



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105896103 A

(43) 申请公布日 2016. 08. 24

(21) 申请号 201510869350. 6

(22) 申请日 2015. 12. 02

(30) 优先权数据

2015-029660 2015. 02. 18 JP

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 佐藤润二 盐崎亮佑

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张劲松

(51) Int. Cl.

H01Q 21/06(2006. 01)

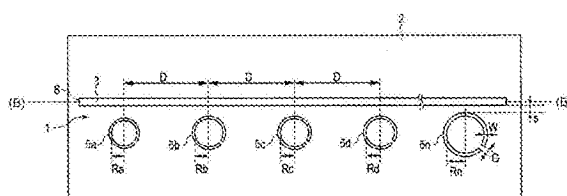
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

阵列天线装置

(57) 摘要

本发明提供一种阵列天线装置,具备:直线形状的供电线路,其设于基板的第一面;多个天线元件,其设于第一面,沿着供电线路以规定的间隔配置,并与供电线路电磁性地耦合;导体板,其设于基板的与第一面不同的第二面,是相对于供电线路及天线元件的地线,多个天线元件包含:第一天线元件,其具有以第一频率共振的形状;第二天线元件,其具有以与第一频率不同的第二频率共振的形状。



1. 一种阵列天线装置, 具备:
直线形状的供电线路, 其设于基板的第一面;
多个天线元件, 其设于所述第一面, 沿着所述供电线路以规定的间隔配置, 并与所述供电线路电磁场性地耦合,
所述多个天线元件包含:
第一天线元件, 其具有以第一频率共振的形状;
第二天线元件, 其具有以与所述第一频率不同的第二频率共振的形状。
2. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述第一频率为所述多个天线元件放射的电波的频率。
3. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述第一天线元件及所述第二天线元件分别通过在圆环的一部分设置切口而形成,
所述第一天线元件的半径与所述第二天线元件的半径不同。
4. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述第一天线元件及所述第二天线元件分别通过在圆环的一部分设置切口而形成,
所述第一天线元件的切口尺寸与所述第二天线元件的切口尺寸不同。
5. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述第一天线元件及所述第二天线元件分别通过在圆环的一部分设置切口而形成,
所述第一天线元件的半径方向的宽度与所述第二天线元件的半径方向的宽度不同。
6. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述第二天线元件设置于要求从所述多个天线元件放射的放射量整体的2%以下的放射量的位置。
7. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述多个天线元件从接近所述供电点的位置起, 按照所述第二天线元件、所述第一天线元件的顺序设置。
8. 如权利要求1所述的阵列天线装置, 其中,
所述多个天线元件还包含第三天线元件, 该第三天线元件具有以与所述第一频率及所述第二频率不同的第三频率共振的形状,
所述第一频率为所述第二频率及所述第三频率之间的频率,
所述第一频率和所述第二频率的差的绝对值与所述第一频率和所述第三频率的差的绝对值大致相等。
9. 如权利要求8所述的阵列天线装置, 其中,
所述第二天线元件和所述第三天线元件沿着所述供电线路交替设置。
10. 如权利要求8所述的阵列天线装置, 其中,
所述第二天线元件的数量和所述第三天线元件的数量相同。

阵列天线装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种放射电波的阵列天线装置。

背景技术

[0002] 作为用于无线通信或无线测位的阵列天线装置,有例如具有微波传输带结构的阵列天线装置。

[0003] 例如,专利文献1中公开有一种微波传输带阵列天线装置,其沿着直线状的供电线路,具备多个矩形状的天线元件。在此,多个矩形状的天线元件分别在相对于供电线路倾斜的方向与供电线路连接。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:(日本)专利第3306592号公报

[0007] 一般而言,在阵列天线装置中,需要抑制放射电波的不必要的辐射(旁瓣side lobe)。为了抑制旁瓣,对构成阵列天线装置的各天线元件的振幅进行加权,调整多个天线元件的振幅分布。例如,多个天线元件中,使中心附近的天线元件的放射量增大,随着从中心到端部,使天线元件的放射量变小。例如,为了将旁瓣相对于期望的放射方向的电波抑制在20dB以上,需要将端部一方的天线元件的放射量相对于从全部天线元件放射的放射量整体调整成1~2%左右较低的放射量。以下,作为相对于从全部天线元件放射的放射量整体的比例,以百分比表示放射量。

[0008] 但是,上述专利文献1的现有技术中,为了将天线元件的放射量降低至1~2%左右,必须将矩形状的天线元件的宽度设为50 μ m以下。但是,在通常的基板加工中的图案蚀刻精度下,难以将天线元件的宽度设为50 μ m以下。

发明内容

[0009] 本发明的非限定的实施例提供一种阵列天线装置,其能通过调整天线元件的共振频率来调整放射量,从而抑制放射电波的旁瓣。

[0010] 本发明一方式的阵列天线装置具备:直线形状的供电线路,其设于基板的第一面;多个天线元件,其设于所述第一面,沿着所述供电线路以规定的间隔配置,并与所述供电线路电磁场性地耦合,所述多个天线元件包含:第一天线元件,其具有以第一频率共振的形状;第二天线元件,其具有以与所述第一频率不同的第二频率共振的形状。

[0011] 这些概括的且特定的方式也可以通过系统、装置及方法的任意组合而实现。

[0012] 根据本发明的一方式,通过调整天线元件的共振频率,可以调整放射量并抑制放射电波的旁瓣。

附图说明

[0013] 图1是表示配置多个通常的阵列天线装置的结构的一例的图;

- [0014] 图2是表示供电线路和天线元件的间隔、放射量的关系的图；
- [0015] 图3(A)、(B)是表示本发明的实施方式1的阵列天线装置的一例的图；
- [0016] 图4是表示天线元件的半径和天线元件的共振频率的关系的图；
- [0017] 图5是表示天线元件的半径和天线元件的放射量的关系的图；
- [0018] 图6(A)、(B)是表示本发明的实施方式1的阵列天线装置的另一例的图；
- [0019] 图7是表示天线元件的切口部的宽度和天线元件的共振频率的关系的图；
- [0020] 图8是表示天线元件的切口部的宽度和天线元件的放射量的关系的图；
- [0021] 图9是表示天线元件的宽度和天线元件的共振频率的关系的图；
- [0022] 图10是表示天线元件的宽度和天线元件的放射量的关系的图；
- [0023] 图11(A)、(B)是表示本发明实施方式2的阵列天线装置的一例的图；
- [0024] 图12(A)、(B)是表示本发明实施方式2的阵列天线装置的另一例的图。
- [0025] 符号说明
- [0026] 1、1'、7、7'、10、10' 阵列天线装置
- [0027] 2、20 基板
- [0028] 3、30 供电线路
- [0029] 4 导体板
- [0030] 5a~5n、5'a~5'd、50a~50n、50'a~50'n 天线元件
- [0031] 6、60 输入端子

具体实施方式

[0032] (完成本发明的经过)

[0033] 首先,对完成本发明的经过进行说明。

[0034] 图1表示配置多个通常的阵列天线装置10的结构的一例。图1所示的阵列天线装置10具有供电线路30、多个天线元件50a~50n及输入端子60。图1表示具有与阵列天线装置10相同结构的阵列天线装置10'从阵列天线装置10离开间隔Dp并设于基板20的一面的例子。

[0035] 基板20是例如双面覆铜基板。供电线路30构成形成于基板20的另一面的导体板(未图示)和微波传输带线路,并通过具有成为规定的特性阻抗那样的线路宽度的铜箔图案等形成。

[0036] 各天线元件50a~50n是局部具有切口的环形状的元件,沿着供电线路30以一定间隔配置。更详细而言,天线元件50a~50n以各天线元件50a~50n的环形状的中心沿着供电线路30为一定间隔的方式配置。另外,各天线元件50a~50n具有宽度W。

[0037] 另外,天线元件50a~50n分别与供电线路30离开间隔S'而设置,并与供电线路30电磁场性地耦合。供电线路30通过与天线元件50a~50n的电磁场性的耦合(电磁耦合),向天线元件50a~50n供给电流。通过调整各天线元件50a~50n和供电线路30的间隔S',可控制各天线元件50a~50n的放射量。

[0038] 调整各天线元件50a~50n的环形状,使各天线元件50a~50n以期望的频率共振。例如,在期望的频率为放射电波的频率即79GHz的情况下,将各天线元件50a~50n的内周侧的半径Rn设为约0.48mm。

[0039] 图1所示那样的阵列天线装置10通过调整供电线路30和各天线元件50a~50n的间

隔 S' 来控制放射量,而得到成为期望的辐射图案(beam pattern)的放射电波。

[0040] 图2是表示供电线路30和各天线元件50a~50n的间隔 S' 与放射量的关系的图。图2的横轴表示供电线路30和各天线元件50a~50n的间隔 S' ,纵轴表示放射量。

[0041] 如图2所示,间隔 S' 越大,放射量越小,间隔 S' 成为0.5mm左右时,放射量成为2%以下。

[0042] 另一方面,在图1所示的结构中,为了抑制由于两个阵列天线装置10及10'的放射电波干扰而产生的栅瓣(grating lobe),需要将供电线路30和供电线路30'的间隔 D_p 设为放射电波的波长的半波长左右。

[0043] 例如,在放射电波的频率为79GHz的情况下,半波长成为约1.9mm。即,在图1所示的结构中,在放射79GHz的频率的电波的情况下,需要将间隔 D_p 设为约1.9mm。

[0044] 如上述中说明,在图1所示的结构中,在放射79GHz的频率的电波的情况下,需要将间隔 D_p 设为约1.9mm,将天线元件50a~50n的半径设为约0.48mm。在该情况下,例如,为了将天线元件50a的放射量抑制在2%以下,若将天线元件50a和供电线路30的间隔 S' 设为0.5mm左右,则在天线元件的宽度 W 为0.1mm的情况下,天线元件50a和阵列天线装置10'的供电线路30'的间隔 S'' 成为0.24mm。即,在该结构中,若将天线元件50a的放射量抑制在2%以下,则与天线元件50a和供电线路30的耦合相比,天线元件50a和供电线路30'的耦合一方变强。

[0045] 另一方面,与天线元件50a和供电线路30的耦合相比,为了进一步抑制天线元件50a和供电线路30'的耦合,若将间隔 S' 设为0.3mm以下,则如图2所示,难以将天线元件的放射量设为4%以下。

[0046] 在此,着眼于以使天线元件的共振频率偏离期望的频率的方式设计天线元件的形状,由此,可调整天线元件的放射量,并完成本发明。

[0047] (实施方式1)

[0048] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式1。此外,以下说明的各实施方式为一例,本发明并不限于这些实施方式。

[0049] 图3表示本发明实施方式1的阵列天线装置1的一例。图3(A)是阵列天线装置1的平面图,图3(B)是图3(A)的(B)-(B)的剖面图。

[0050] 图3所示的阵列天线装置1具有:基板2、供电线路3、导体板4、多个天线元件5a~5n、输入端子6。

[0051] 基板2为例如双面覆铜基板。供电线路3在基板2的一面通过铜箔图案等而形成。导体板4形成于基板2中形成有供电线路3的面的相反面上且是相对于供电线路3及天线元件5a~5n的地线。供电线路3和导体板4构成微波传输带线路。

[0052] 输入端子6是阵列天线装置1的供电点。从输入端子6供电的电流在供电线路3中流过并从供电线路3供给至天线元件5a~5n。

[0053] 各天线元件5a~5n沿着供电线路3以一定间隔 D 配置于形成有供电线路3的基板2的面上。各天线元件5a~5n是在圆环的一部分具有切口的环形状的元件。更详细而言,天线元件5a~5n以各天线元件5a~5n的环形状的中心沿着供电线路3成一定间隔 D 的方式配置。

[0054] 另外,各天线元件5a~5n的外周长度是天线元件5a~5n的共振频率的约1个波长。即,天线元件5a~5n的半径根据共振频率不同而不同。

[0055] 各天线元件5a~5n具有切口,该切口具有圆环的圆周方向的宽度 G 。切口设于连结

天线元件的中心和切口的大致中央的直线与供电线路3构成的角成为 45° 的位置。

[0056] 此外,各天线元件5a~5n具有的切口位置不限于此。

[0057] 各天线元件5a~5n从供电线路3离开间隔S而设置,并与供电线路3电磁场性地耦合。供电线路3通过与天线元件5a~5n的电磁场耦合,而向天线元件5a~5n供给电流。通过调整各天线元件5a~5n和供电线路3的间隔S,可控制各天线元件5a~5n的放射量。

[0058] 天线元件5a~5n的从各自的中心到内周的半径为 $R_a \sim R_n$ 。根据各天线元件50a~50n的环形状的半径,决定各天线元件共振的频率。

[0059] 本实施方式中,阵列天线装置1以使设于接近输入端子6的位置的天线元件5a~5d的放射量比设于远离输入端子6的位置的天线元件5n的放射量更低的方式调整,而放射抑制了旁瓣的成为期望的辐射图案的电波。以下,对天线元件5a~5d的放射量的调整方法进行说明。

[0060] 天线元件5a~5n中,设于比天线元件5d更远离输入端子6的位置的天线元件5n(以下,记载为第一天线元件)的形状以共振频率成为放射电波的频率(以下,记载为第一频率)的方式调整。另一方面,设于接近输入端子6的位置的各天线元件5a~5d(以下,记载为第二天线元件)的形状以共振频率成为与第一频率偏差 Δf 的频率(以下,记载为第二频率)的方式调整。

[0061] 具体而言,如图3所示,使第二天线元件的半径(即,天线元件5a~5d的半径 $R_a \sim R_d$)比第一天线元件的半径(即,天线元件5n的半径 R_n)小。由此,第二频率比第一频率高 Δf (>0)。

[0062] 通过该结构,将第二天线元件的放射量调整成2%以下较低的放射量。以下,以第二天线元件中的天线元件5a为例,对天线元件5a的半径 R_a 和放射量的关系进行说明。

[0063] 图4表示天线元件5a的半径 R_a 和天线元件5a的共振频率的关系。图4的横轴表示半径 R_a ,纵轴表示共振频率。如图4所示,天线元件5a的共振频率可以通过调整天线元件5a的半径 R_a 而改变。

[0064] 图5表示天线元件5a的半径 R_a 和天线元件5a的放射量的关系。图5的横轴与图4同样表示半径 R_a ,纵轴表示放射量。图5所示的放射量是,以从输入端子6供给用于放射79GHz的电波的电流,且最大的放射量成为7.7%左右的方式调整供电线路3和天线元件5a的间隔S时的、相对于各半径的放射量。

[0065] 如图4及图5所示,可以通过调整天线元件5a的半径 R_a 且改变共振频率而调整天线元件5a的放射量。例如,可以如图5所示将半径设为0.45mm以下,由此,得到约2%以下较低的放射量。

[0066] 天线元件5b~5d也与天线元件5a同样,通过调整半径,可以得到较低的放射量。

[0067] 如上述中进行的说明,通过使第二天线元件的半径比第一天线元件的半径小,可以改变第二天线元件的共振频率而调整成较低的放射量。通过该结构,图3所示的阵列天线装置1可以放射抑制了旁瓣的期望的辐射图案的电波。

[0068] 此外,图3所示的结构中,天线元件5a~5d为相同的形状,但天线元件5a~5d也可以为分别不同的共振频率即不同的半径。

[0069] 另外,即使通过图4所示那样将半径调整成0.53mm以上,也可以得到约2%以下较低的放射量。以下,对增大第二天线元件的半径的结构进行说明。

[0070] 图6表示本发明的实施方式1的阵列天线装置1'的另一例。图6(A)是阵列天线装置1'的平面图,图6(B)是图6(A)的(B)-(B)的剖面图。

[0071] 此外,图6中,对与图3共同的结构标注与图3相同的符号并省略其详细的说明。图6所示的阵列天线装置1'中,天线元件5'a~5'd与图3的天线元件5a~5d不同。

[0072] 各天线元件5'a~5'd与图3所示的天线元件5a~5d同样,为在圆环的一部分具有切口的环形状,设置的位置也与天线元件5a~5d同样。天线元件5'a~5'd的半径 $R_{a'} \sim R_{d'}$ 与天线元件5a~5d的半径 $R_a \sim R_d$ 不同。

[0073] 各天线元件5'a~5'd是阵列天线装置1'中的第二天线元件。在图6所示的结构中,第二天线元件的半径比第一天线元件的半径(即,天线元件5n的半径 R_n)大。即,在图6所示的结构中,第二频率比第一频率低 $\Delta f(>0)$ 。

[0074] 图6所示的结构中,通过使第二天线元件的半径比第一天线元件的半径大,可以改变第二天线元件的共振频率,调整成较低的放射量。通过该结构,图6所示的阵列天线装置1'可以放射抑制了旁瓣的期望的辐射图案的电波。

[0075] 此外,在上述说明的实施方式1中,对通过调整天线元件的半径改变共振频率而调整放射量的情况进行了说明。本实施方式中,即使通过调整天线元件的半径以外的尺寸,也可以改变共振频率,并可以调整天线元件的放射量。

[0076] (变形1)

[0077] 图7表示天线元件的切口的宽度G(圆环的圆周方向的长度)和天线元件的共振频率的关系。图7的横轴表示天线元件的切口的宽度G,纵轴表示共振频率。如图7所示,天线元件的共振频率可以通过调整天线元件的切口的宽度G而改变。

[0078] 图8表示天线元件的切口的宽度G和天线元件的放射量的关系。图8的横轴与图7同样,表示天线元件的切口的宽度G,纵轴表示天线元件的放射量。

[0079] 如图7及图8所示,通过调整天线元件的切口的宽度G并改变共振频率,可以调整天线元件的放射量。因此,代替上述的天线元件的半径的调整,通过调整天线元件的切口的宽度G,也可以得到同样的效果。另外,通过调整上述的天线元件的半径,并且也调整天线元件的切口的宽度G,均可以提高设计自由度。

[0080] (变形2)

[0081] 图9表示天线元件的圆环的半径方向的宽度W和天线元件的共振频率的关系。图9的横轴表示固定从天线元件的中心到内周的长度(半径)时的天线元件的宽度W,纵轴表示天线元件的共振频率。如图9所示,天线元件的共振频率可以通过调整天线元件的宽度而改变。

[0082] 图10表示天线元件的宽度W和天线元件的放射量的关系。图10的横轴表示与图9的横轴同样的天线元件的宽度W,纵轴表示天线元件的放射量。

[0083] 如图9及图10所示,通过调整天线元件的宽度W并改变共振频率,可以调整天线元件的放射量。因此,代替上述的天线元件的半径的调整或天线元件的切口的宽度G的调整,通过调整天线元件的宽度W,也可以得到同样的效果。另外,通过调整上述的天线元件的半径或/及天线元件的切口的宽度G,并且也调整天线元件的宽度W,均可以提高设计自由度。

[0084] 以上,在本实施方式中,通过调整具有切口的环形状的天线元件中的天线元件的半径、切口的圆周方向的宽度或天线元件的半径方向的宽度并改变共振频率,可以调整放

射量而得到较低的放射量。另外,本实施方式中,也可以调整天线元件的半径、天线元件的切口的圆周方向的宽度及天线元件的半径方向的宽度中的两项以上。通过组合两项以上进行调整,提高天线元件的设计的自由度。

[0085] 另外,本实施方式中,为了得到2%左右以下较低的放射量,以共振频率成为与期望的频率不同的频率的方式,调整天线元件的形状。从调整了形状的天线元件放射的电波的放射量较低,因此,从调整了形状的天线元件放射的电波对于从阵列天线装置整体放射的电波的贡献较小。因此,即使以共振频率成为与期望的频率不同的频率的方式调整天线元件的形状,从调整了形状的天线元件放射的电波对从阵列天线装置整体放射的电波的频率特性造成的影响也较小。

[0086] (实施方式2)

[0087] 在实施方式1中,说明了设置共振频率比放射电波的频率高 Δf 的天线元件或共振频率比放射电波的频率低 Δf 的天线元件的任一项的结构。本实施方式2中,采用设置共振频率比放射电波的频率高 Δf 的天线元件和低 $\Delta' f$ 的天线元件这双方的结构。

[0088] 图11是表示本发明的实施方式2的阵列天线装置7的结构的一例的图。图11(A)是阵列天线装置7的平面图,图11(B)是图11(A)的(B)-(B)中的剖面图。

[0089] 对与图3相同的结构标注与图3相同的符号并省略其详细的说明。图11所示的阵列天线装置7中,设于接近输入端子6的位置的4个天线元件5a、5'b、5c、5'd与图3及图6不同。

[0090] 以下,将比放射电波的频率(第一频率)高 Δf 的频率作为比第二频率、将比放射电波的频率(第一频率)低 $\Delta' f$ 的频率作为第三频率,且将以第二频率共振的天线元件作为第二天线元件、将以第三频率共振的天线元件作为第三天线元件进行说明。在此,第一频率为第二频率及第三频率之间的频率,第一频率和第二频率的差的绝对值 Δf 可以与第一频率和第三频率的差的绝对值 $\Delta' f$ 大致相等。

[0091] 即,本实施方式中,比天线元件5n的半径 R_n 小的半径的天线元件5a及天线元件5c为第二天线元件,比天线元件5n的半径 R_n 大的半径的天线元件5'b及5'd为第三天线元件。

[0092] 图11所示的阵列天线装置7中,在接近输入端子6的位置交替地设置第二天线元件和第三天线元件。

[0093] 第二天线元件及第三天线元件的放射量以如实施方式1中说明那样变低的方式被调整。即,图11所示的阵列天线装置7与实施方式1的图3及图6所示的阵列天线装置同样,可以放射抑制了旁瓣的期望的辐射图案的电波。

[0094] 另外,阵列天线装置7包含:以比放射电波的频率(第一频率)高 Δf 的频率(第二频率)共振的第二天线元件和比放射电波的频率低 $\Delta' f$ 的频率(第三频率)共振的第三天线元件。根据该结构,第二天线元件和第三天线元件的频率特性相互抵消,因此,可以进一步使从第二天线元件和第三天线元件放射的电波对从阵列天线装置整体放射的电波的频率特性造成的影响变小。

[0095] 此外,图11所示的阵列天线装置7中,在接近输入端子6的位置交替设置第二天线元件和第三天线元件,但本实施方式并不限于此。

[0096] 图12表示本发明实施方式2的阵列天线装置7'的另一例。图12(A)是阵列天线装置7'的平面图,图12(B)是图12(A)的(B)-(B)的剖面图。

[0097] 对与图3相同的结构标注与图3相同的符号并省略其详细的说明。图12所示的阵列

天线装置7'中,设于接近输入端子6的位置的4个天线元件5a、5b、5'c、5'd与图3及图6及图11不同。

[0098] 具体而言,在图11所示的阵列天线装置7中,在接近输入端子6的位置交替设置第二天线元件和第三天线元件。在图12所示的阵列天线装置7'中,在接近输入端子6的位置设置两个第二天线元件(天线元件5a及5b),在比天线元件5b更远离输入端子6的位置设置两个第三天线元件(天线元件5'c及5'd)。

[0099] 图12所示的阵列天线装置7'与图11所示的阵列天线装置7同样,可以放射抑制了旁瓣的期望的辐射图案的电波。另外,阵列天线装置7'与图11所示的阵列天线装置7同样,可以进一步使从第二天线元件和第三天线元件放射的电波对从阵列天线装置整体放射的电波的频率特性造成的影响变小。

[0100] 此外,本实施方式中,说明了配置半径不同的天线元件的情况,但本发明不限于此。例如,也可以如实施方式1的变形1中说明那样,配置切口的宽度G较大的天线元件和较小的天线元件。或也可以如实施方式1的变形2中说明那样,配置天线元件的宽度W较大的天线元件和较小的天线元件。

[0101] 另外,在上述说明的各实施方式中,说明了改变设于接近输入端子的位置的4个天线元件的共振频率的结构,但本发明不限于此。对于设于任意位置的天线元件均可以应用本发明,并调整天线元件的放射量。

[0102] 另外,在上述说明的各实施方式中,天线元件设为具有切口的环形状,但本发明不限于此。只要是可以与供电线路电磁场性地耦合且调整共振频率的天线元件,即使是任意形状的天线元件,均可以应用本发明并调整天线元件的放射量。

[0103] 本发明的阵列天线装置可以用于车载用雷达装置等。

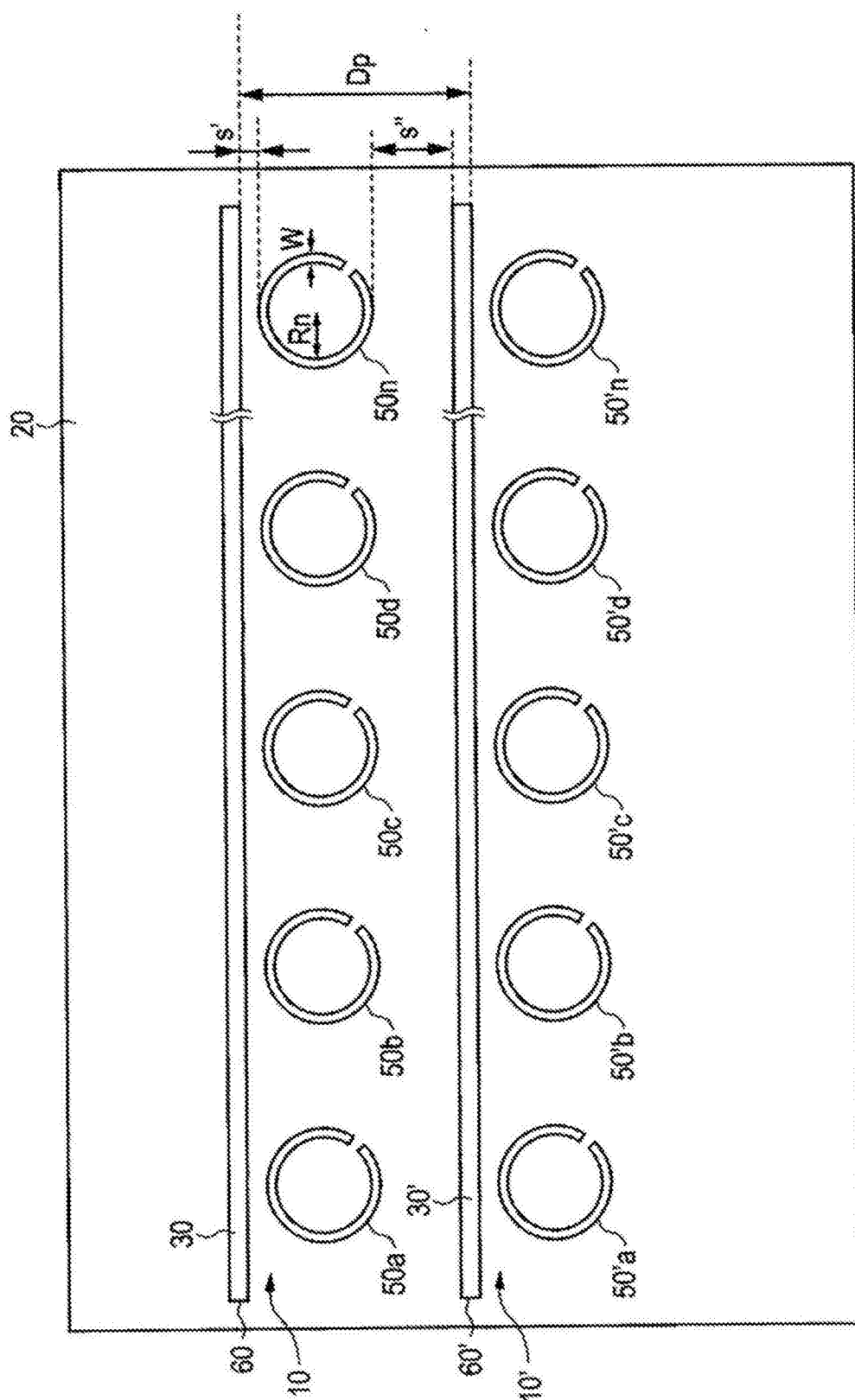


图1

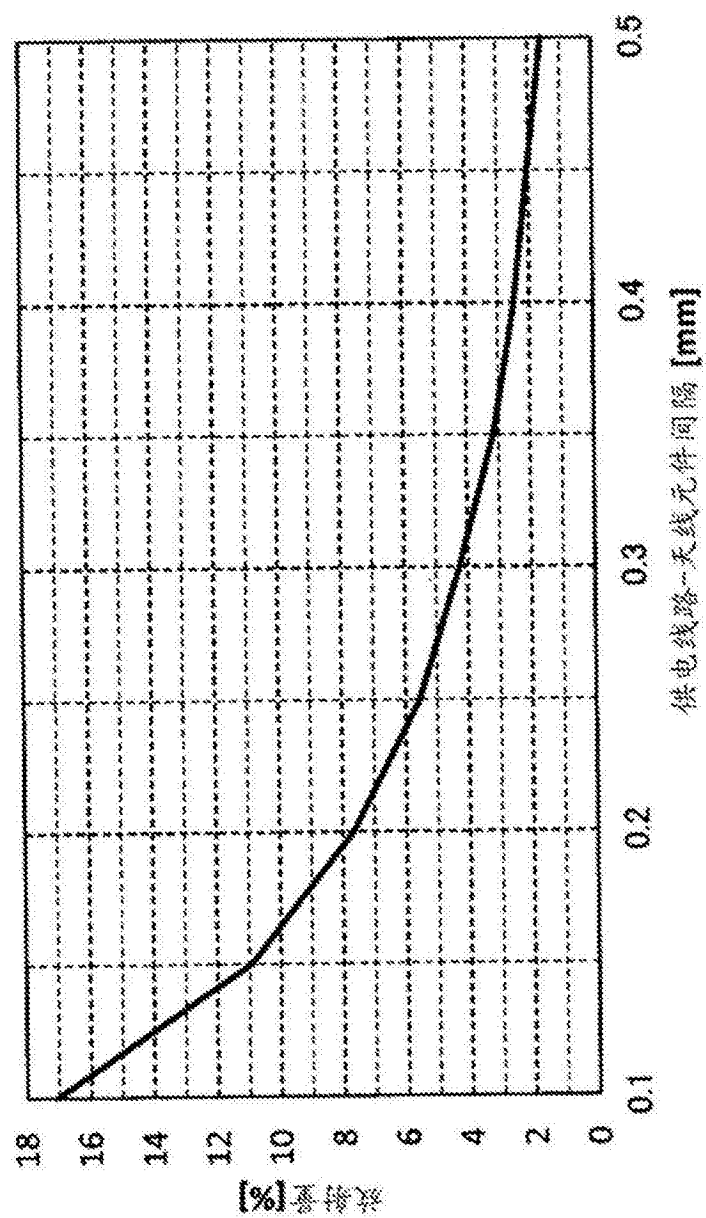


图2

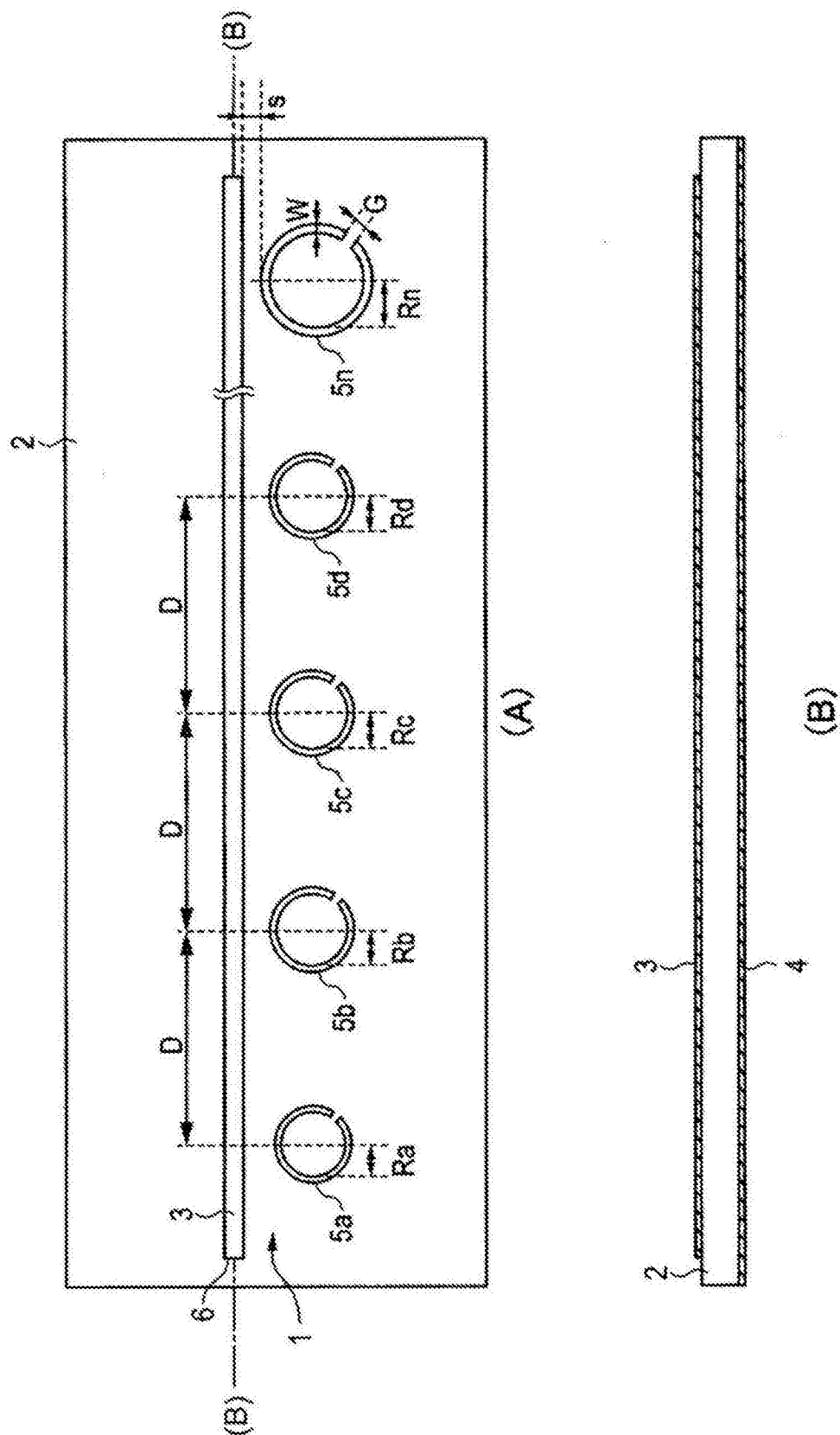


图3

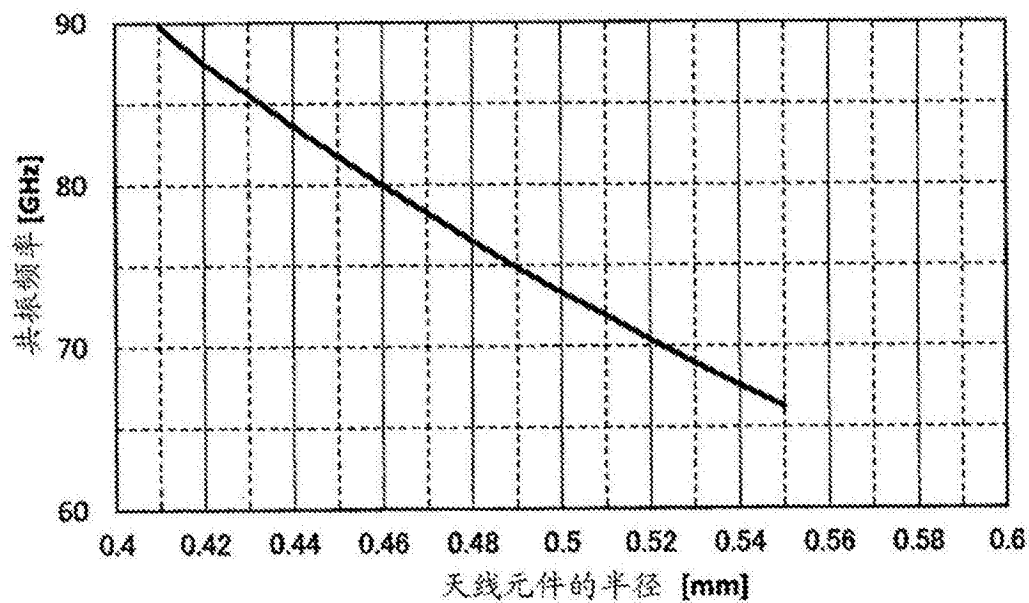


图4

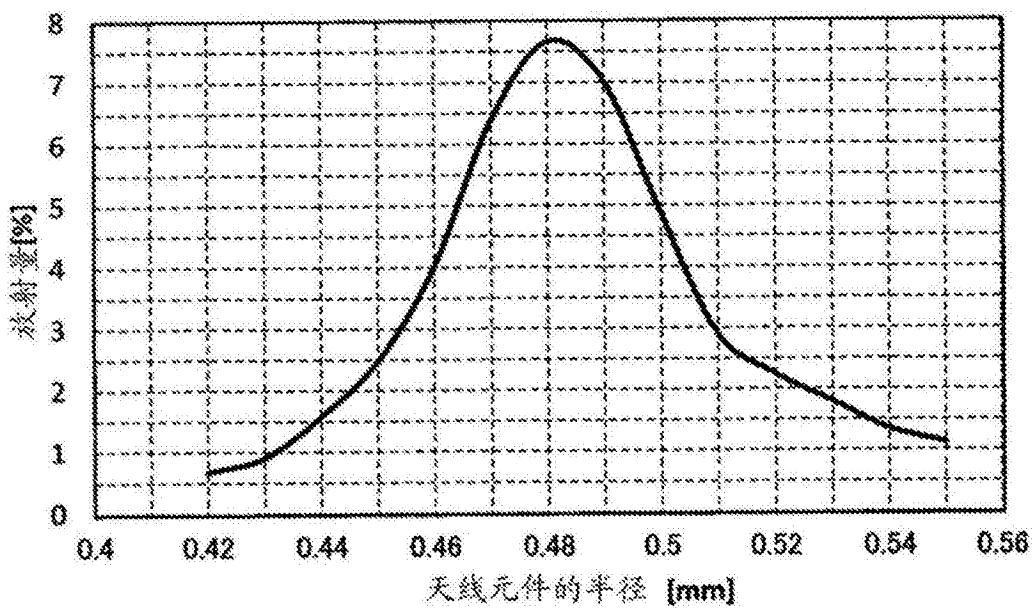


图5

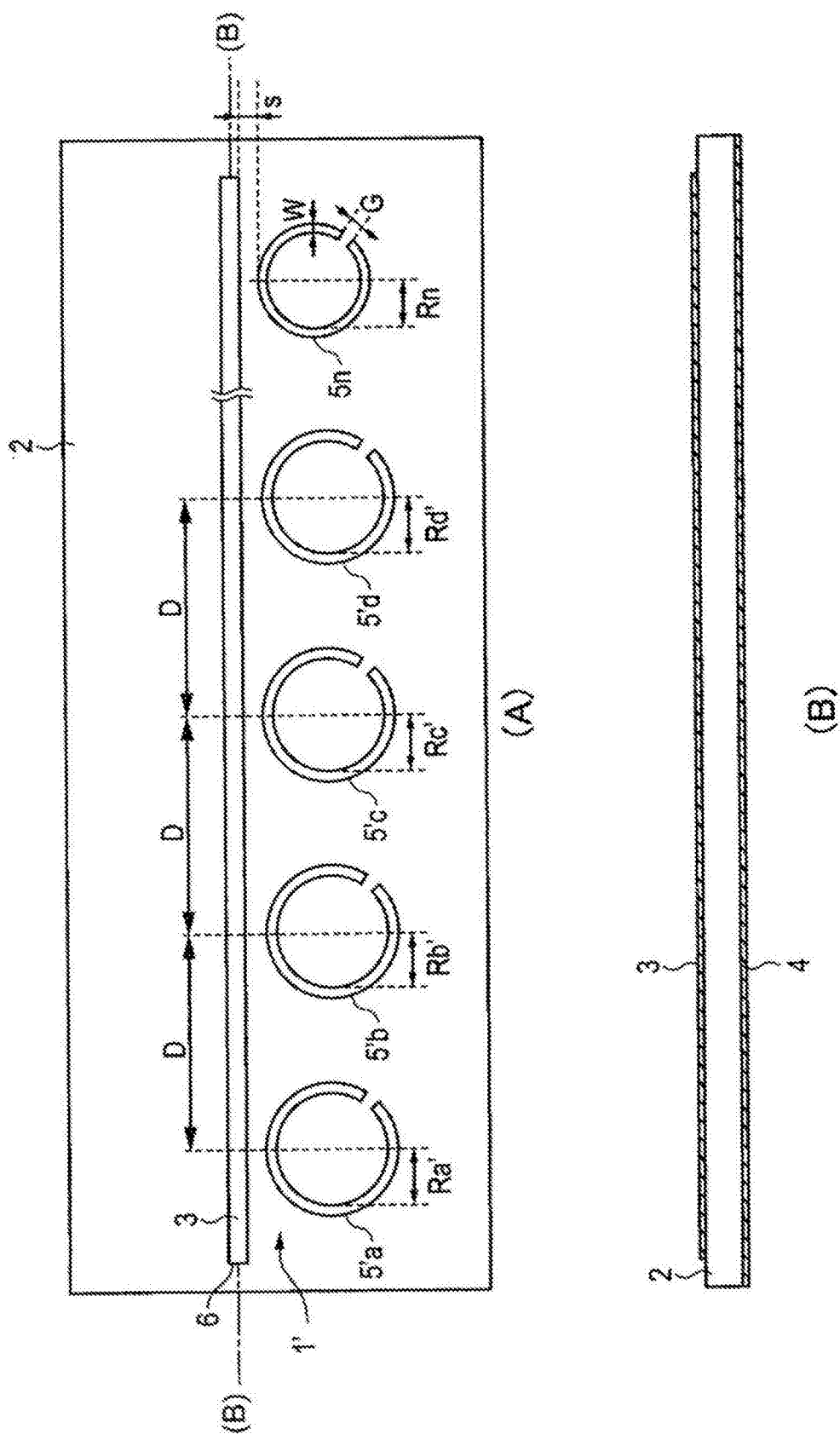


图6

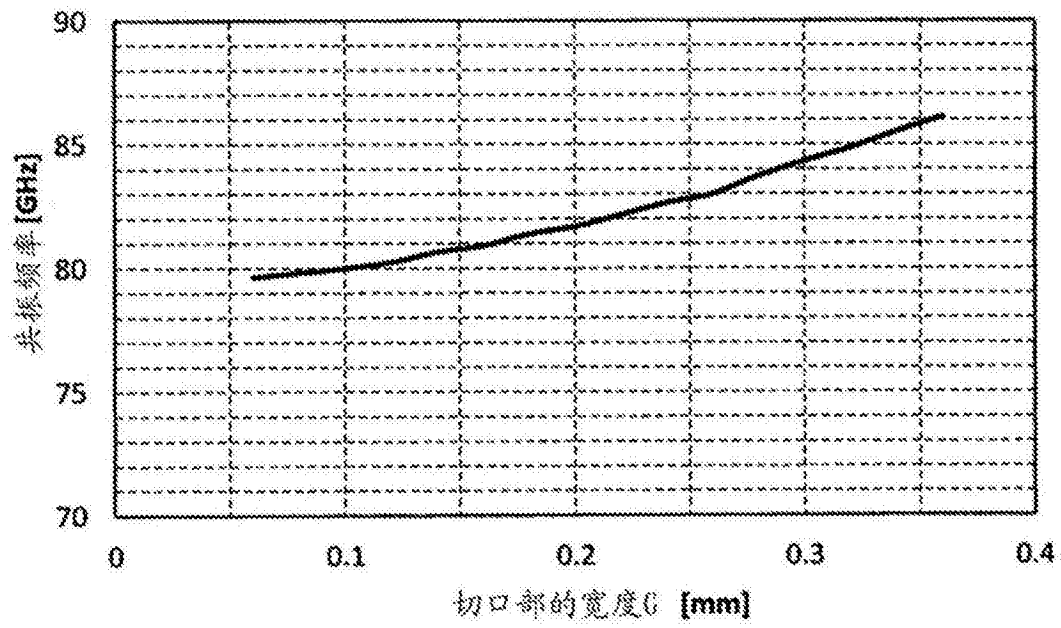


图7

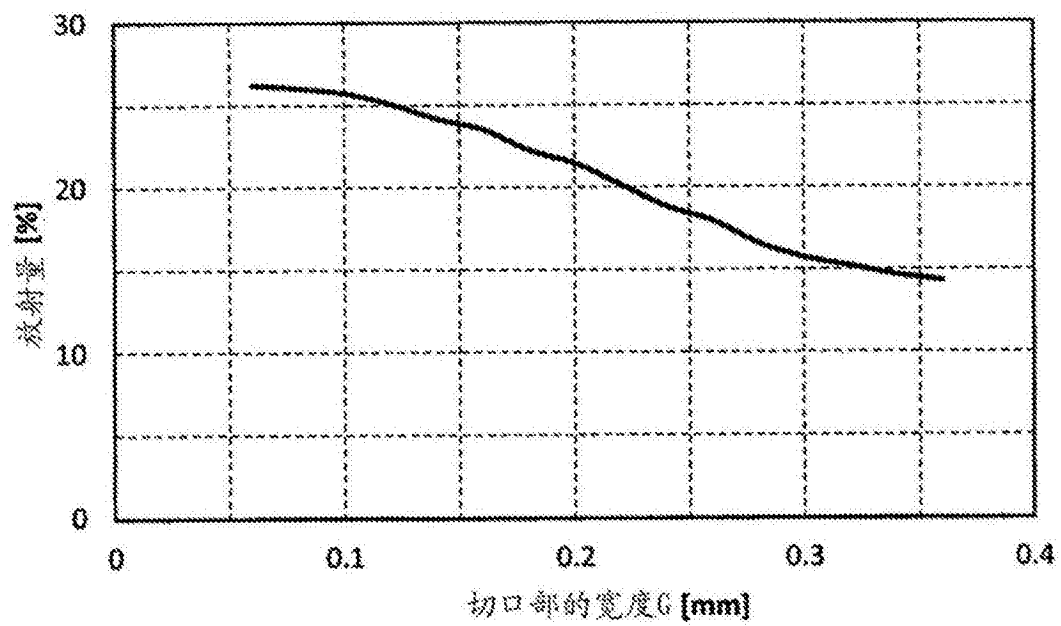


图8

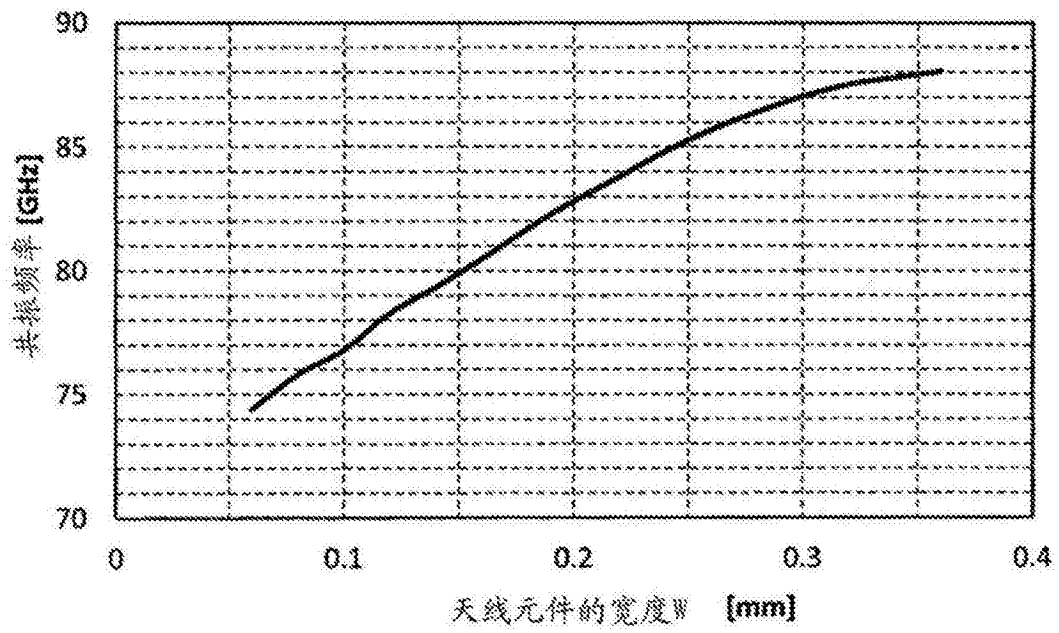


图9

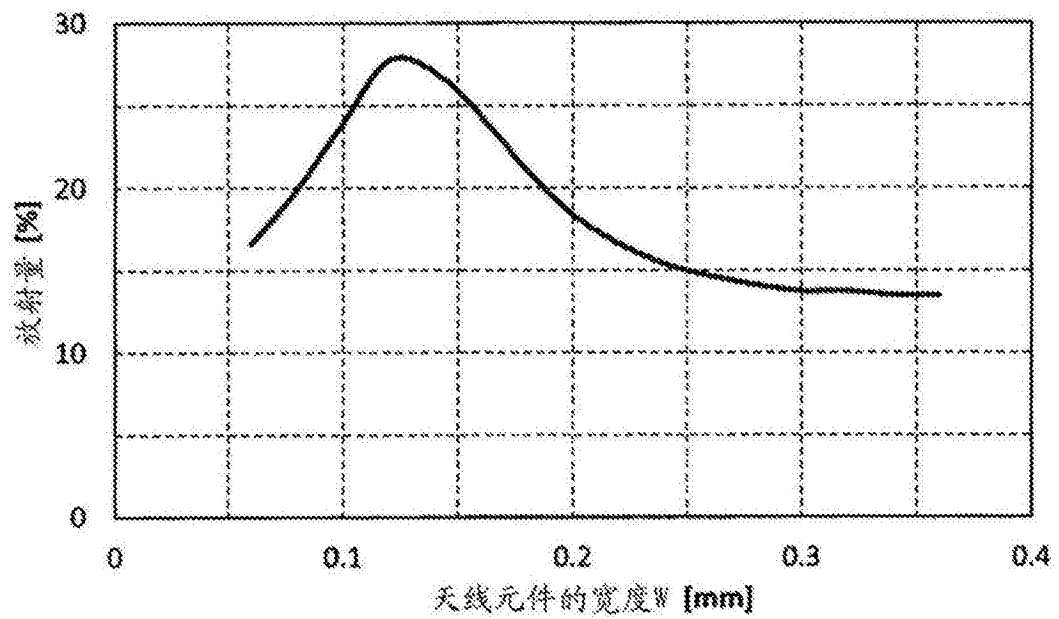


图10

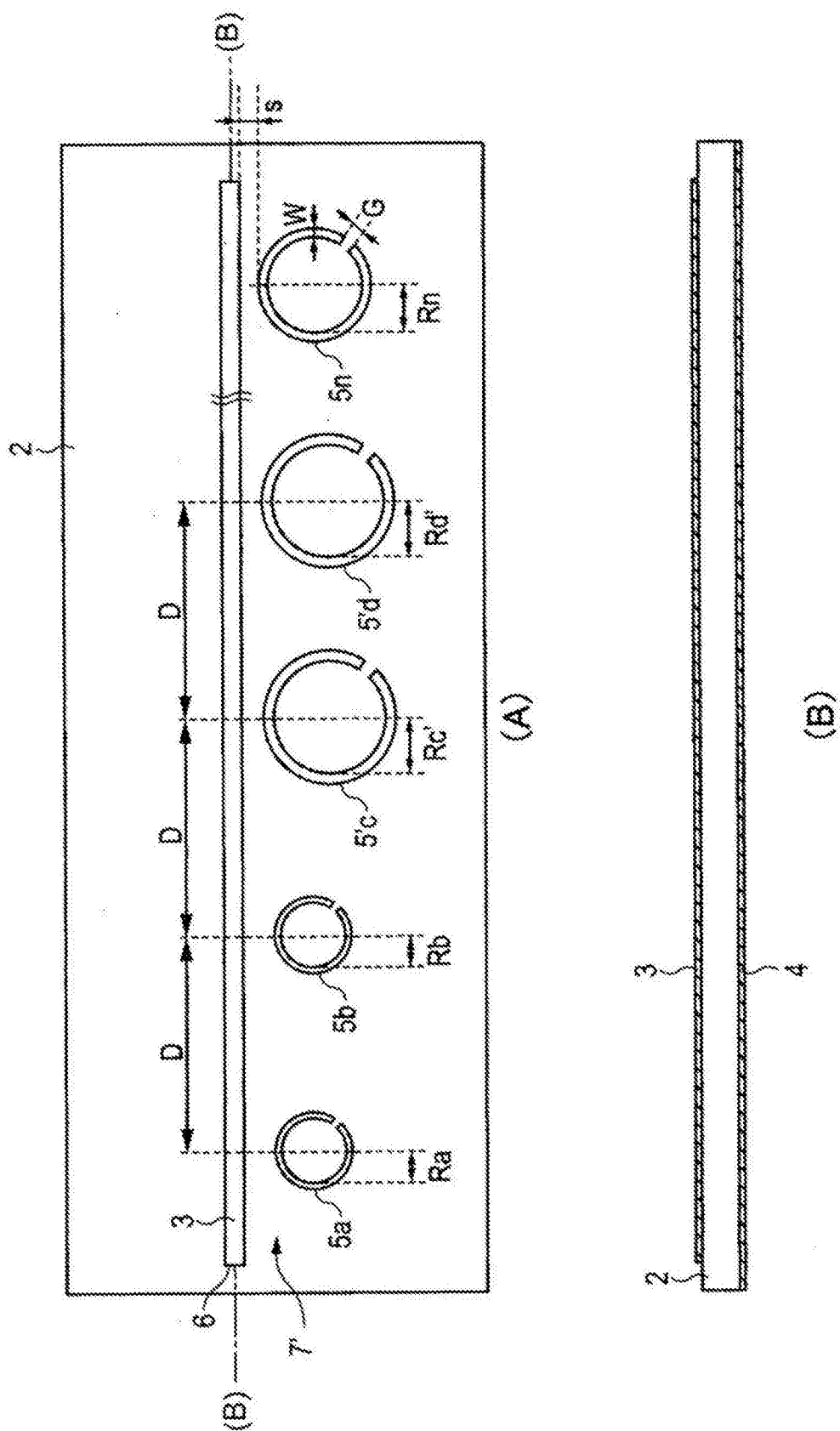


图12