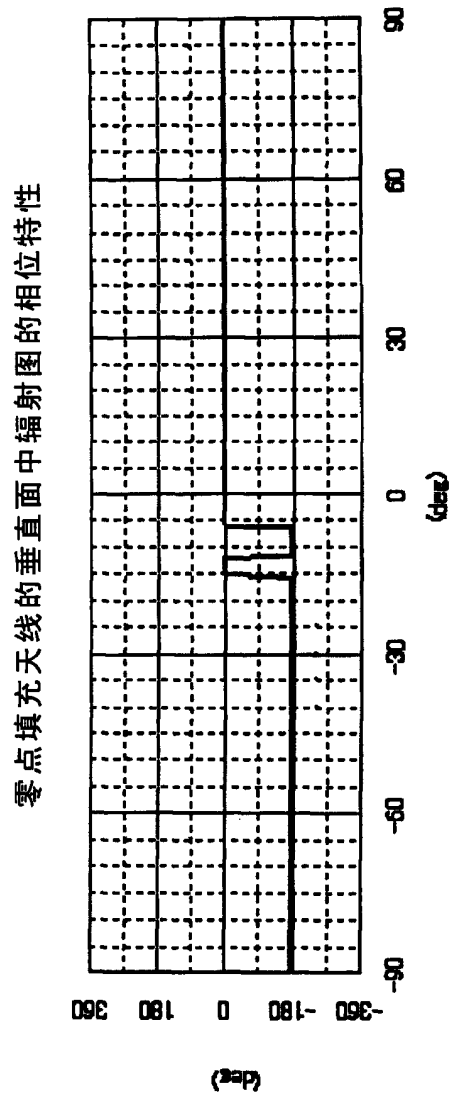


图3

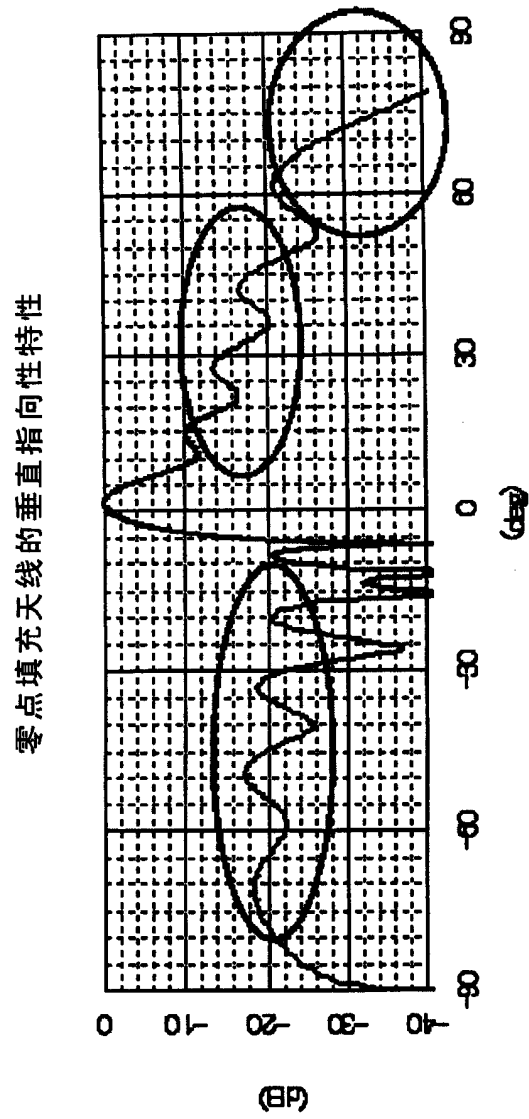


图4

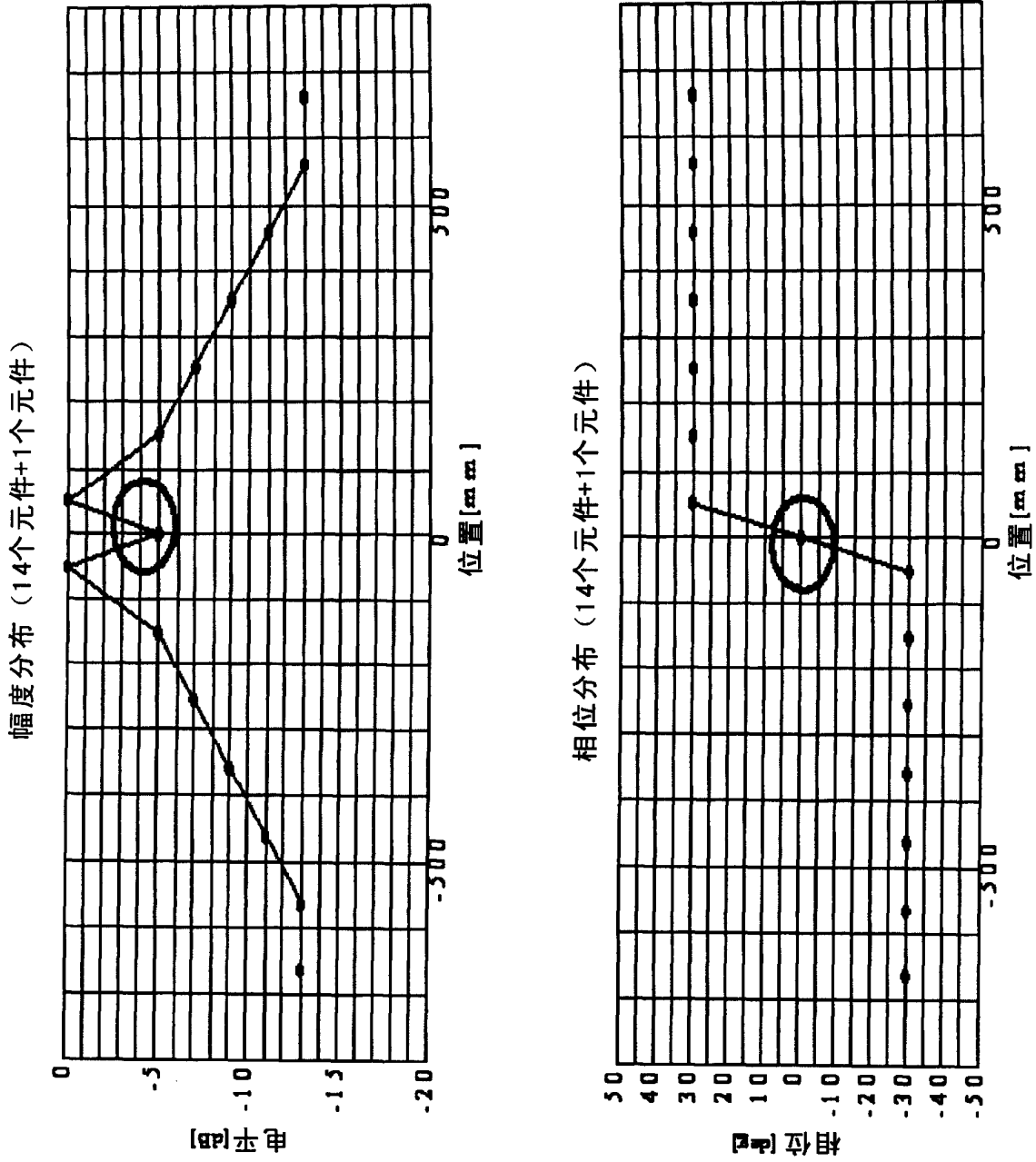


图5

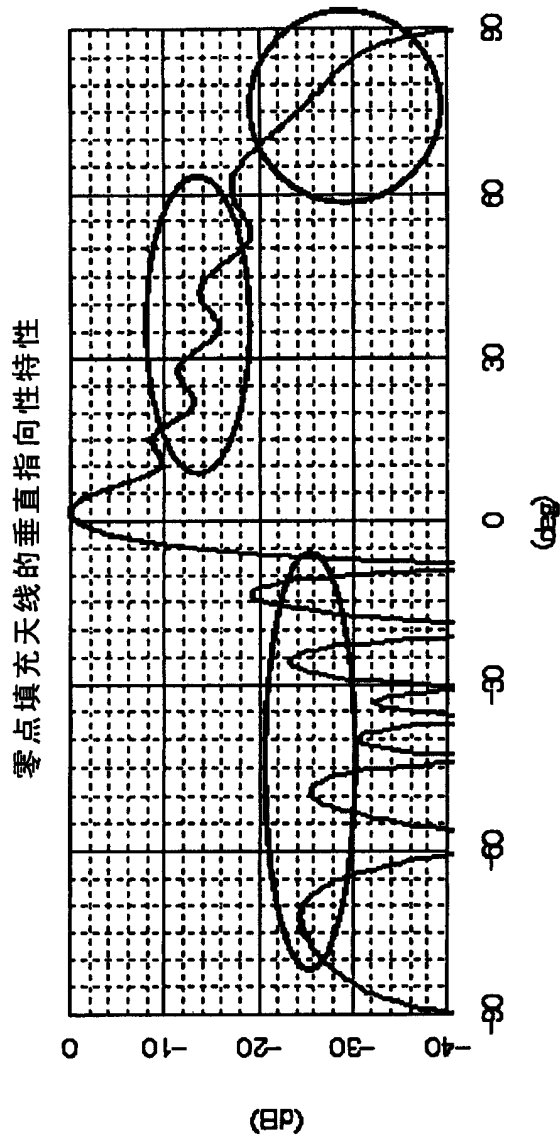


图6

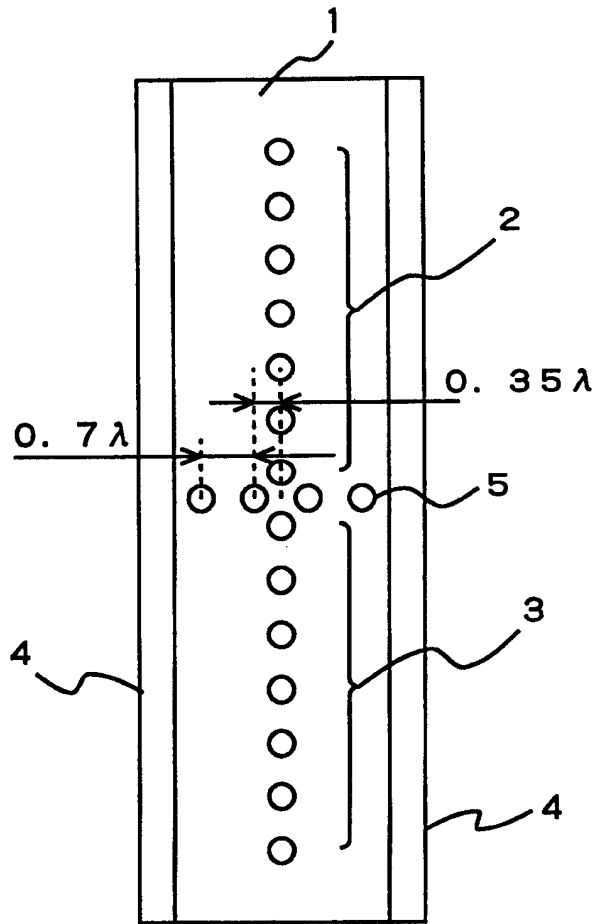
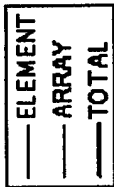


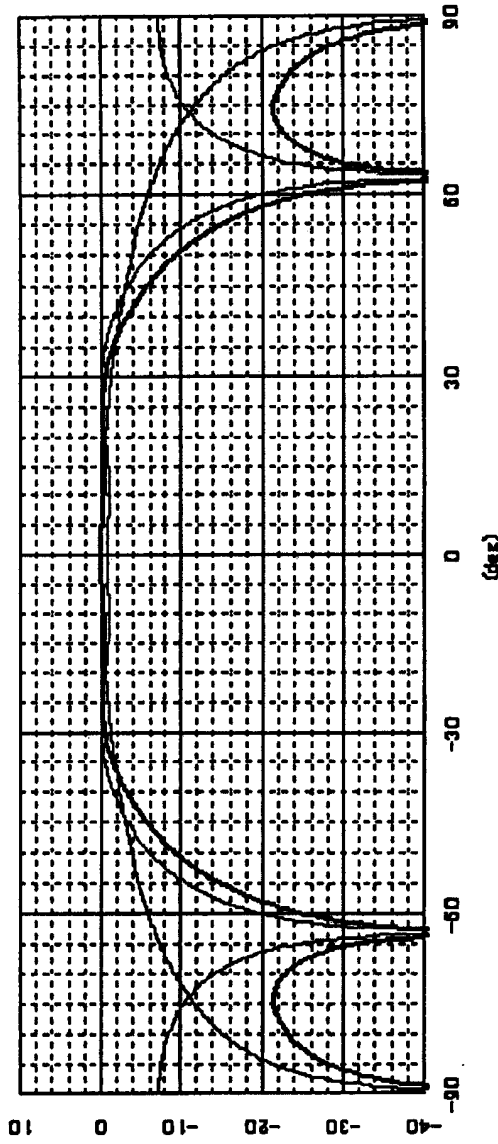
图7

零点填充天线的水平指向特性



辐射图的相位

-24° $+30^\circ$ -24°



(dB)

图 8

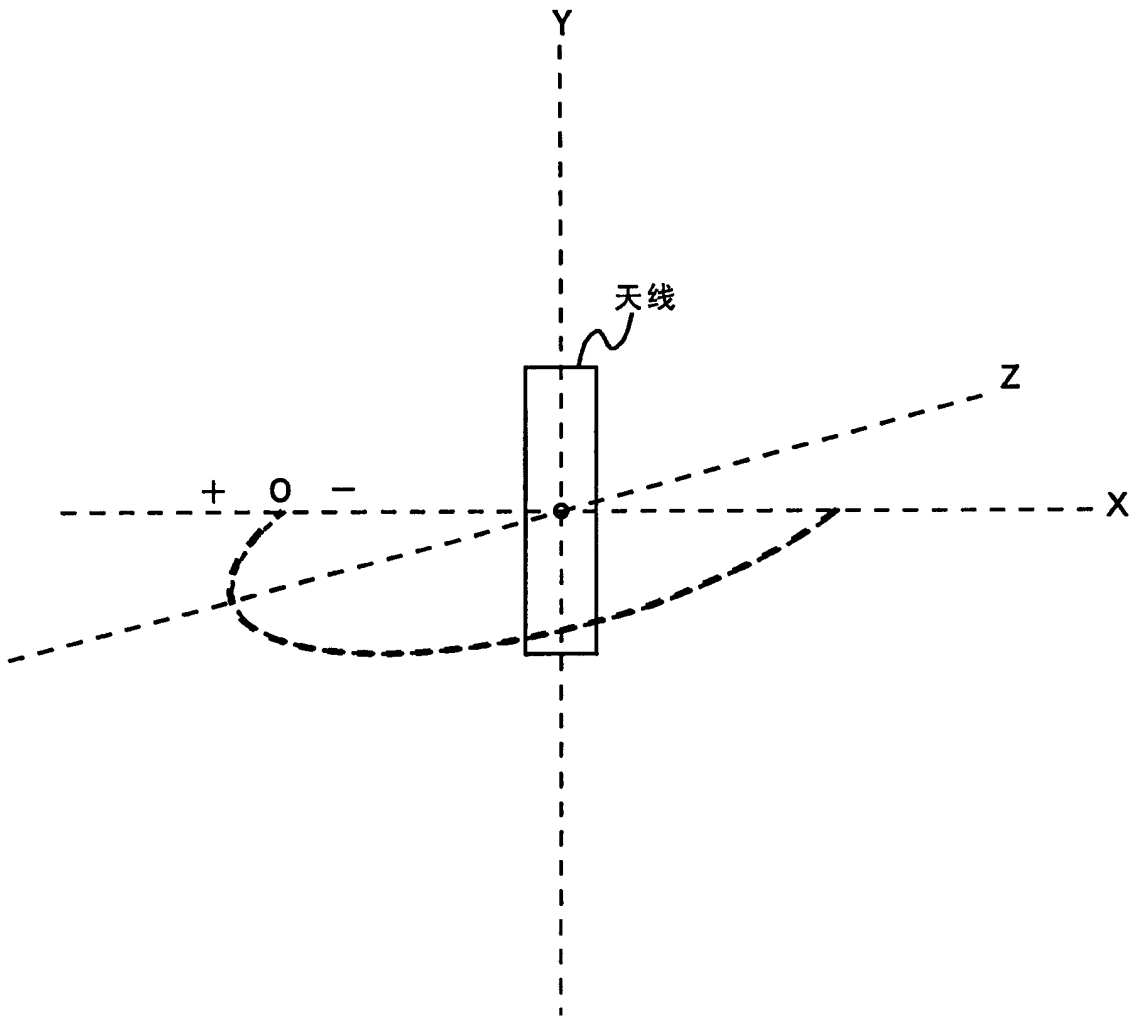


图9

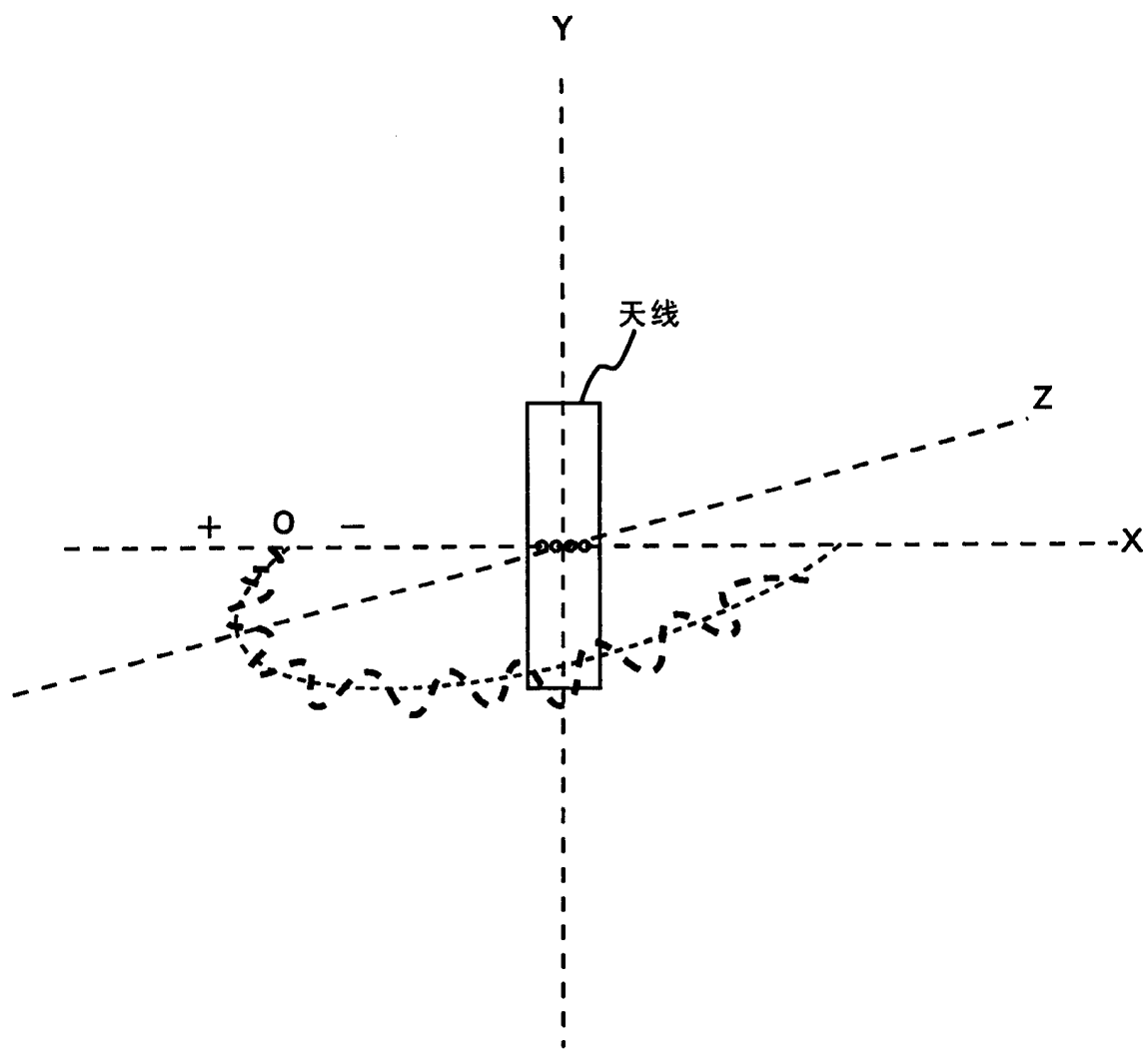


图10

零点填充天线的水平指向特性

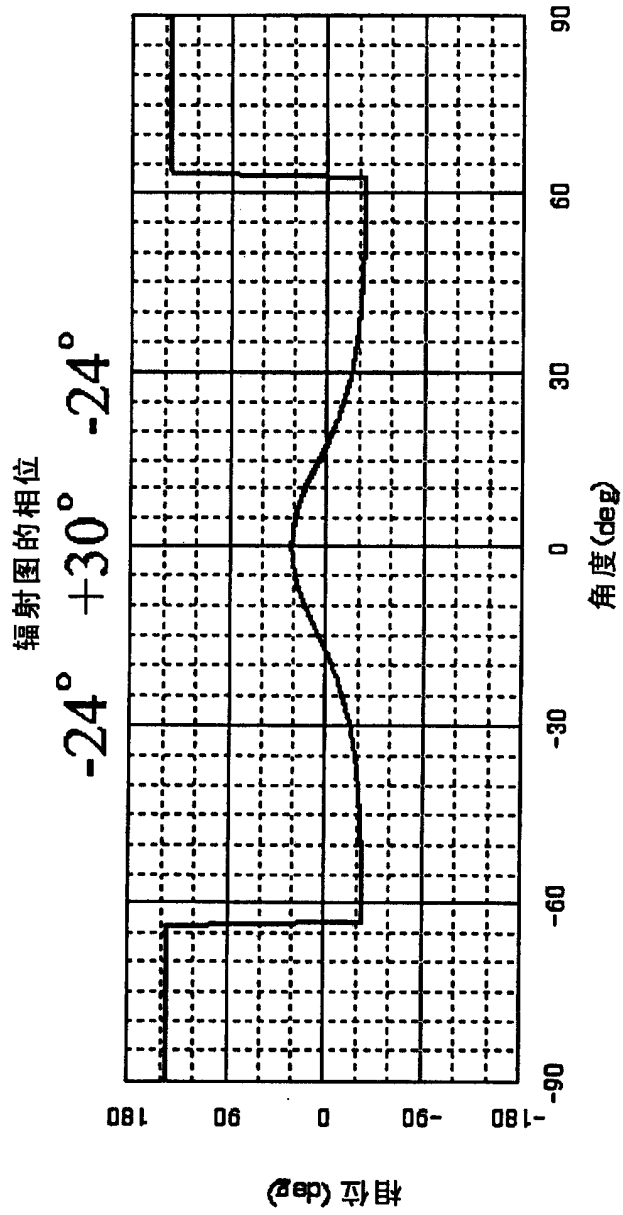


图11

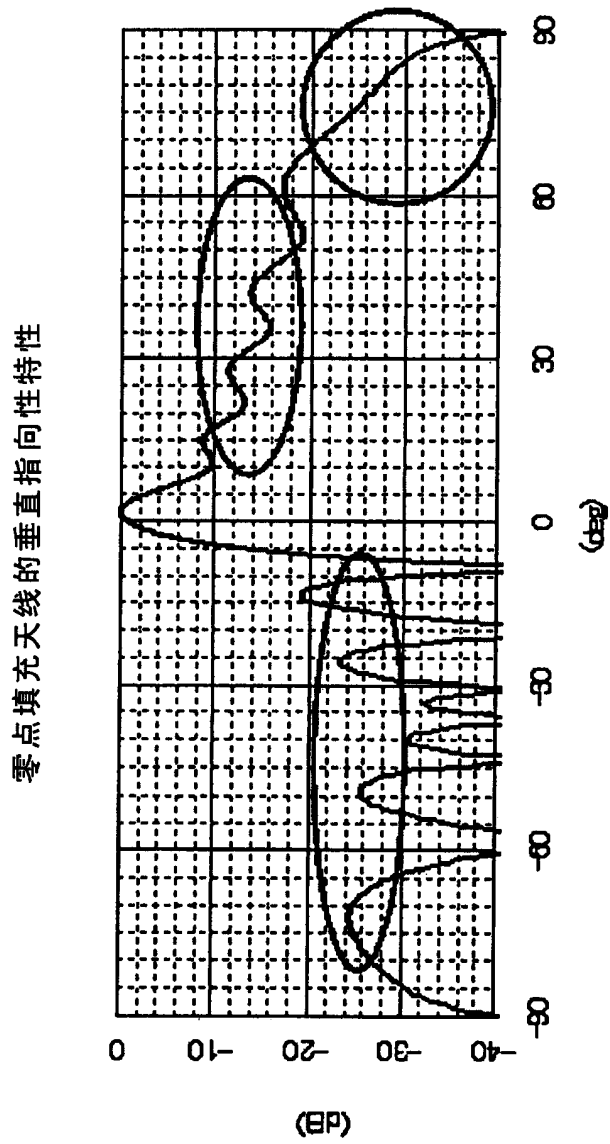


图12

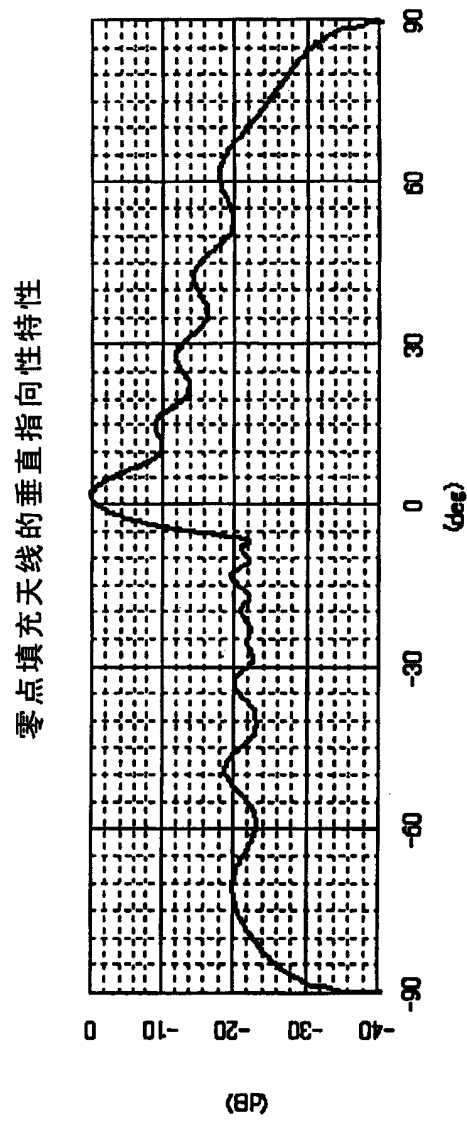


图13

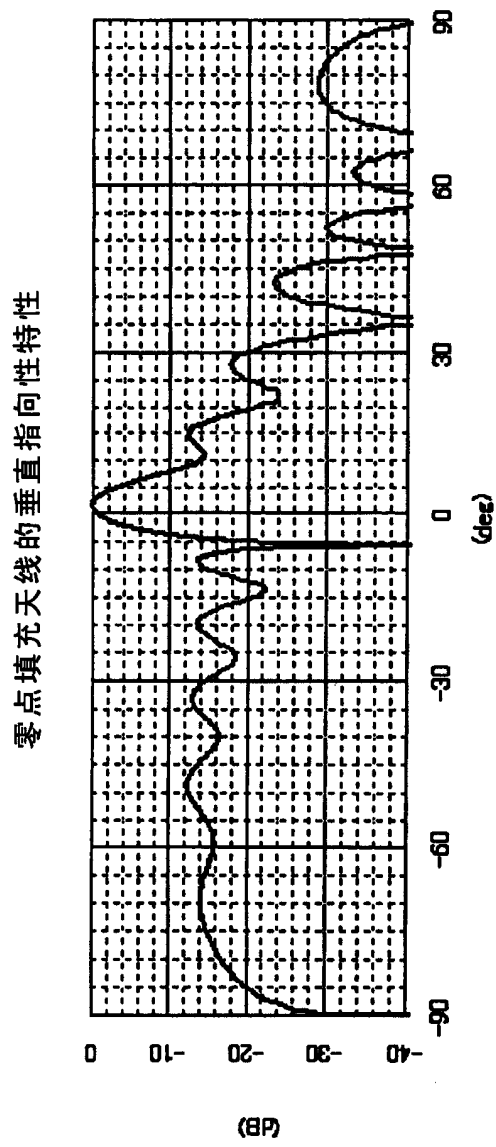


图14

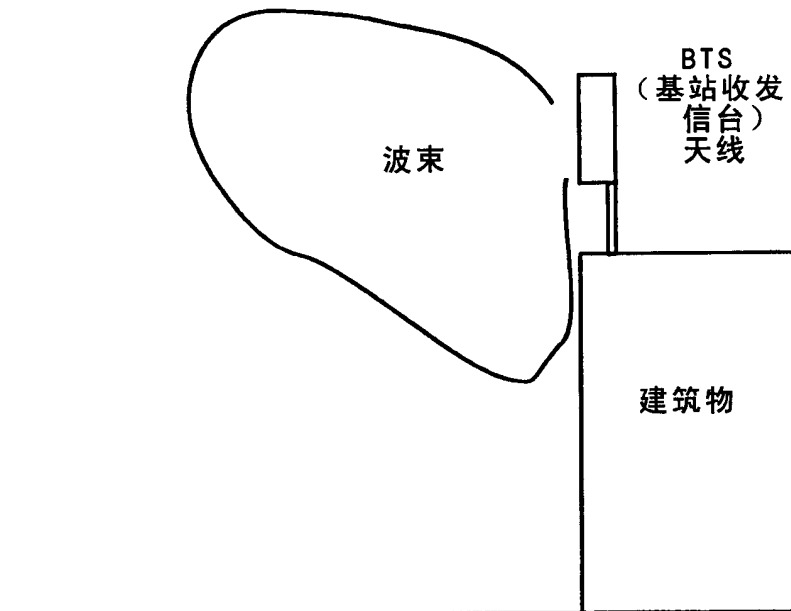


图15

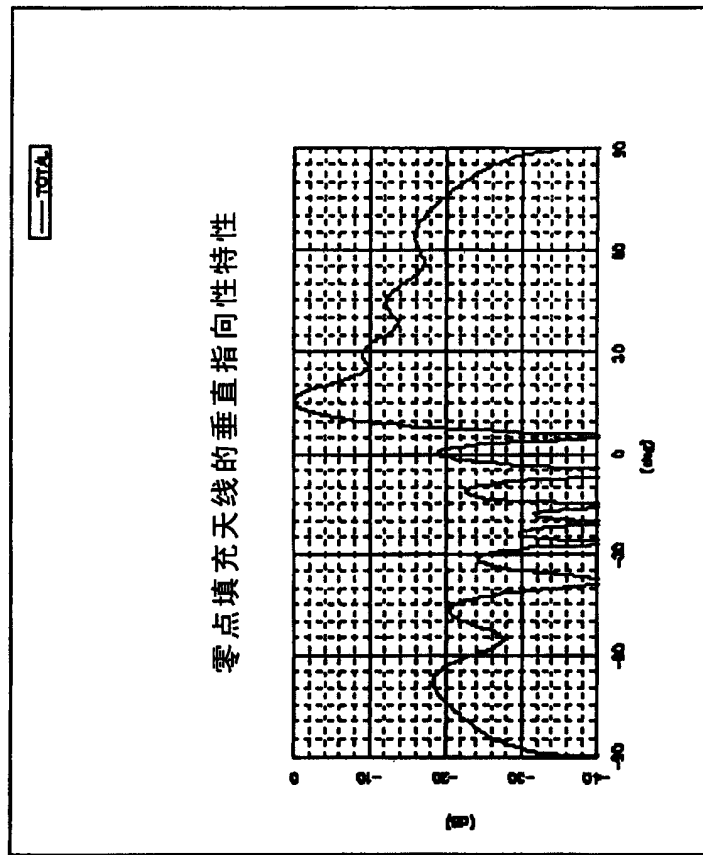
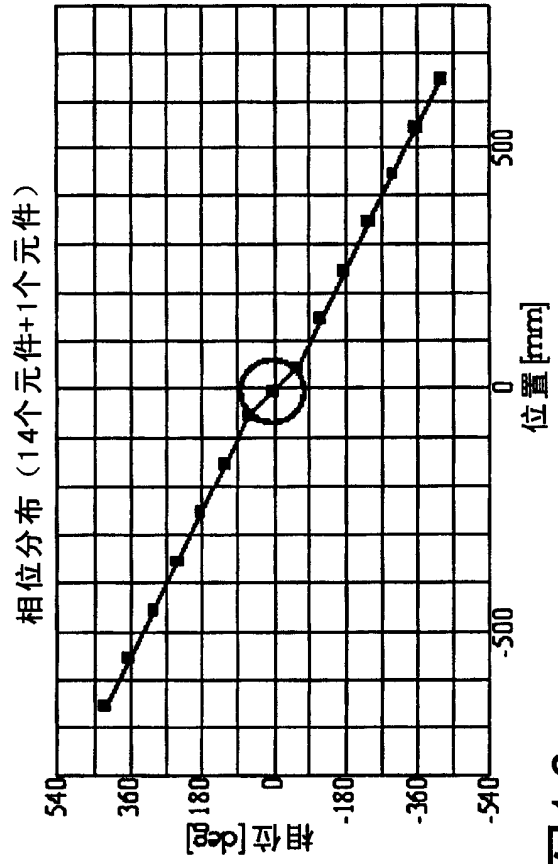
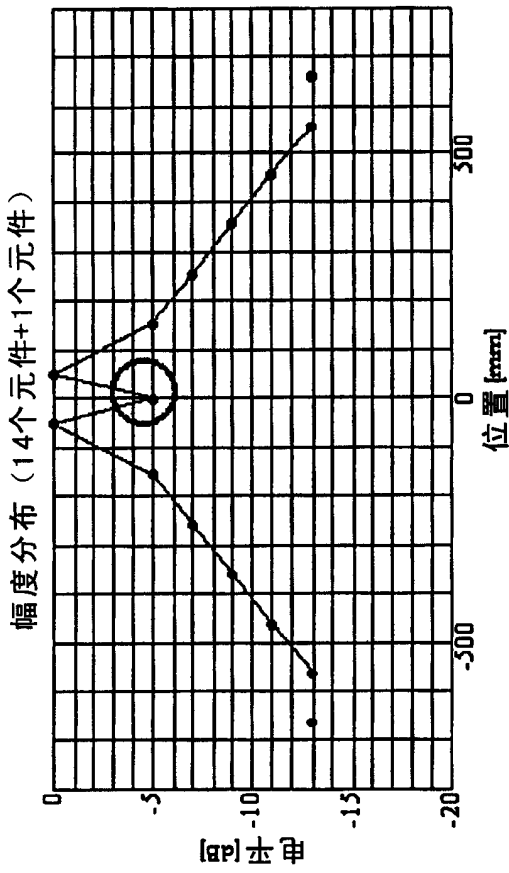


图16

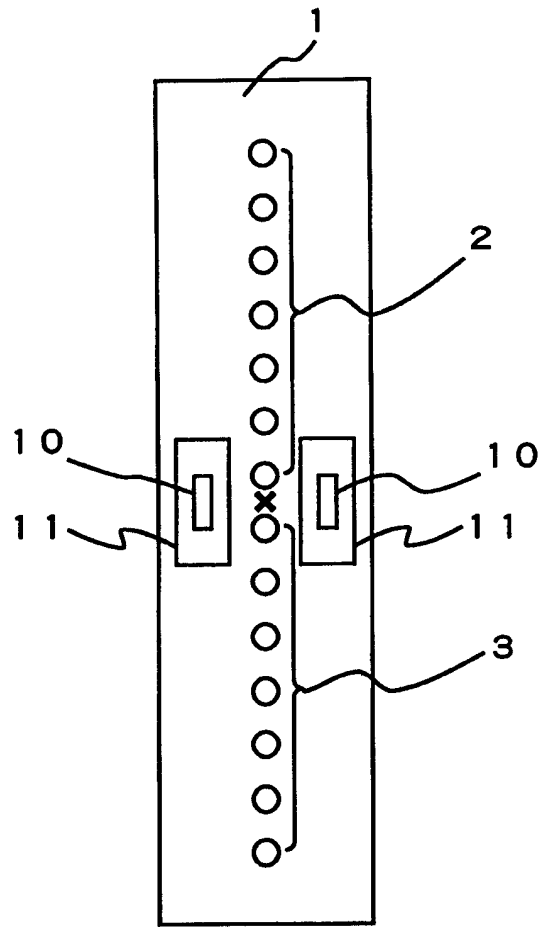


图17

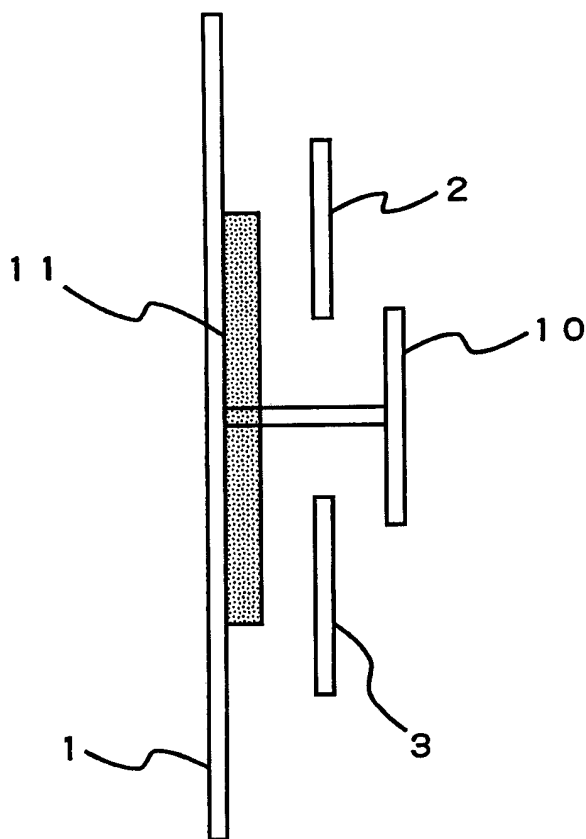


图18

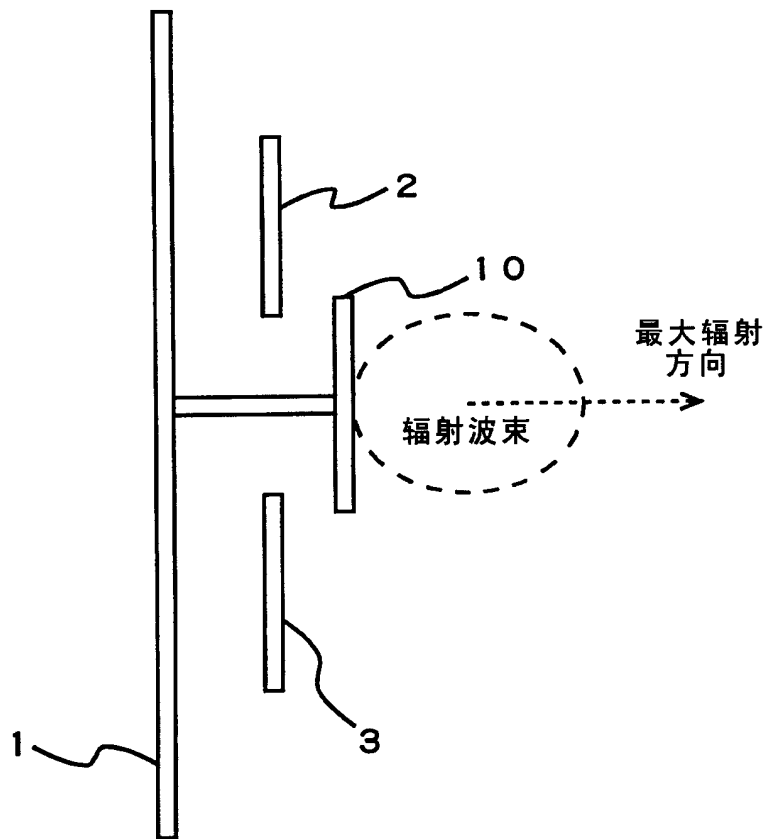


图19

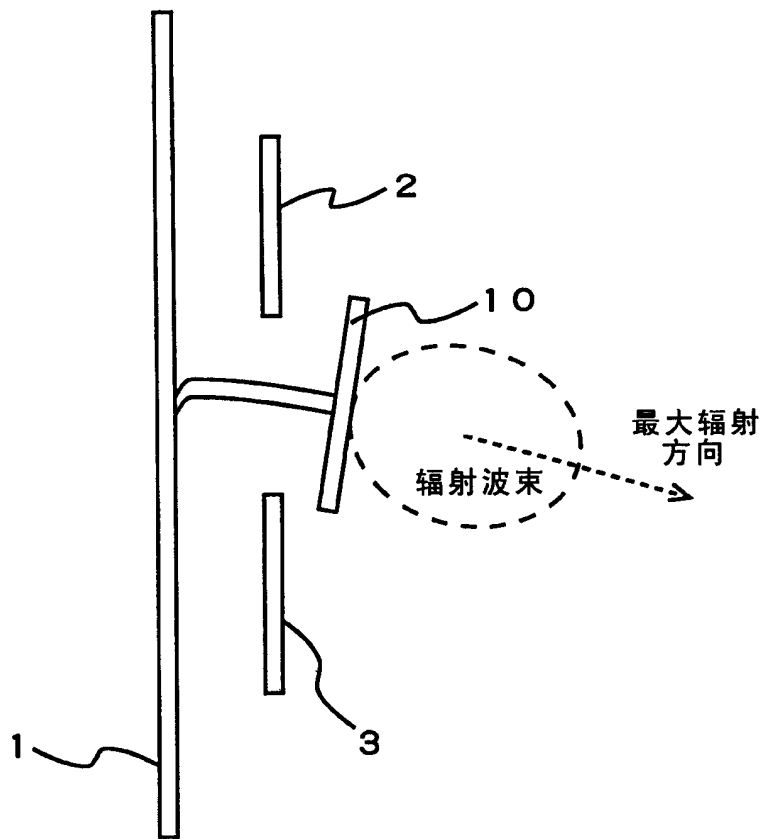


图20

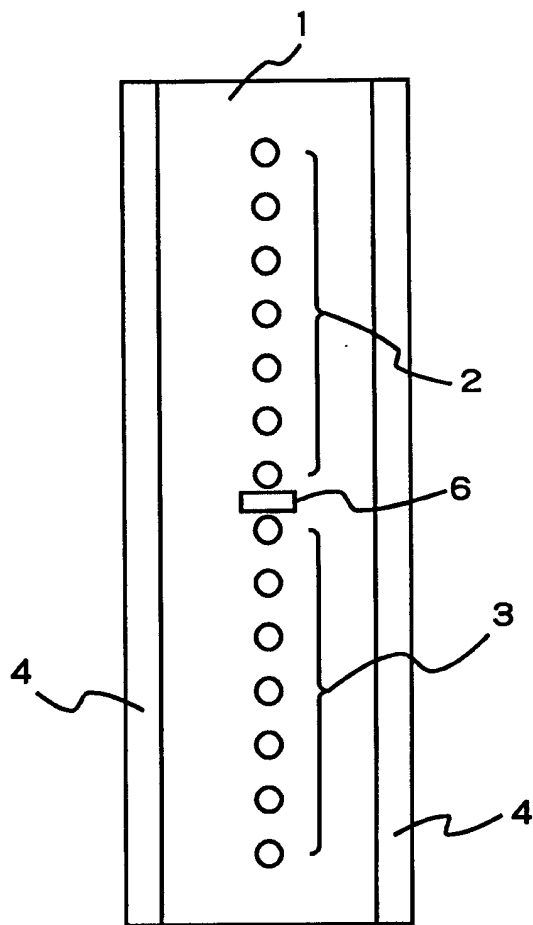


图21

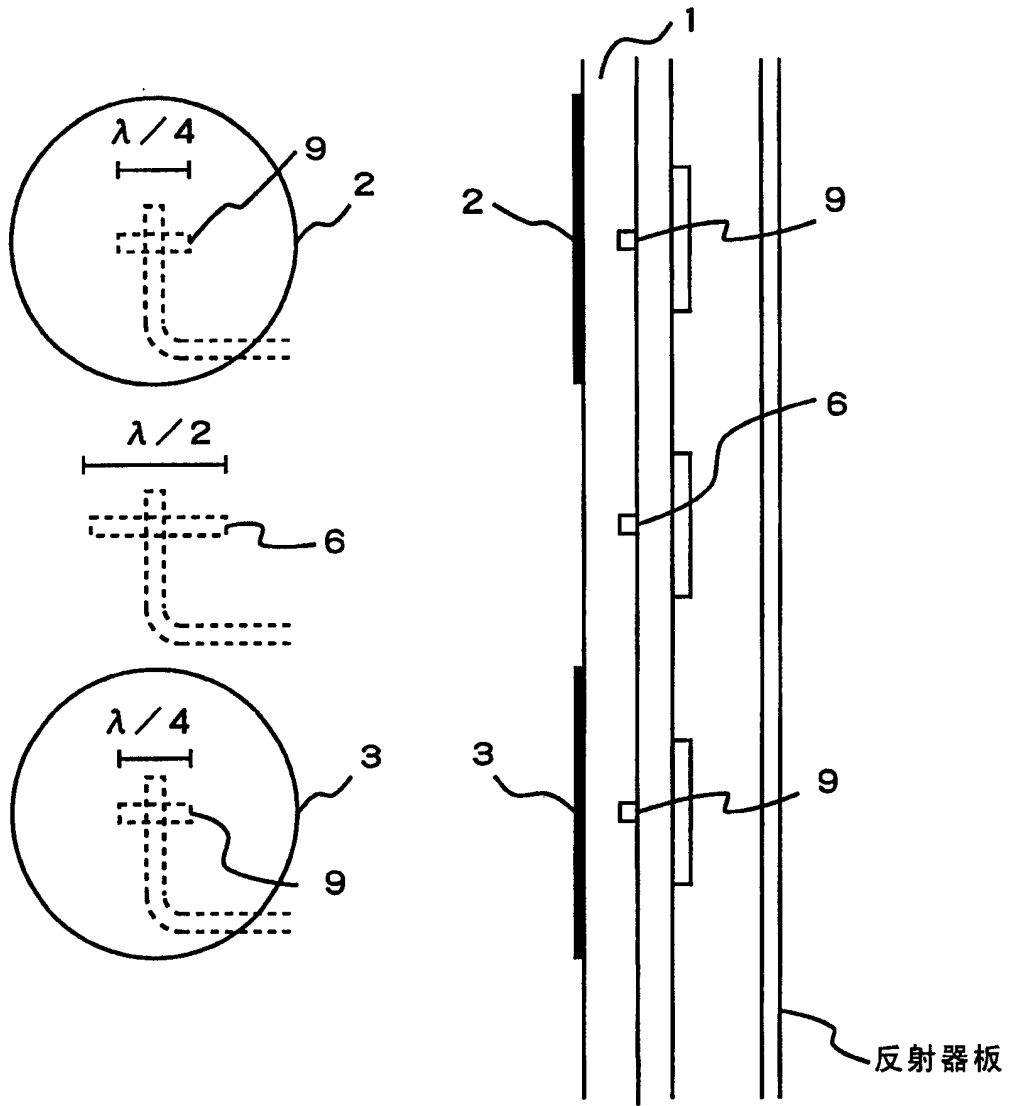


图22

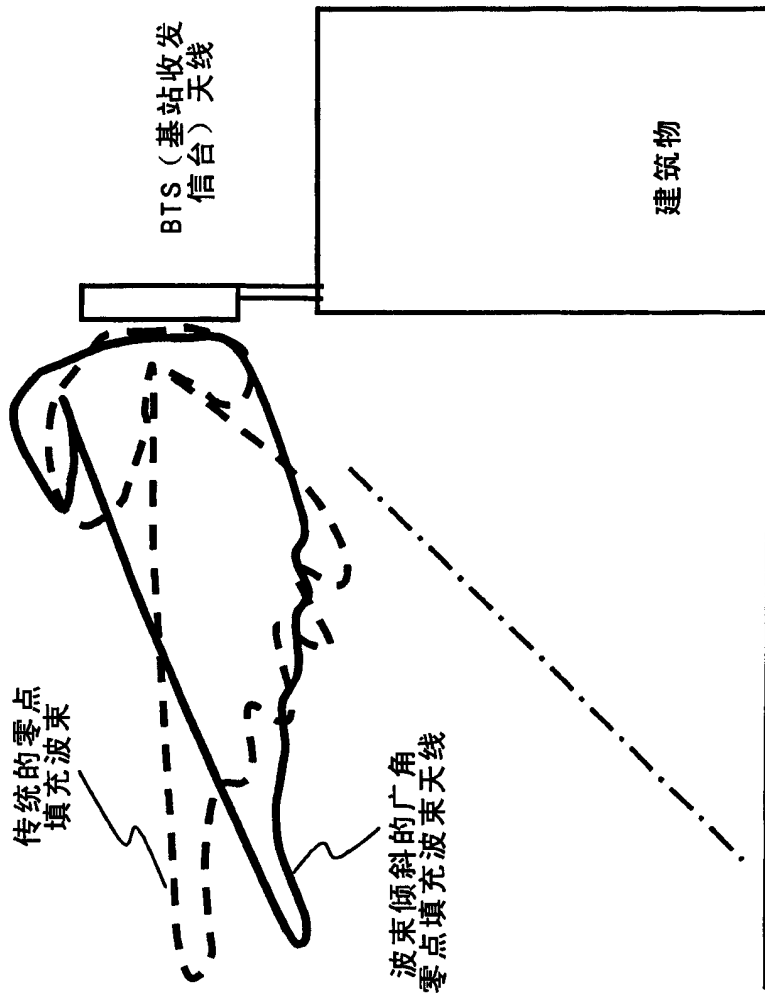


图23

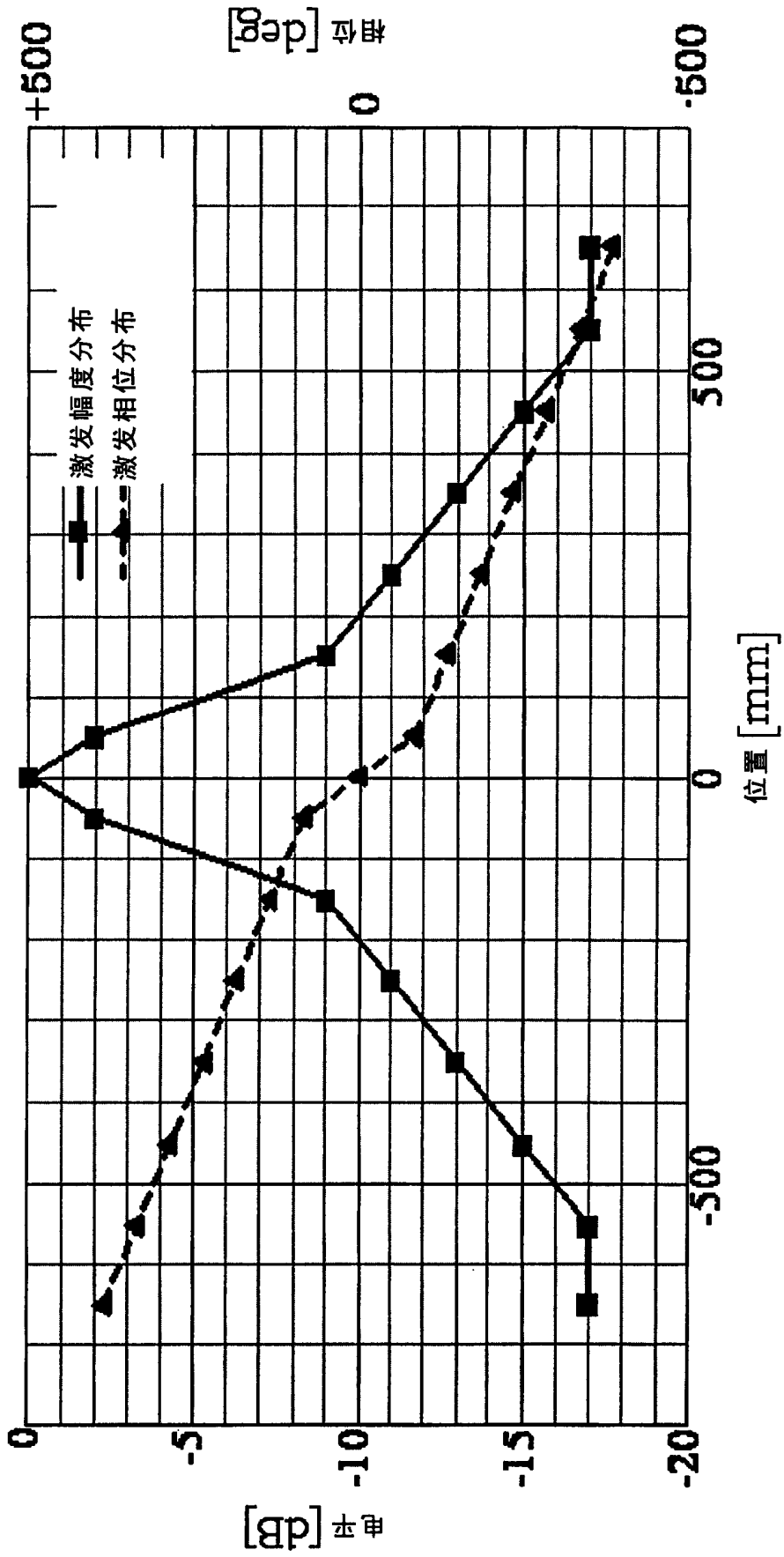


图24

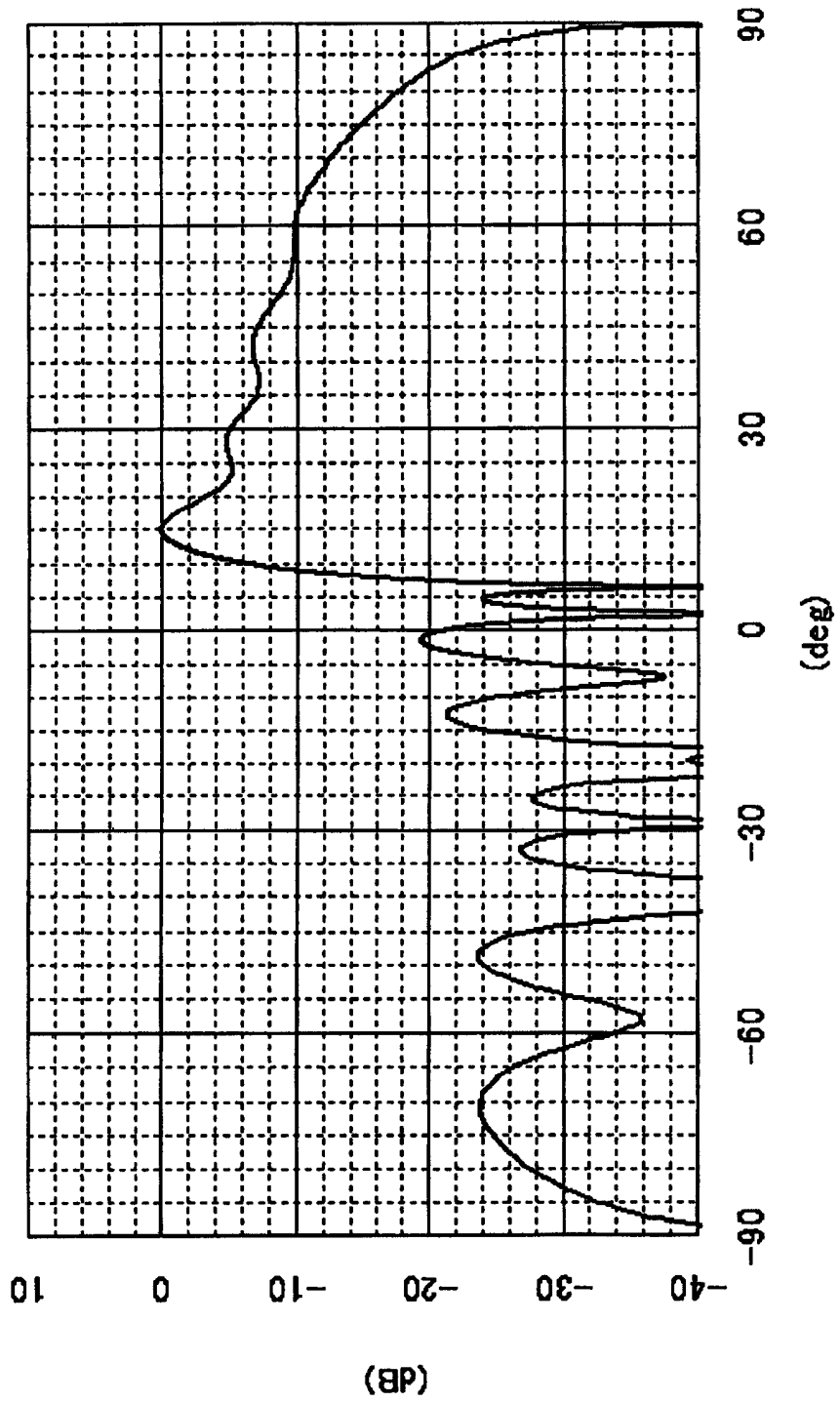


图25

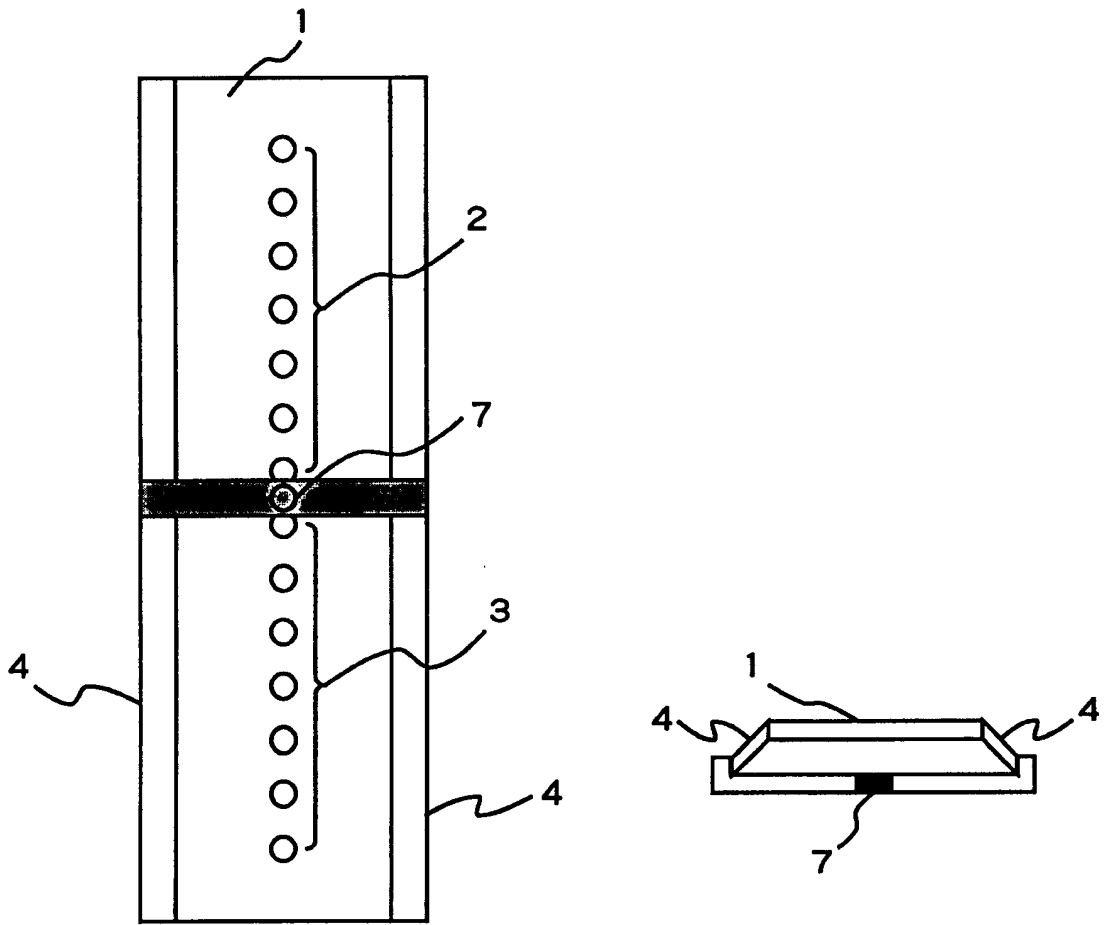


图26

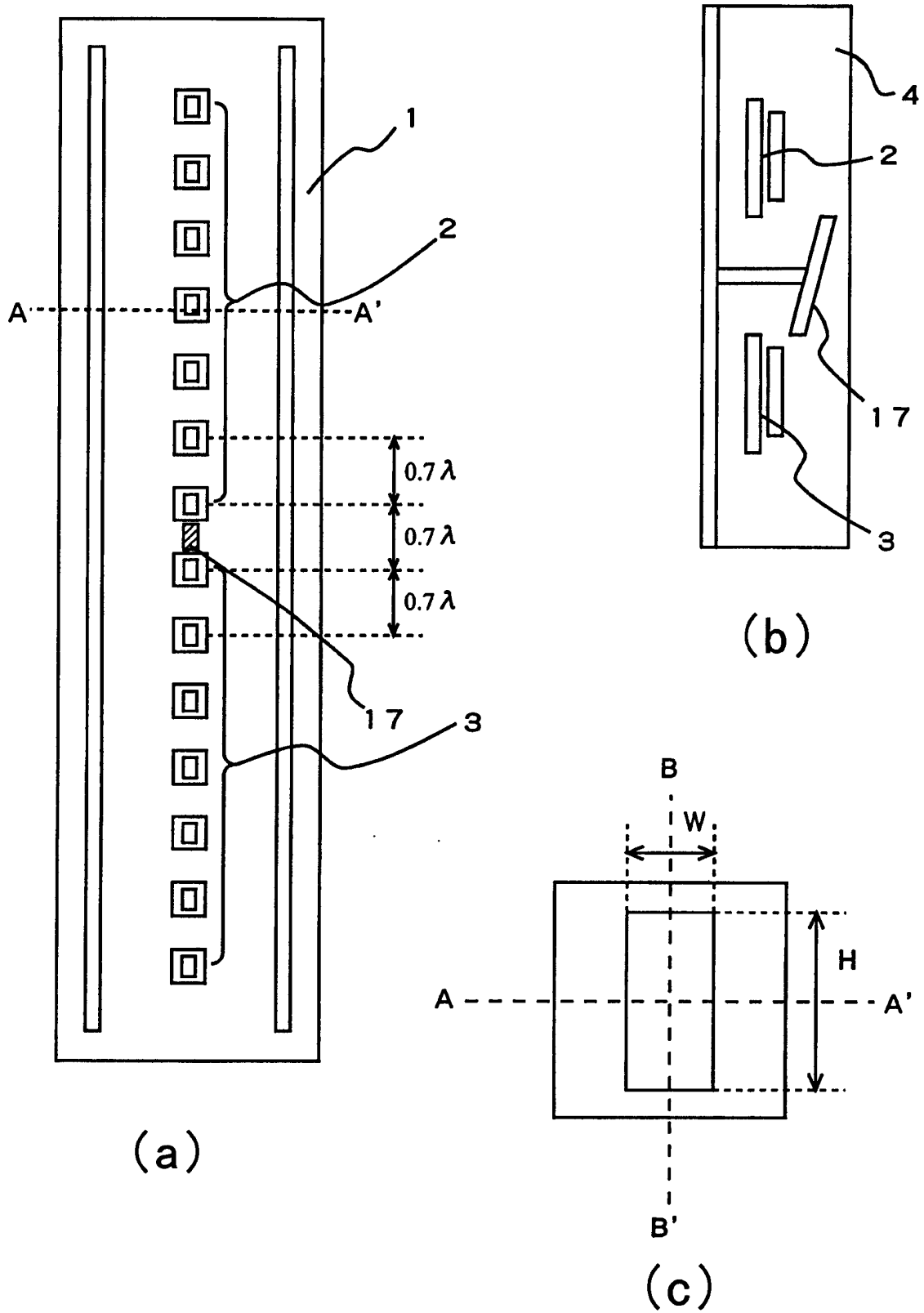


图27

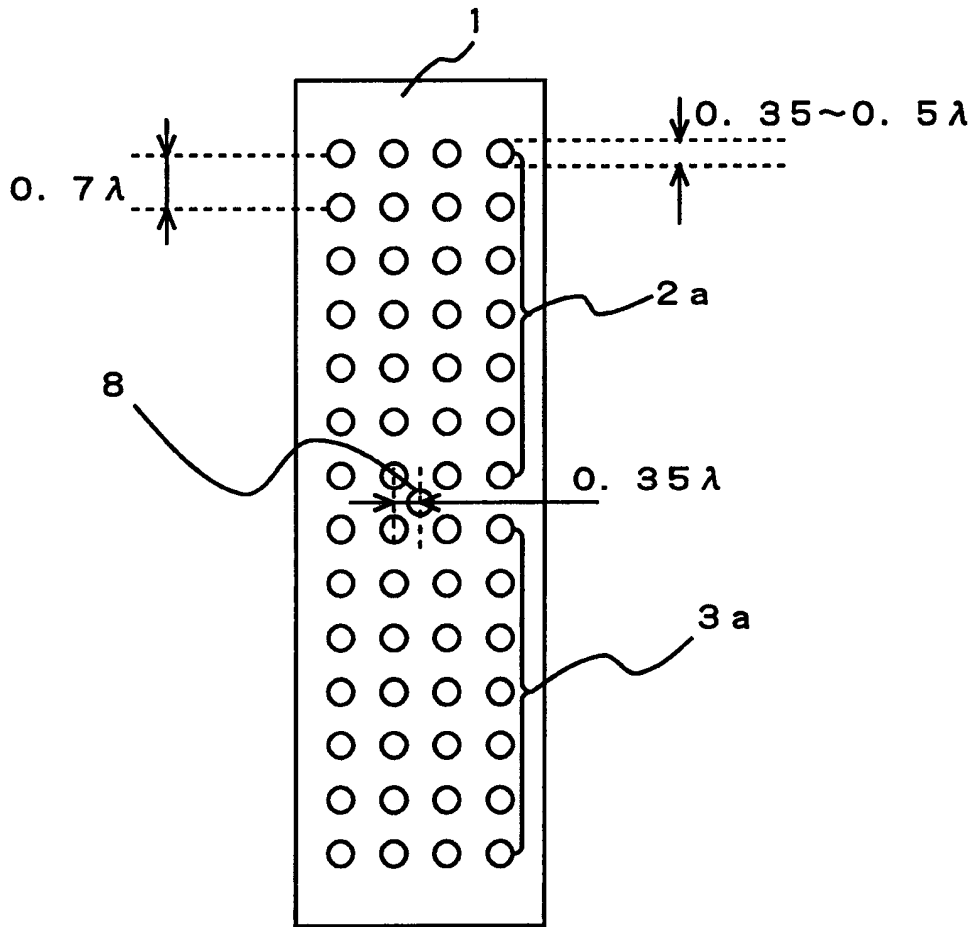


图28

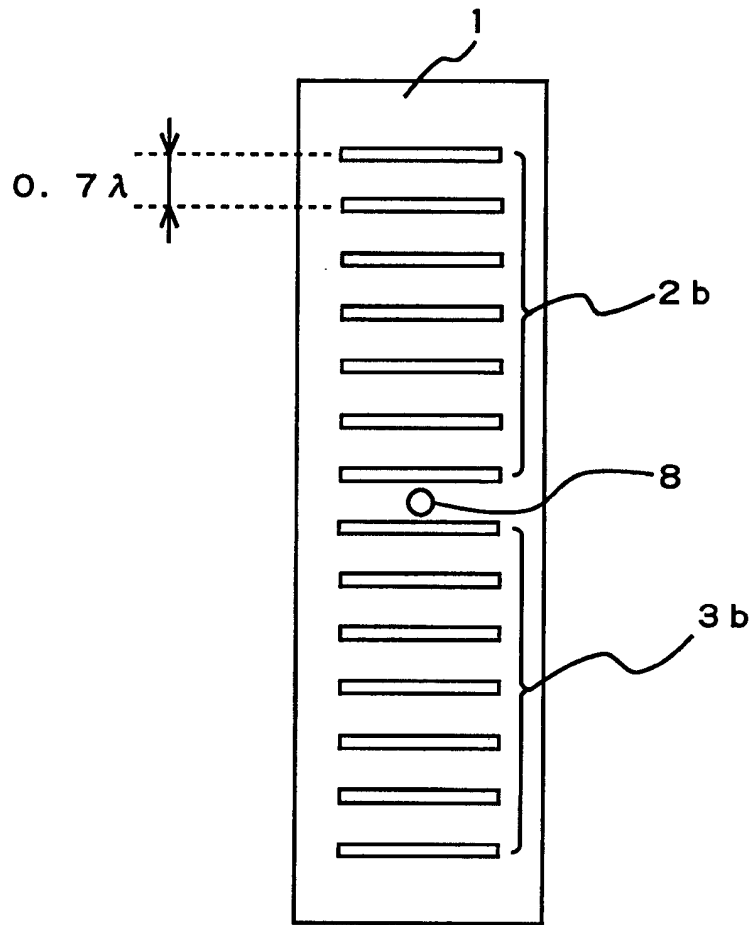


图29

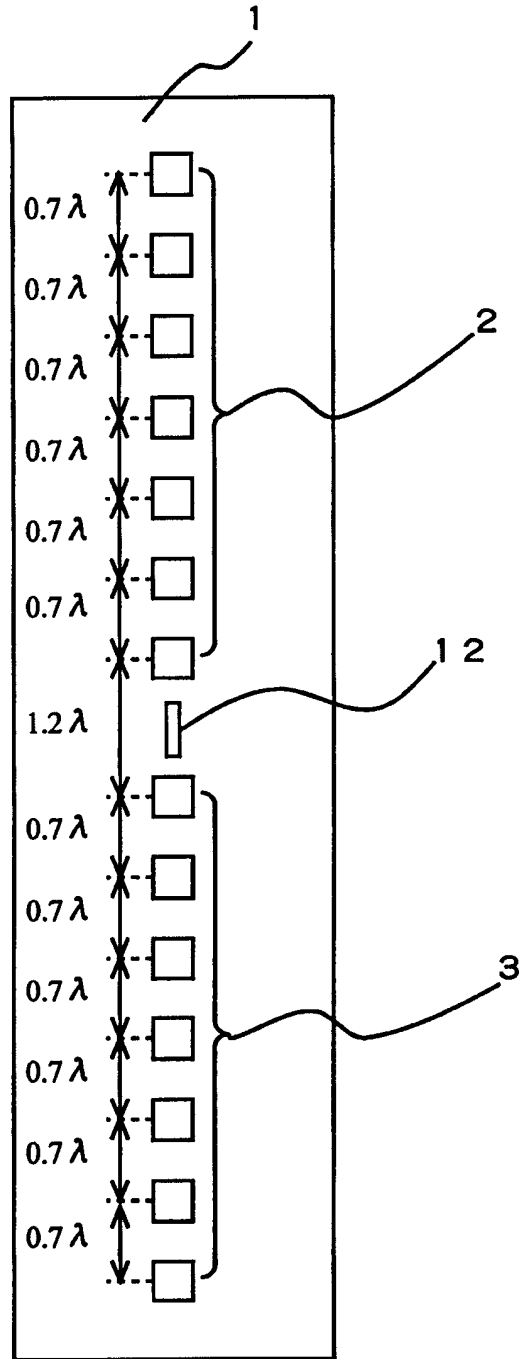


图30

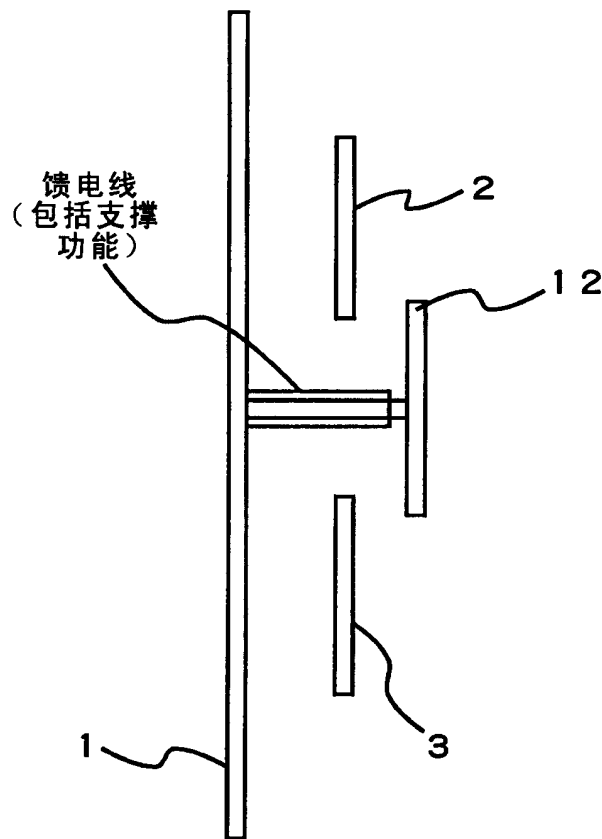


图31

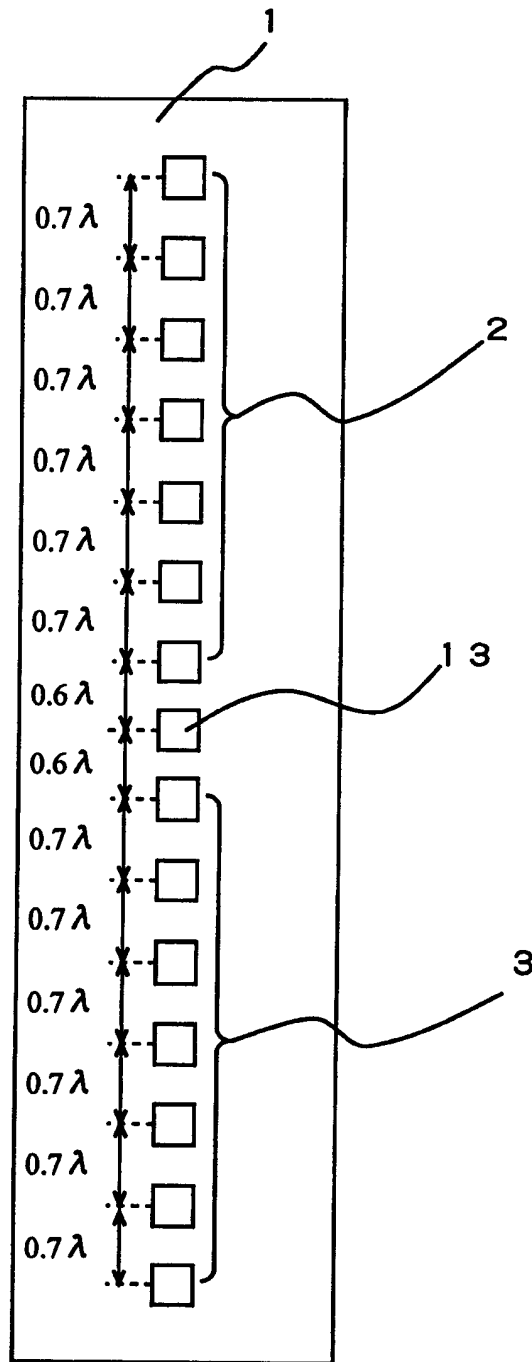


图32

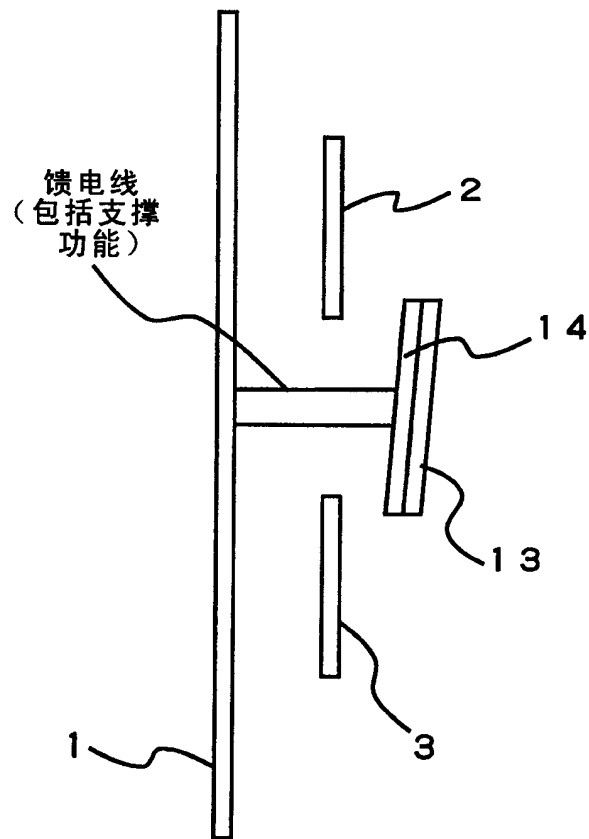


图33

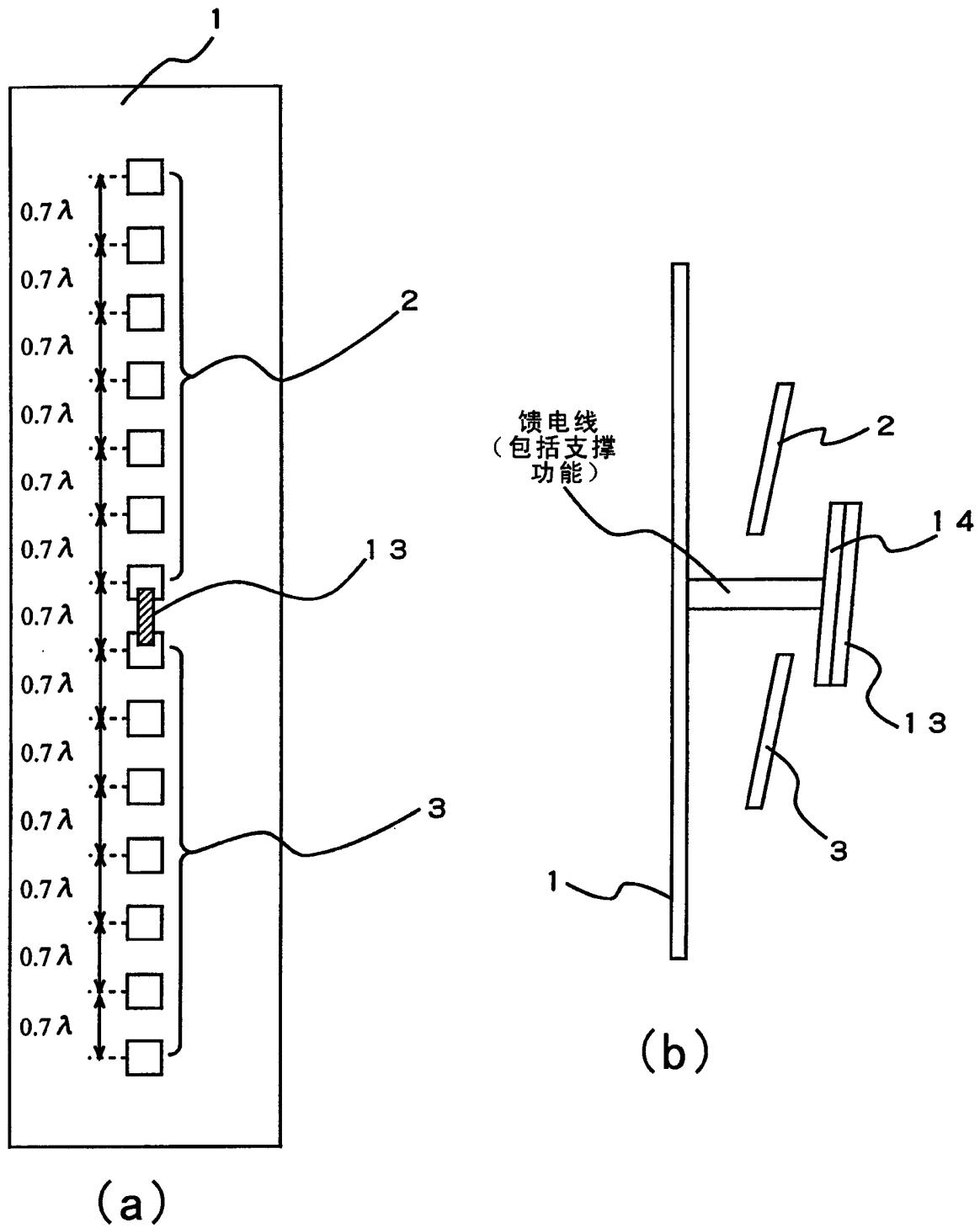


图34

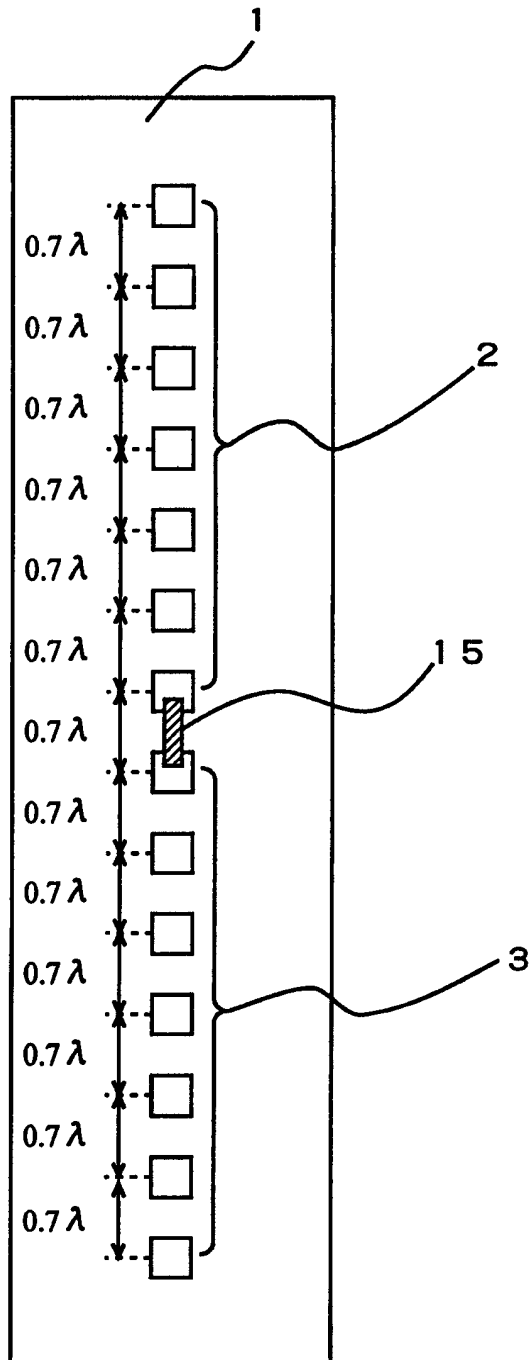


图35

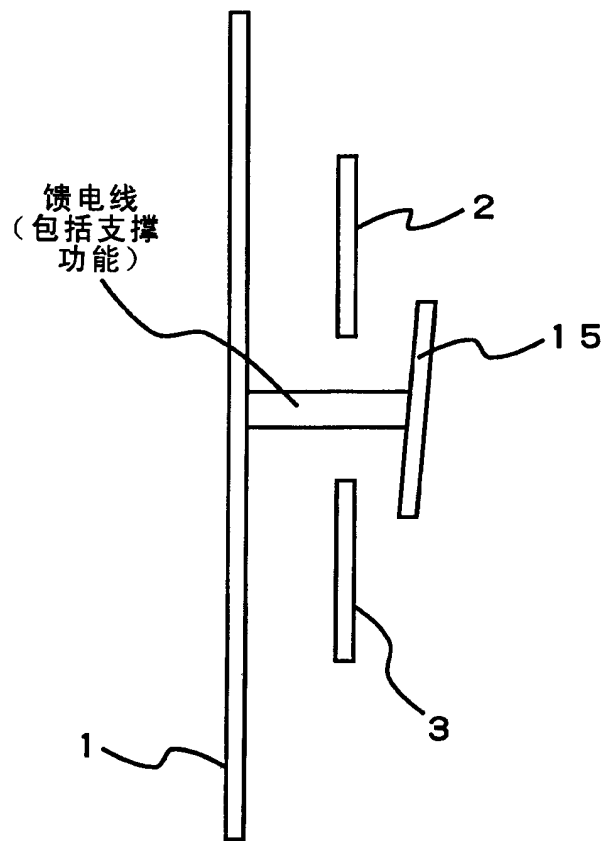


图36

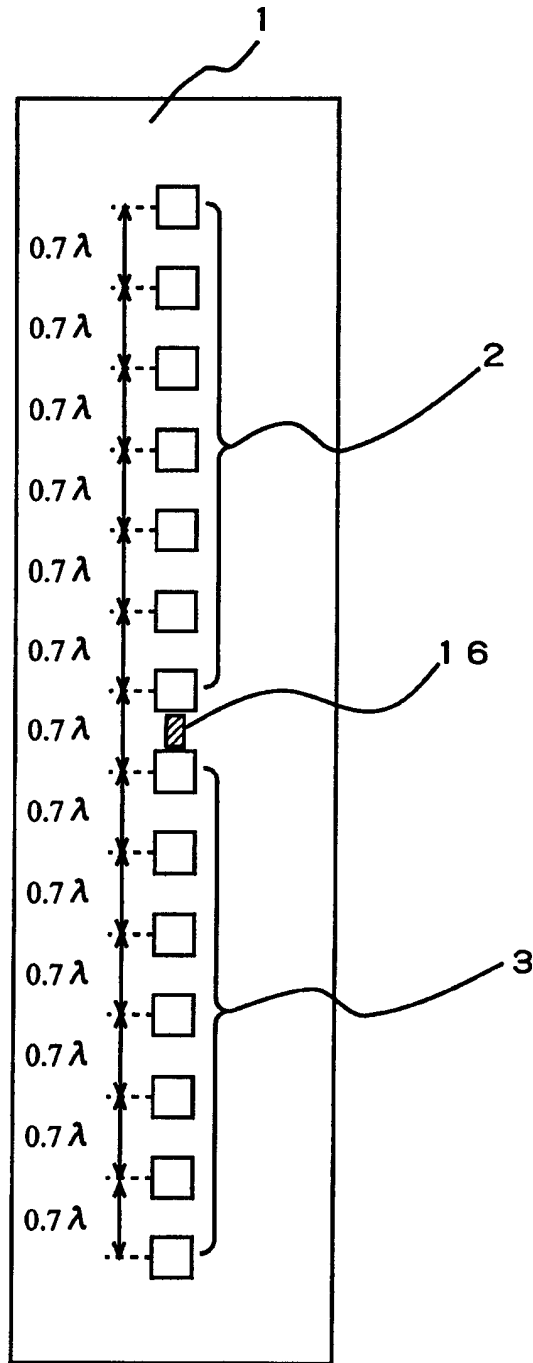


图37

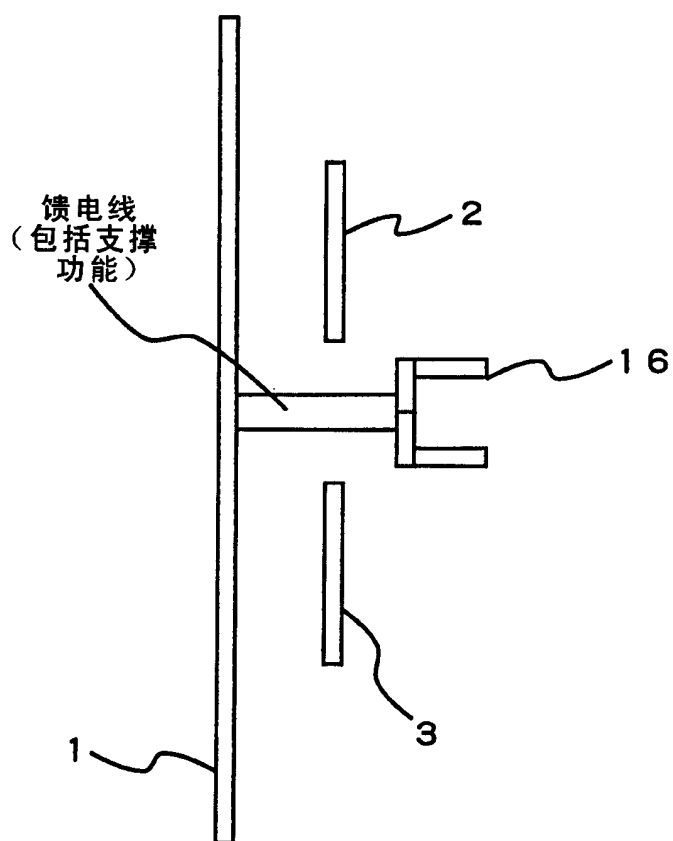


图38

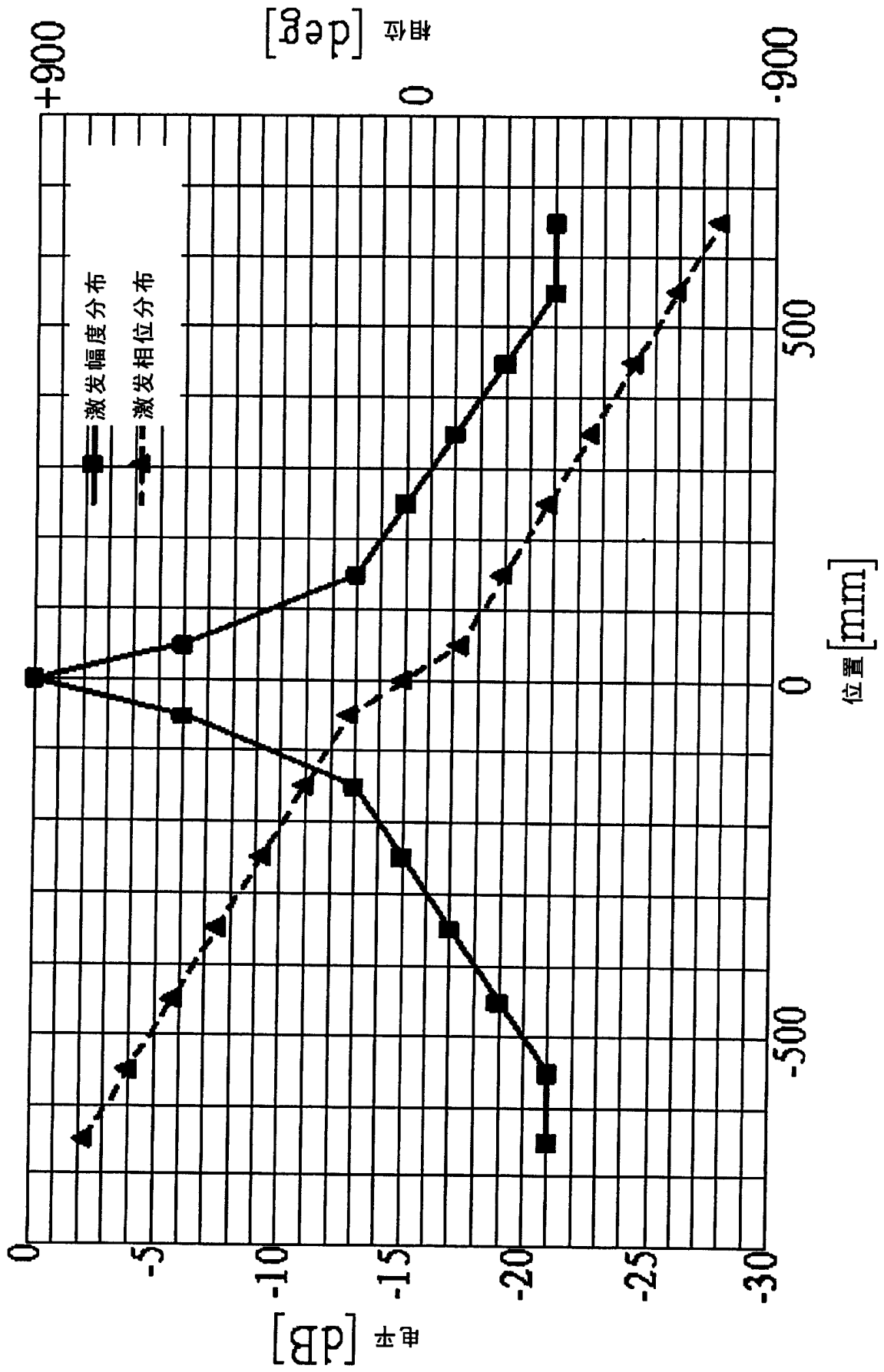


图39

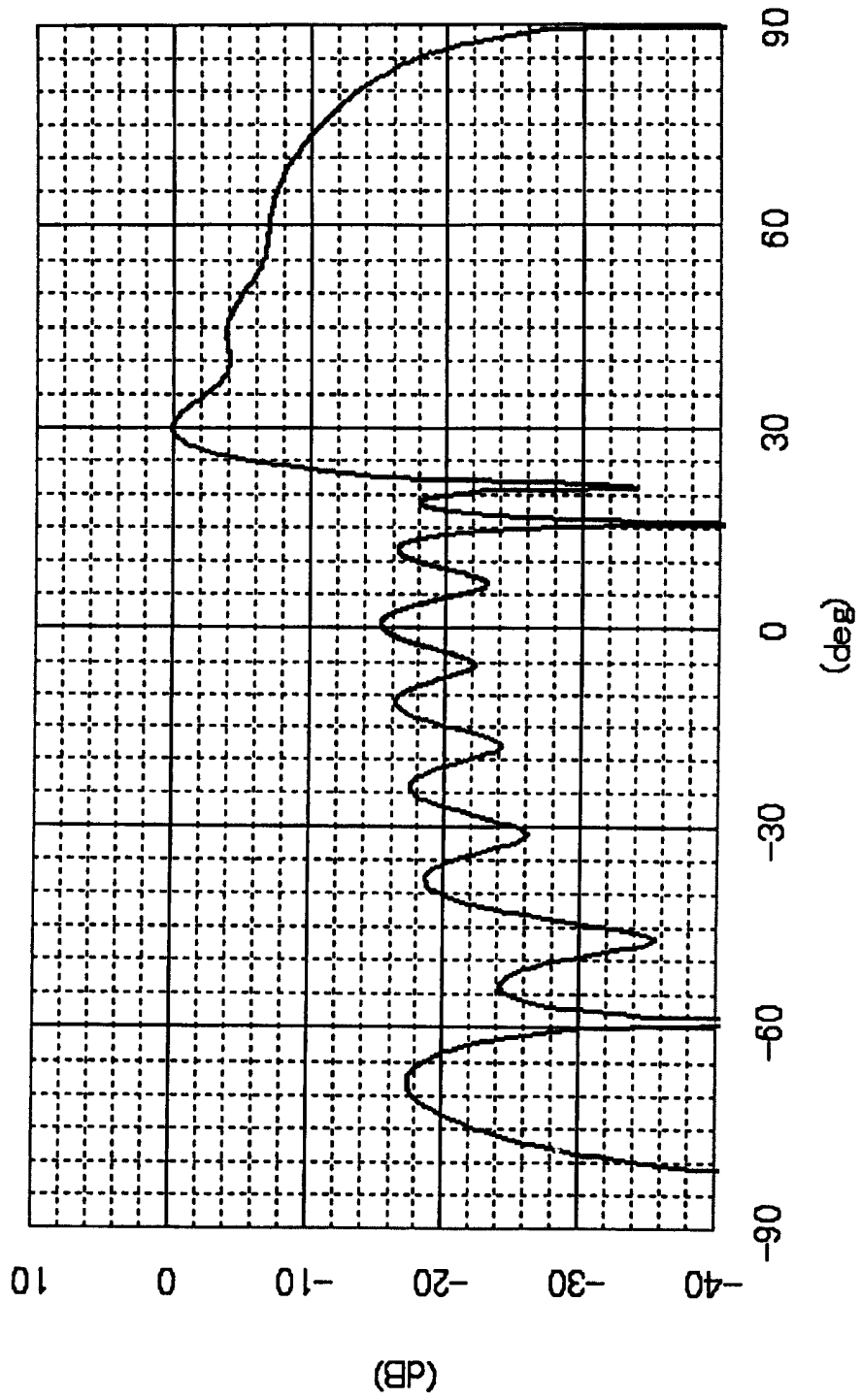


图40

辐射图的相位特性

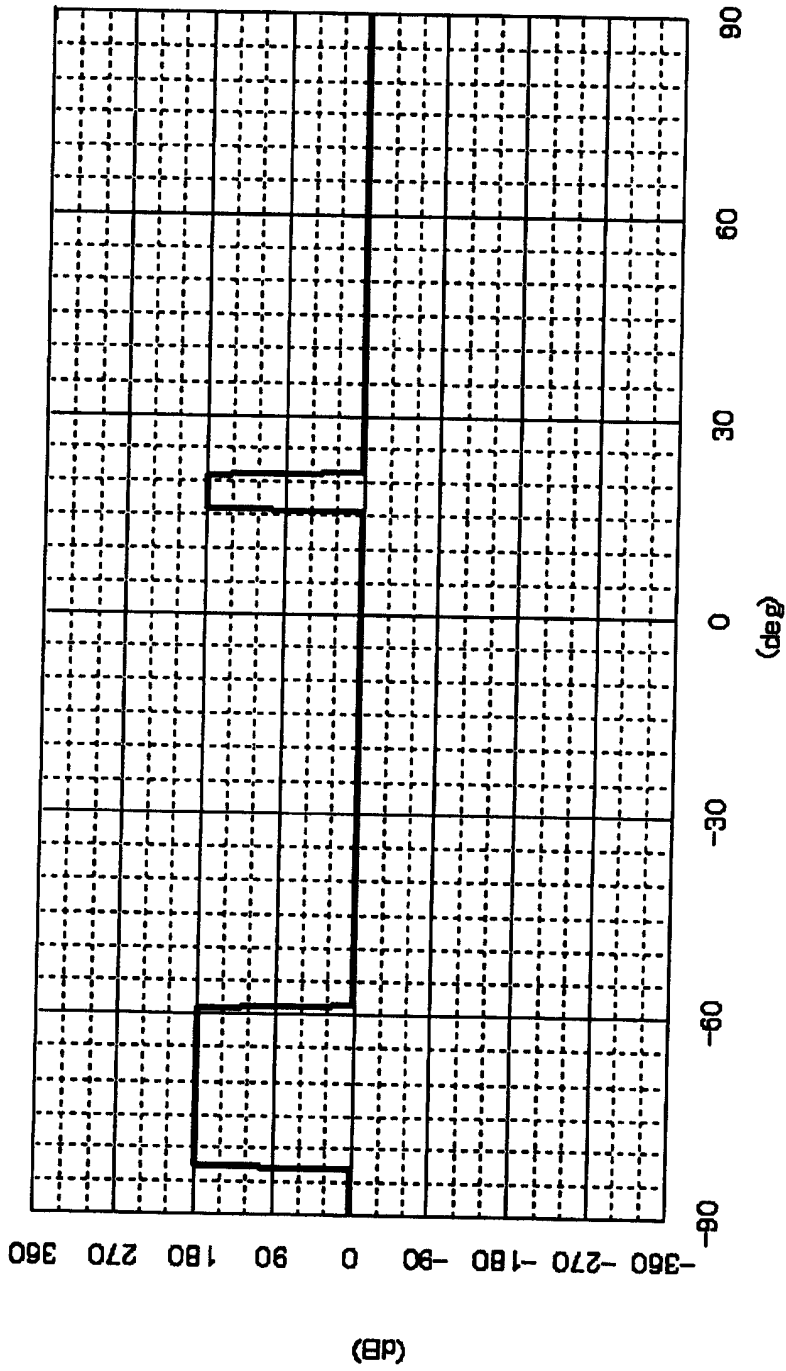


图41

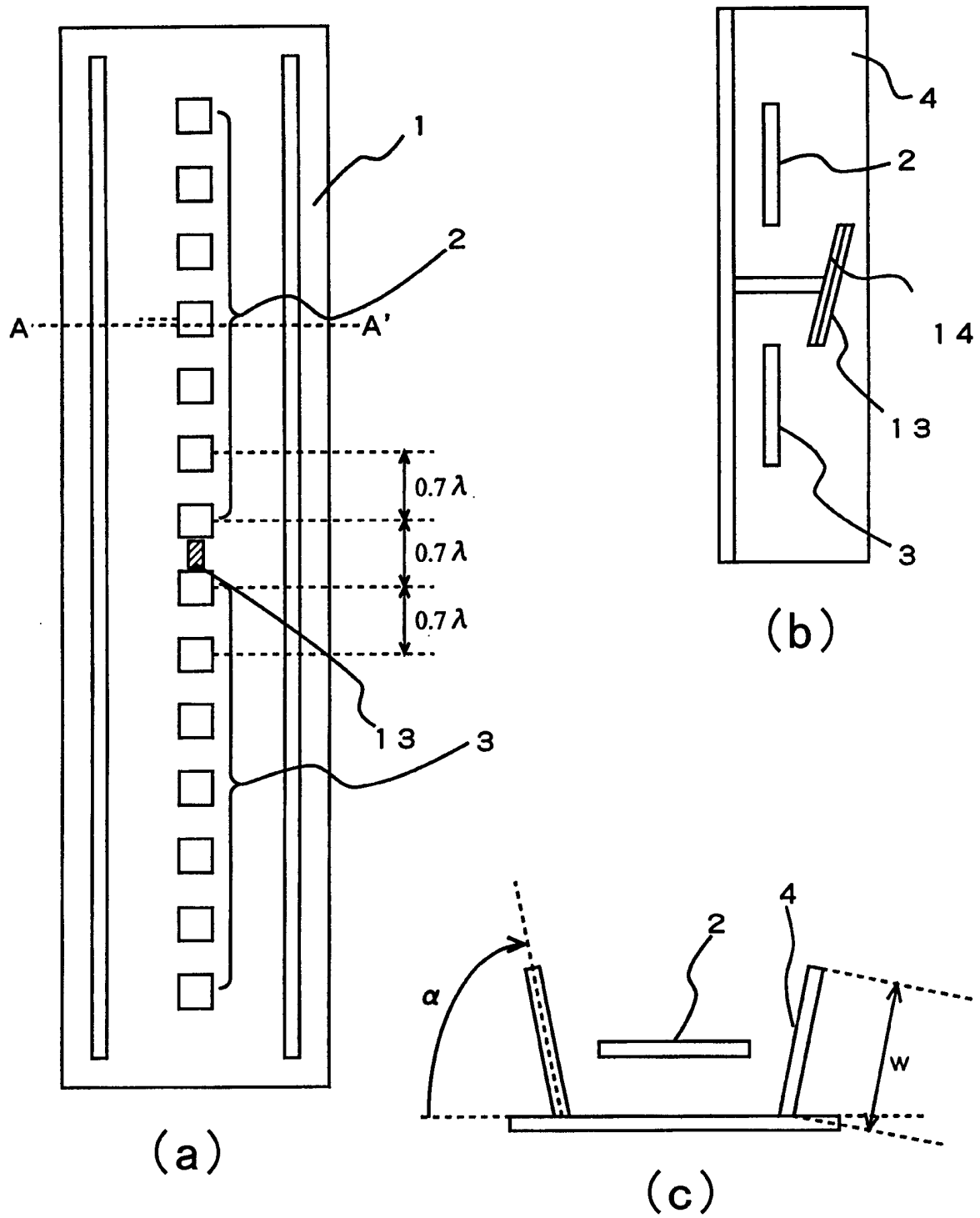


图42

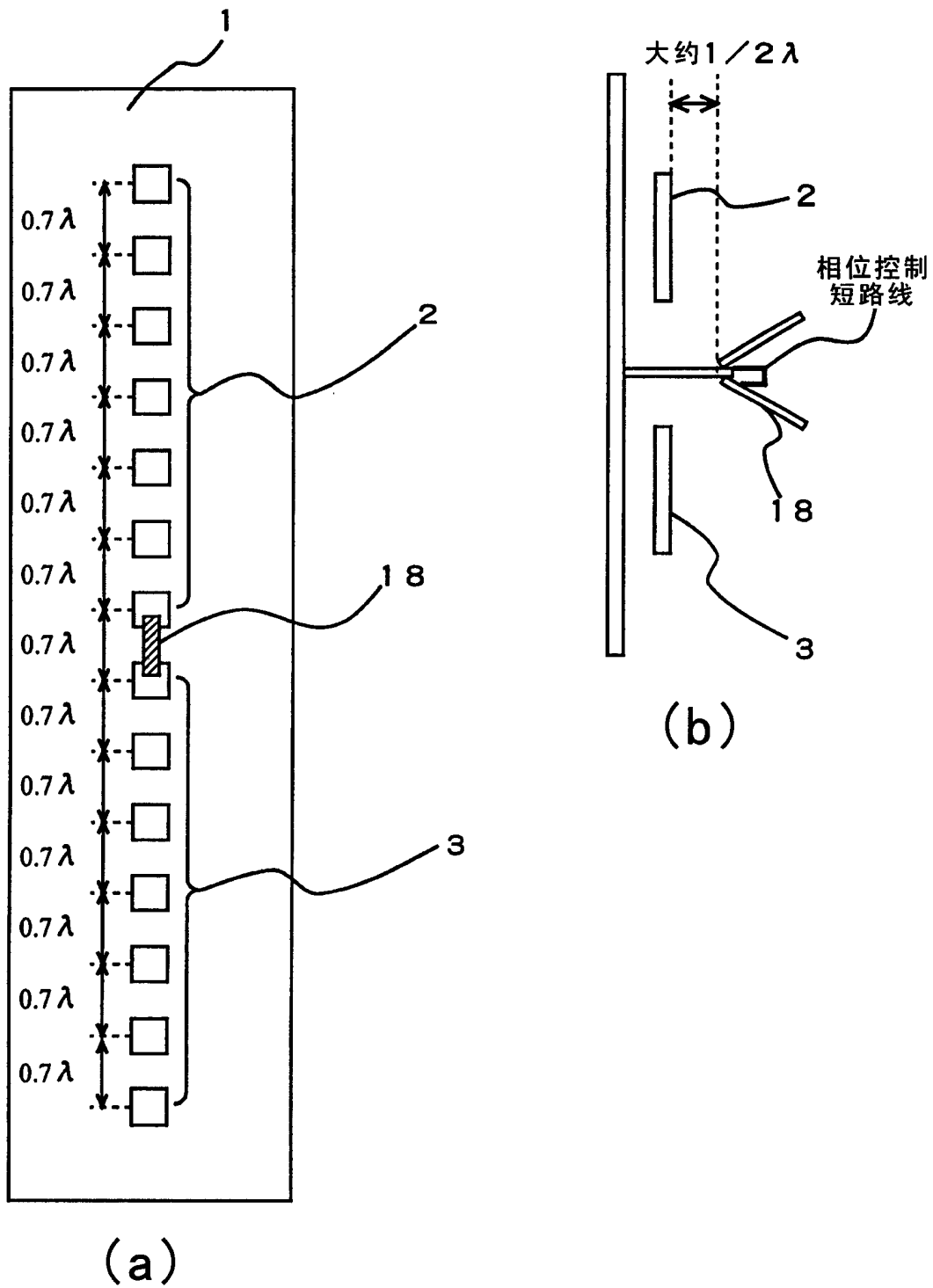


图43

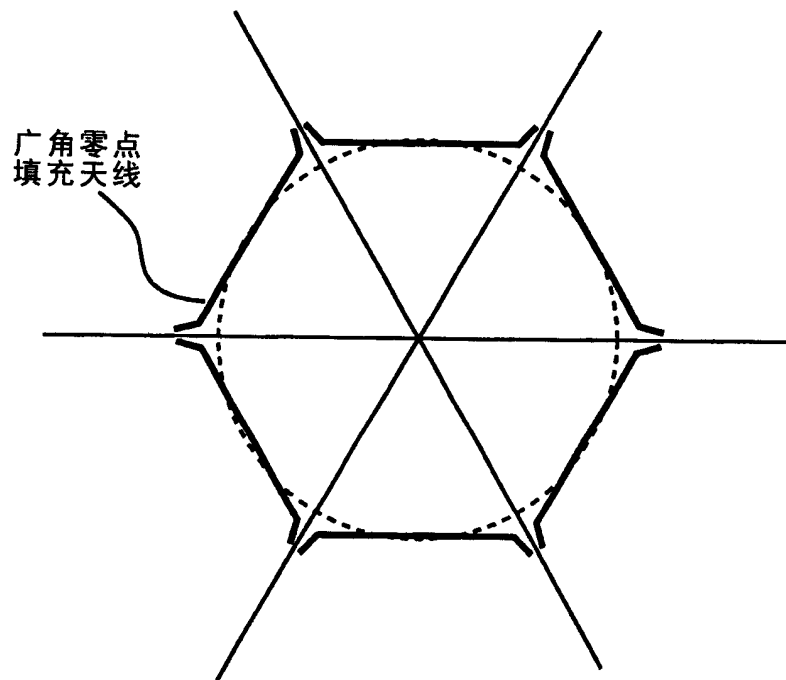


图44

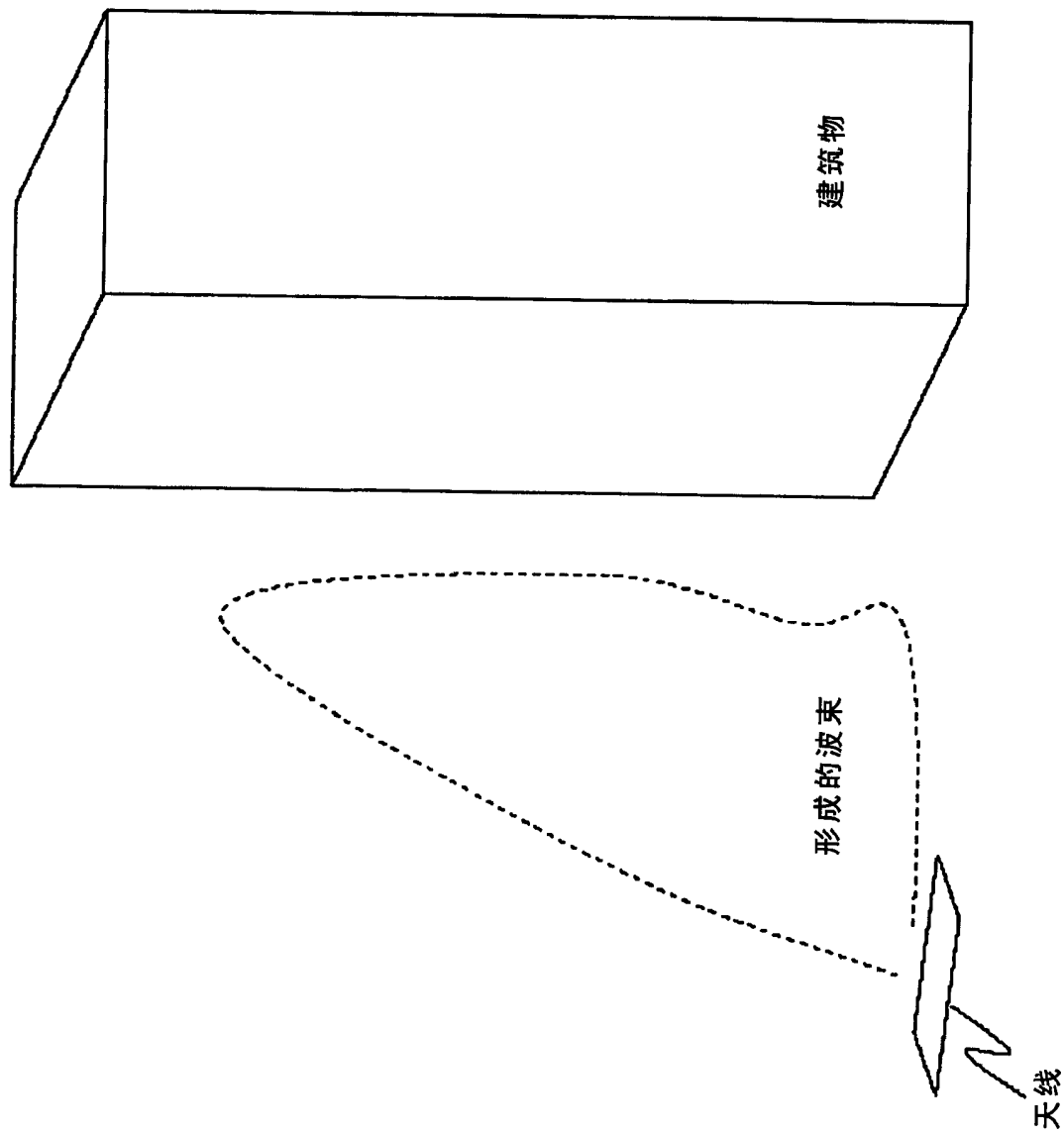


图45

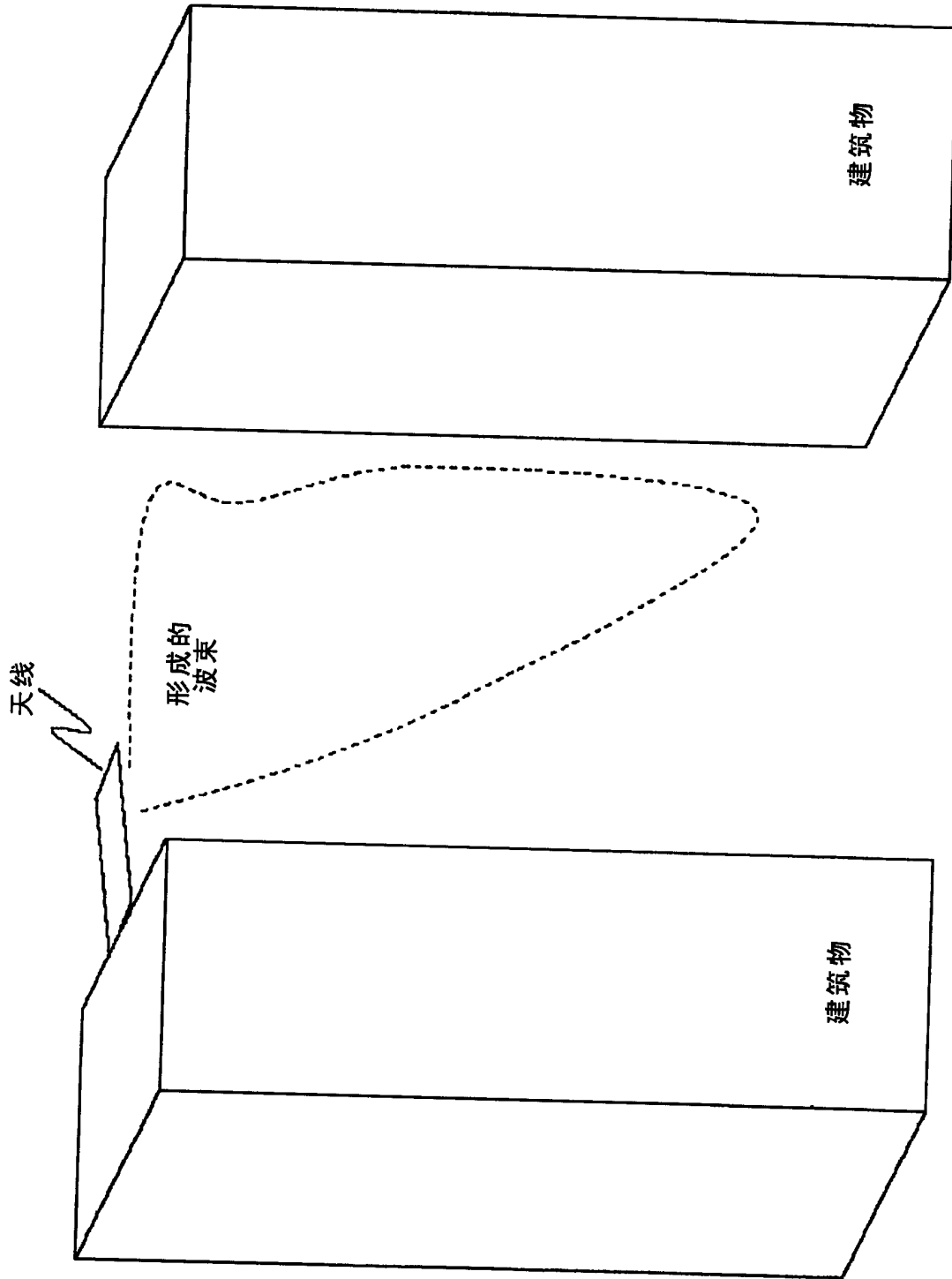


图46