



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115210955 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 18

(21) 申请号 202180017563.X

(22) 申请日 2021.01.18

(30) 优先权数据

2020-040130 2020.03.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.08.29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/001396 2021.01.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/181872 JA 2021.09.16

(71) 申请人 欧姆龙株式会社

地址 日本国京都府京都市

(72) 发明人 小泽尚志

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

专利代理师 徐丹 马建军

(51) Int.Cl.

H01Q 15/08 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

G01S 7/03 (2006.01)

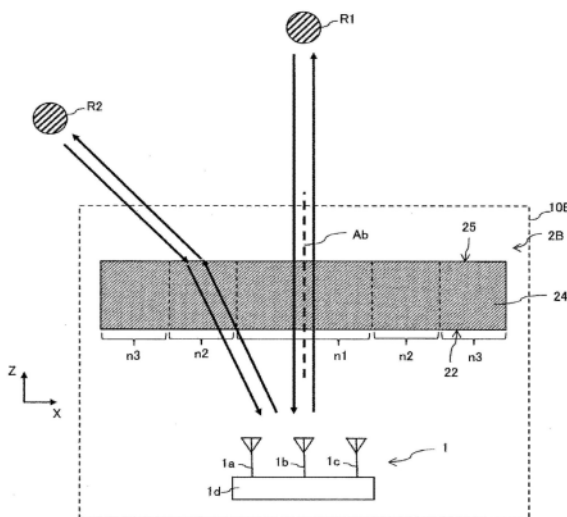
权利要求书1页 说明书11页 附图15页

(54) 发明名称

天线装置以及雷达装置

(57) 摘要

天线装置(10B)具备:至少1个天线元件(1a~1c);以及电介质透镜(2B),其包括透镜主体(24),该透镜主体(24)由具有规定的介电常数的电介质材料构成,具有相互对置的第一面(22)和第二面(25)。透镜主体(24)形成为,随着远离通过第一面(22)和第二面(25)的中心的轴线(A),使针对天线元件(1a~1c)的入射波或来自天线元件(1a~1c)的入射波以逐渐变大的角度折射。



1. 一种天线装置,其具备:
至少1个天线元件;以及
电介质透镜,其包括透镜主体,该透镜主体由具有第一介电常数的第一电介质材料构成,具有相互对置的第一面和第二面,
所述透镜主体形成为,随着远离通过所述第一面和第二面的中心的轴线,使针对所述天线元件的入射波或者来自所述天线元件的入射波以逐渐变大的角度折射。
2. 根据权利要求1所述的天线装置,其中,
所述透镜主体以如下方式在所述第一面或第二面具有多个孔:通过去除随着接近所述轴线而体积变大的所述第一电介质材料来使所述电介质透镜的折射率随着接近所述轴线而变小。
3. 根据权利要求2所述的天线装置,其中,
所述多个孔分别具有随着接近所述轴线而变小的间隔。
4. 根据权利要求2所述的天线装置,其中,
所述多个孔分别具有随着接近所述轴线而变大的直径。
5. 根据权利要求2所述的天线装置,其中,
所述多个孔随着接近所述轴线而变深。
6. 根据权利要求2~5中的任意一项所述的天线装置,其中,
所述第一面和第二面相互平行地形成。
7. 根据权利要求2~6中的任意一项所述的天线装置,其中,
所述电介质透镜还包括填充材料,该填充材料由具有比所述第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充所述多个孔。
8. 根据权利要求1所述的天线装置,其中,
所述第一面是平面,所述第二面是凹面。
9. 根据权利要求8所述的天线装置,其中,
所述电介质透镜还包括填充材料,该填充材料由具有比所述第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充于所述第二面,
所述填充材料的表面与所述第一面平行地形成。
10. 根据权利要求1所述的天线装置,其中,
所述第二面包括随着接近所述轴线而到所述第一面的距离变小的多个区域。
11. 根据权利要求10所述的天线装置,其中,
所述第二面的多个区域分别与所述第一面平行地形成。
12. 根据权利要求10或11所述的天线装置,其中,
所述电介质透镜还包括填充材料,该填充材料由具有比所述第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,该填充材料填充所述第二面的多个区域中的除了距所述第一面的距离最大的区域以外的区域的上方空间。
13. 一种雷达装置,其具有:
至少1个权利要求1~12中的任意一项所述的天线装置;
经由所述天线装置收发雷达波的收发电路;以及
基于由所述收发电路收发的雷达波来检测反射物的信号处理电路。

天线装置以及雷达装置

技术领域

[0001] 本公开涉及天线装置以及雷达装置。

背景技术

[0002] 以往,用于雷达装置的天线装置从天线装置直接、或者从天线装置经由防护用的电介质平板(天线罩)对反射物照射雷达波来进行接收。

[0003] 用于雷达装置的天线装置优选在宽的角度范围内具有高的增益。通常,天线装置的增益随着角度从其正面偏离而降低,辐射的功率以及接收的功率变小。因此,在雷达装置中使用天线装置的情况下,来自存在于从天线装置的正面偏离的方位的反射物的反射波的接收功率小于来自存在于正面的反射物的反射波的接收功率,存在雷达装置的检测性能劣化的问题。

[0004] 对此,专利文献1公开了一种物标方向决定系统,其具备具有互不相同的主波束方向的多个收发机。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:欧洲专利申请公开第3418769号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 专利文献1的系统由于需要多个收发机而花费成本。另外,专利文献1的系统由于收发机间的电波干扰,其检测性能有可能劣化。

[0010] 本公开的目的在于提供天线装置以及雷达装置,其以简单的结构,在比以往宽的角度范围内具有高的增益。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,具备:至少1个天线元件;以及电介质透镜,其包括透镜主体,该透镜主体由具有第一介电常数的第一电介质材料构成,具有相互对置的第一面和第二面,所述透镜主体形成为,随着远离通过所述第一面和第二面的中心的轴线,使针对所述天线元件的入射波或者来自所述天线元件的入射波以逐渐变大的角度折射。

[0013] 由此,能够以简单的结构,在比以往宽的角度范围内提供高的增益。

[0014] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述透镜主体以如下方式在所述第一面或者第二面具有多个孔:通过去除随着接近所述轴线而体积变大的所述第一电介质材料来使所述电介质透镜的折射率随着接近所述轴线而变小。

[0015] 由此,能够以随着远离轴线而使针对天线元件的入射波或来自天线元件的入射波以逐渐变大的角度折射的方式形成透镜主体。

[0016] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述多个孔分别具有随着接近所述轴线而

变小的间隔。

[0017] 由此,能够随着接近轴线而减小电介质透镜的折射率。

[0018] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述多个孔分别具有随着接近所述轴线而变大的直径。

[0019] 由此,能够随着接近轴线而减小电介质透镜的折射率。

[0020] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述多个孔随着接近所述轴线而变深。

[0021] 由此,能够随着接近轴线而减小电介质透镜的折射率。

[0022] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述第一面和第二面相互平行地形成。

[0023] 由此,能够提供平坦的电介质透镜。

[0024] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,上述电介质透镜还包括填充材料,该填充材料由具有比上述第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充上述多个孔。

[0025] 由此,尘埃及污垢难以吸附和蓄积于电介质透镜,另外,能够使电介质透镜不易破损。

[0026] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,上述第一面是平面,上述第二面是凹面。

[0027] 由此,能够以简单的结构,在比以往宽的角度范围内提供高的增益。

[0028] 根据本公开的方面涉及的天线装置,上述电介质透镜还包括填充材料,该填充材料由具有比上述第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充于上述第二面,上述填充材料的表面与上述第一面平行地形成。

[0029] 由此,尘埃及污垢难以吸附和蓄积于电介质透镜,另外,能够使电介质透镜不易破损。

[0030] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述第二面包括随着接近所述轴线而到所述第一面的距离变小的多个区域。

[0031] 由此,能够提供具有平坦的两面的电介质透镜。

[0032] 根据本公开的方面所涉及的天线装置,所述第二面的多个区域分别与所述第一面平行地形成。

[0033] 由此,能够提供具有平坦的两面的电介质透镜。

[0034] 根据本公开的方面的天线装置,上述电介质透镜还包括填充材料,该填充材料由具有比上述第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充上述第二面的多个区域中的除了距上述第一面的距离最大的区域以外的区域的上方空间。

[0035] 由此,尘埃及污垢难以吸附和蓄积于电介质透镜,另外,能够使电介质透镜不易破损。

[0036] 根据本公开的方面的雷达装置,具备:至少1个所述天线装置;收发电路,其经由所述天线装置收发雷达波;以及信号处理电路,其基于由所述收发电路收发的雷达波来检测反射物。

[0037] 由此,能够以简单的结构,在比以往宽的角度范围内提供高的增益。

[0038] 发明效果

[0039] 本公开的方面所涉及的天线装置以及雷达装置能够以简单的结构,在比以往宽的角度范围内提供高的增益。

附图说明

- [0040] 图1是表示第一实施方式的天线装置10的结构的图。
- [0041] 图2是表示第一实施方式的变形例的天线装置10A的结构的图。
- [0042] 图3是表示第二实施方式的天线装置10B的结构的图。
- [0043] 图4A是表示图3的电介质透镜2B的结构的俯视图。
- [0044] 图4B是沿图4A的Bb-Bb' 线的剖视图。
- [0045] 图5A是表示第二实施方式的第一变形例的天线装置的电介质透镜2C的结构的俯视图。
- [0046] 图5B是沿图5A的Bc-Bc' 线的剖视图。
- [0047] 图6A是表示第二实施方式的第二变形例的天线装置的电介质透镜2D的结构的俯视图。
- [0048] 图6B是沿图6A的Bd-Bd' 线的剖视图。
- [0049] 图7A是表示第二实施方式的第三变形例的天线装置的电介质透镜2E的结构的俯视图。
- [0050] 图7B是沿图7A的Be-Be' 线的剖视图。
- [0051] 图7C是沿图7A的Ce-Ce' 线的剖视图。
- [0052] 图8A是表示第二实施方式的第四变形例的天线装置的电介质透镜2F的结构的俯视图。
- [0053] 图8B是沿图8A的Bf-Bf' 线的剖视图。
- [0054] 图8C是沿图8A的Cf-Cf' 线的剖视图。
- [0055] 图9A是表示第二实施方式的第五变形例的天线装置的电介质透镜2G的结构的俯视图。
- [0056] 图9B是沿图9A的Bg-Bg' 线的剖视图。
- [0057] 图9C是沿图9A的Cg-Cg' 线的剖视图。
- [0058] 图10是表示第三实施方式的天线装置的电介质透镜2H的结构的剖视图。
- [0059] 图11是表示第四实施方式的天线装置的电介质透镜2I的结构的剖视图。
- [0060] 图12是表示第四实施方式的第一变形例的天线装置的电介质透镜2J的结构的剖视图。
- [0061] 图13是表示第四实施方式的第二变形例的天线装置的电介质透镜2K的结构的剖视图。
- [0062] 图14是表示第四实施方式的第三变形例的天线装置的电介质透镜2L的结构的剖视图。
- [0063] 图15是表示第四实施方式的第四变形例的天线装置的电介质透镜2M的结构的剖视图。
- [0064] 图16是表示第五实施方式的雷达装置100的结构的框图。
- [0065] 图17是表示第五实施方式的变形例的雷达装置200的结构的框图。

具体实施方式

- [0066] [第一实施方式]

[0067] 图1是表示第一实施方式的天线装置10的结构图。图1的天线装置10具备天线模块1以及电介质透镜2。

[0068] 天线模块1包括至少1个天线元件1a~1c。在图1的例子中,天线模块1是包括3个天线元件1a~1c的阵列天线,在图1的+Z方向具有主波束。天线元件1a~1c例如配置在基板1d上。

[0069] 电介质透镜2包括透镜主体21,该透镜主体21由具有规定的介电常数的电介质材料构成,具有相互对置的第一面22和第二面23。透镜主体21形成为,随着远离通过第一面22以及第二面23的中心的轴线A而使针对天线元件1a~1c的入射波或者来自天线元件1a~1c的入射波以逐渐变大的角度折射。

[0070] 透镜主体21例如由具有相对介电常数2~5的电介质材料构成。

[0071] 如图1所示,电介质透镜2形成为具有平面22和凹面23的凹透镜。凹面23形成为随着远离轴线A而大幅倾斜,由此,随着远离轴线A而使入射波以逐渐变大的角度折射。

[0072] 电介质透镜2以供从天线元件1a~1c辐射的电波或者入射到天线元件1a~1c的电波通过的方式配置在天线模块1的附近。在雷达装置中使用天线装置10的情况下,电介质透镜2配置在天线模块1与反射物R1、R2之间。

[0073] 考虑在雷达装置中使用天线装置10的情况。在天线模块1具有指向性的情况下,例如,即使在反射物R1所处的方向上天线模块1具有高的增益,也有时其他方向、例如反射物R2所处的方向的增益较低。在该情况下,朝向反射物R2辐射的电波的功率变低,另外,从反射物R2接收的电波的功率也降低。因此,有可能导致反射物R2的检测失败。

[0074] 图1的天线装置10通过具备电介质透镜2,如以下那样动作。从天线模块1向+Z方向的附近的方向辐射的电波经由电介质透镜2折射,由此朝向位于从+Z方向偏离的方向的反射物R2照射。另外,来自反射物R2的电波经由电介质透镜2折射,由此看起来从+Z方向的附近的方向到达天线模块1。天线模块1在+Z方向的附近的方向上具有高增益。因此,图1的天线装置10通过具备电介质透镜2,不仅能够以高增益收发朝向反射物R1的电波以及来自反射物R1的电波,还能够以高增益收发朝向反射物R2的电波以及来自反射物R2的电波。由此,在雷达装置中使用天线装置10的情况下,即使在反射物位于从天线模块1的主波束方向偏离的方向的情况下,雷达装置也能够可靠地检测出反射物。

[0075] 图2是表示第一实施方式的变形例的天线装置10A的结构图。在使用形成为具有平面22以及凹面23的凹透镜的电介质透镜2的情况下,如图1所示,平面22可以配置成与天线模块1对置,也可以如图2所示那样,配置成凹面23与天线模块1对置。

[0076] 第一实施方式的天线装置能够以简单的结构,在比只使用天线模块1的情况宽的角度范围内提供高的增益。

[0077] 第一实施方式的天线装置不需要多个收发机,能够在宽的角度范围内提供高的增益,因此,能够降低无线终端装置的成本。另外,在雷达装置中使用天线装置的情况下,不会产生收发机间的电波干扰,雷达装置能够可靠地检测出反射物。

[0078] 通过缩短天线模块与电介质透镜的距离,能够降低天线装置的尺寸。

[0079] 通过使电介质透镜与防护用的天线罩一体化,能够降低天线装置的成本、或者具备天线装置的无线终端装置的成本。

[0080] [第二实施方式]

[0081] 图3是表示第二实施方式的天线装置10B的结构图。图3的天线装置10B具备电介质透镜2B来代替图1的电介质透镜2。图1的电介质透镜2借助其表面的形状(凹透镜的形状)使入射波折射,与此相对,图3的电介质透镜2B根据距轴线的距离使透镜主体的折射率变化,由此使入射波折射。

[0082] 电介质透镜2B包括透镜主体24,该透镜主体24由具有规定的介电常数的电介质材料构成,具有相互对置的第一面22和第二面25。面22和面25也可以相互平行地形成。透镜主体24形成为,电介质透镜2B的折射率随着接近通过面22和面25的中心的轴线Ab而变小。在图3的例子中,电介质透镜2B在轴线Ab附近的区域具有折射率 n_1 ,在其外侧的区域具有折射率 $n_2 > n_1$,在其更外侧的区域具有折射率 $n_3 > n_2$ 。由此,透镜主体24形成为,随着远离轴线Ab,使针对天线元件1a~1c的入射波或者来自天线元件1a~1c的入射波以逐渐变大的角度折射。换言之,电介质透镜2B具有平坦的结构,并且等价地作为凹透镜发挥功能。

[0083] 透镜主体24例如由具有相对介电常数2~5的电介质材料构成。

[0084] 图4A是表示图3的电介质透镜2B的结构俯视图。图4B是沿图4A的B2-B'线的剖视图。透镜主体24以如下方式在面22或面25具有多个孔26:通过去除随着接近轴线Ab而体积变大的电介质材料来使电介质透镜2B的折射率随着接近轴线Ab而变小。在图4的例子中,多个孔26分别具有随着接近轴线Ab而变小的间隔。详细而言,在轴线Ab附近的区域中,多个孔26形成为具有间隔 d_1 ,由此,在该区域中,电介质透镜2B具有折射率 n_1 。在其外侧的区域中,多个孔26形成为具有间隔 $d_2 > d_1$,由此,在该区域中,电介质透镜2B具有折射率 n_2 。在其更外侧的区域中,多个孔26形成为具有间隔 $d_3 > d_2$,由此,在该区域中,电介质透镜2B具有折射率 n_3 。

[0085] 孔26的直径例如相对于动作波长 λ 设定在 $\lambda/50$ 至 $\lambda/2$ 之间。

[0086] 某一介质的折射率 n 由下式表示。

[0087] [数式1]

$$[0088] \quad n = \sqrt{\epsilon_r \cdot \mu_r}$$

[0089] 这里, ϵ_r 表示介质的相对介电常数, μ_r 表示介质的相对磁导率。

[0090] 通过在透镜主体24形成1个或多个孔26而去除电介质材料,从而孔26附近的电介质透镜2B的等价的介电常数变低,因此,孔26附近的电介质透镜2B的等价的折射率变低。例如,如图4所示,在透镜主体24中,通过形成分别具有随着接近轴线Ab而变小的间隔的多个孔26,从而去除随着接近轴线Ab而体积变大的电介质材料。由此,随着接近轴线Ab,电介质透镜2B的折射率变小,电介质透镜2B等价地作为凹透镜发挥功能。

[0091] 图5A是表示第二实施方式的第一变形例的天线装置的电介质透镜2C的结构俯视图。图5B是沿图5A的Bc-Bc'线的剖视图。与电介质透镜2B同样,电介质透镜2C包括透镜主体24,该透镜主体24由具有规定的介电常数的电介质材料构成,具有相互对置的第一面22和第二面25。透镜主体24以如下方式在面22或面25具有多个孔26:通过去除随着接近轴线Ac而体积变大的电介质材料来使电介质透镜2C的折射率随着接近轴线Ac而变小。在图5的例子中,多个孔26分别具有随着接近轴线Ac而变大的直径。详细而言,在轴线Ac附近的区域中,多个孔26形成为具有直径 d_{11} ,由此,在该区域中,电介质透镜2C具有折射率 n_1 。在其外侧的区域中,多个孔26形成为具有直径 $d_{12} < d_{11}$,由此,在该区域中,电介质透镜2C具有折射率 n_2 。在其更外侧的区域中,多个孔26形成为具有直径 $d_{13} < d_{12}$,由此,在该区域中,电

介质透镜2C具有折射率 n_3 。由此,透镜主体24形成为,随着远离轴线 A_c ,使入射波以逐渐变大的角度折射。

[0092] 图6A是表示第二实施方式的第二变形例的天线装置的电介质透镜2D的结构俯视图。图6B是沿图6A的 B_d-B_d' 线的剖视图。与电介质透镜2B同样,电介质透镜2D包括透镜主体24,该透镜主体24由具有规定的介电常数的电介质材料构成,具有相互对置的第一面22和第二面25。透镜主体24以如下方式在面22或面25具有多个孔26:通过去除随着接近轴线 A_d 而体积变大的电介质材料来使电介质透镜2D的折射率随着接近轴线 A_d 而变小。在图5的例子中,多个孔26随着接近轴线 A_d 而变深。详细而言,在轴线 A_d 附近的区域中,多个孔26形成为具有深度 d_{21} ,由此,在该区域中,电介质透镜2D具有折射率 n_1 。在其外侧的区域中,多个孔26形成为具有深度 $d_{22} < d_{21}$,由此,在该区域中,电介质透镜2D具有折射率 n_2 。在其更外侧的区域中,多个孔26形成为具有深度 $d_{23} < d_{22}$,由此,在该区域中,电介质透镜2D具有折射率 n_3 。由此,透镜主体24形成为,随着远离轴线 A_d ,使入射波以逐渐变大的角度折射。

[0093] 在图4A~图6B的例子中,对在面25形成多个孔26的情况进行了说明,但作为替代或追加,也可以在面22设置多个孔26。另外,多个孔26中的至少一部分也可以贯通透镜主体24。

[0094] 在图4A~图6B的例子中,说明了孔26的间隔、直径和深度中的1个根据距轴线 $A_b \sim A_d$ 的距离而变化的情况,但也可以以使孔26的间隔、直径和深度中的2个以上根据距轴线 $A_b \sim A_d$ 的距离而变化的方式形成多个孔26。

[0095] 在图4A~图6B的例子中,对孔26的间隔、直径或者深度根据距轴线 $A_b \sim A_d$ 的一维距离、即根据X坐标而变化的情况进行了说明,但也可以是间隔、直径和深度中的至少1个根据距轴线 $A_b \sim A_d$ 的二维距离而变化。以下,参照图7~图9对这样的变形例进行说明。

[0096] 图7A是表示第二实施方式的第三变形例的天线装置的电介质透镜2E的结构俯视图。图7B是沿图7A的 B_e-B_e' 线的剖视图。图7C是沿图7A的 C_e-C_e' 线的剖视图。在图7A~图7C的例子中,关于X坐标,多个孔26分别具有随着接近轴线 A_e 而变小的间隔,另外,关于Y坐标,多个孔26分别具有随着接近轴线 A_e 而变小的间隔。

[0097] 图8A是表示第二实施方式的第四变形例的天线装置的电介质透镜2F的结构俯视图。图8B是沿图8A的 B_f-B_f' 线的剖视图。图8C是沿图8A的 C_f-C_f' 线的剖视图。在图8A~图8C的例子中,关于X坐标,多个孔26分别具有随着接近轴线 A_f 而变大的直径,另外,关于Y坐标,多个孔26分别具有随着接近轴线 A_f 而变大的直径。

[0098] 图9A是表示第二实施方式的第五变形例的天线装置的电介质透镜2G的结构俯视图。图9B是沿图9A的 B_g-B_g' 线的剖视图。图9C是沿图9A的 C_g-C_g' 线的剖视图。在图9~图9C的例子中,关于X坐标,多个孔26随着接近轴线 A_g 而变深,另外,关于Y坐标,多个孔26随着接近轴线 A_g 而变深。

[0099] 根据图7A~图9C的例子,能够随着远离轴线 $A_e \sim A_g$ 而使入射波以逐渐变大的角度二维地折射。

[0100] 在图7A~图9C的例子中,对将多个孔26配置成格子状的情况进行了说明,但多个孔26也可以以轴线 $A_e \sim A_g$ 为中心呈放射状配置。

[0101] 在制造图1那样的凹透镜的电介质透镜的情况下,为了实现平滑的凹面,需要按照品种使用昂贵的模具的成型,因此,制造成本变大。另一方面,根据第二实施方式的天线装

置,通过单纯的开孔加工平坦的透镜主体24,能够以低成本容易地制造电介质透镜2B~2G。另外,也可以通过使用模具的成型来制造电介质透镜2B~2G。

[0102] 图3~图9C的例子表示透镜主体24的面22和面25相互平行地形成的情况,但也可以是,面22和面25中的一方的至少一部分相对于另一方的面倾斜,也可以弯曲。无论面22和面25为何种形状,通过根据距轴线Ab~Ag的距离使孔26的间隔、直径及深度中的至少1个变化,能够使入射波折射。例如,也可以将第一实施方式和第二实施方式组合,即,也可以在作为凹透镜而形成的透镜主体24进一步形成多个孔26。

[0103] [第三实施方式]

[0104] 图10是表示第三实施方式的天线装置的电介质透镜2H的结构剖视图。

[0105] 电介质透镜2H包括透镜主体27,该透镜主体27由具有规定的介电常数的电介质材料构成,具有相互对置的第一面22和第二面28。面28包括随着接近轴线Ah而到面22的距离变小的多个区域28-1、28-2a、28-2b、28-3a、28-3b、28-4a、28-4b。区域28-1具有距离 d_{31} ,区域28-2a、28-2b具有距离 $d_{32} > d_{31}$,28-3a、28-3b具有距离 $d_{33} > d_{32}$,28-4a、28-4b具有距离 $d_{34} > d_{33}$ 。透镜主体27形成为,随着远离通过第一面和第二面的中心的轴线Ah,使入射波以逐渐变大的角度折射。

[0106] 面28的台阶被设定为比动作波长 λ 短。此时,面28等价地作为与图1的电介质透镜2同样地倾斜的凹面发挥功能,电介质透镜2H等价地作为凹透镜发挥功能。

[0107] 图10的结构也可以视为在图6的电介质透镜2D或图9的电介质透镜2G中连结彼此相邻的孔26而成的结构。

[0108] 面28的多个区域也可以分别与面22平行地形成。在该情况下,通过切削加工平坦的透镜主体27,能够以低成本容易地制造电介质透镜2H。另外,也可以通过使用模具的成型来制造电介质透镜2H。

[0109] 另外,面28的多个区域中的至少一部分可以相对于面22倾斜,也可以弯曲。也可以将第二实施方式和第三实施方式组合,即,也可以在电介质透镜2H的透镜主体27进一步形成多个孔26。

[0110] [第四实施方式]

[0111] 图11是表示第四实施方式的天线装置的电介质透镜2I的结构剖视图。电介质透镜2I在图1的透镜主体21的基础上,还包括填充材料29,该填充材料29由具有比透镜主体21的介电常数小的介电常数的电介质材料构成,填充于凹面23。填充材料29的表面也可以与平面22平行地形成。

[0112] 透镜主体21例如如上所述由具有相对介电常数2~5的电介质材料构成。在该情况下,填充材料29例如由具有相对介电常数为1.5~3的电介质材料构成。

[0113] 填充材料29也可以相对于透镜主体21的凹面23射出。另外,透镜主体21及填充材料29也可以通过粘接剂贴合。在后者的情况下,优选粘接剂的介电常数被设定为充分接近透镜主体21的介电常数和填充材料29的介电常数,或者粘接剂的厚度相对于动作波长足够小。

[0114] 图12是表示第四实施方式的第一变形例的天线装置的电介质透镜2J的结构剖视图。电介质透镜2J在图4A和图4B的透镜主体24或图7A~图7C的透镜主体24的基础上,还包括填充材料29,该填充材料29由具有比透镜主体24的介电常数小的介电常数的电介质材

料构成,该填充材料29填充多个孔26。

[0115] 图13是表示第四实施方式的第二变形例的天线装置的电介质透镜2K的结构剖视图。电介质透镜2K在图5A和图5B的透镜主体24或图8A~图8C的透镜主体24的基础上,还包括填充材料29,该填充材料29由具有比透镜主体24的介电常数小的介电常数的电介质材料构成,该填充材料29填充多个孔26。

[0116] 图14是表示第四实施方式的第三变形例的天线装置的电介质透镜2L的结构剖视图。电介质透镜2L在图6A和图6B的透镜主体24或图9A~图9C的透镜主体24的基础上,还包括填充材料29,该填充材料29由具有比透镜主体24的介电常数小的介电常数的电介质材料构成,该填充材料29填充多个孔26。

[0117] 图15是表示第四实施方式的第四变形例的天线装置的电介质透镜2M的结构剖视图。电介质透镜2M在图10的透镜主体27的基础上,还包括填充材料29,该填充材料29由具有比透镜主体27的介电常数小的介电常数的电介质材料构成,该填充材料29填充面28的多个区域中的除了距表面22的距离最大的区域28-4a、28-4b以外的区域的上方的空间。

[0118] 例如在凹透镜的情况下,灰尘和污垢容易吸附并蓄积在该凹部中。因此,在雷达装置中使用具备作为凹透镜的电介质透镜的天线装置的情况下,有可能因尘埃及污垢而导致雷达装置的检测性能劣化。另一方面,根据第四实施方式的雷达装置,通过利用填充材料填充该凹部或孔,尘埃及污垢难以吸附和蓄积。即使尘埃和污垢吸附于电介质透镜,也能够容易地擦拭。因此,在雷达装置中使用第四实施方式的雷达装置的情况下,雷达装置能够可靠地检测出反射物。

[0119] 另外,在凹透镜的情况下,由于其周边部形成得较薄,因此机械上脆弱且容易破损。因而,在雷达装置中使用具备作为凹透镜的电介质透镜的天线装置的情况下,雷达装置的检测性能有可能由于破损而劣化。另一方面,根据第四实施方式的雷达装置,在电介质透镜中不存在比其他部分薄的部分,具有充分的机械强度,因此不易破损。因而,在雷达装置中使用第四实施方式的雷达装置的情况下,雷达装置能够可靠地检测出反射物。

[0120] 根据第四实施方式的雷达装置,能够使尘埃和污垢难以吸附和蓄积于电介质透镜,另外,能够使电介质透镜不易破损。

[0121] 根据第四实施方式的雷达装置,通过与平面22平行地形成填充材料29的表面,能够构成在其表面不具有突起、凹部或倾斜的平坦的电介质透镜。

[0122] [第五实施方式]

[0123] 图16是表示第五实施方式的雷达装置100的结构框图。雷达装置100具备天线装置10、信号发生器11、循环器12、混频器13、模拟/数字(AD)转换器14、信号分析器15以及障碍物识别器16。

[0124] 天线装置10具备天线模块1以及电介质透镜2。天线模块1包括作为发送天线进行动作的至少1个天线元件、和作为接收天线进行动作的至少1个天线元件。天线模块1可以将至少1个天线元件作为发送天线和接收天线共用,也可以单独设置作为发送天线进行动作的至少1个天线元件和作为接收天线进行动作的至少1个天线元件。天线模块1也可以具有可变的指向性。电介质透镜2可以与图1的电介质透镜2同样地构成,也可以与其他实施方式及变形例的电介质透镜2A~2M同样地构成。

[0125] 信号发生器11产生用于检测反射物R的无线频率信号,并将无线频率信号经由循

环器12发送至天线装置10,并且,将无线频率信号发送至混频器13。信号发生器11例如产生具有在时间上逐渐增大或减小的频率的线性调频(chirp)信号。

[0126] 天线装置10将从信号发生器11供给的无线频率信号作为雷达波朝向探测对象的空间辐射。天线装置10接收被反射物R反射的雷达波,并经由循环器12发送到混频器13。

[0127] 混频器13将从信号发生器11及天线装置10发送来的信号混合并发送至AD转换器14。

[0128] AD转换器14将从混频器13发送来的模拟信号转换为数字信号并发送至信号分析器15。

[0129] 信号发生器11、循环器12、混频器13以及AD转换器14是经由天线装置10收发雷达波的收发电路的一例。

[0130] 信号分析器15基于从AD转换器14发送来的信号(即,与接收到的雷达波对应的接收信号),决定以雷达装置100的位置为基准的反射物R的位置。信号分析器15例如使用高速傅立叶变换,将与接收到的雷达波对应的信号从时域变换为频域,并检测接收到的雷达波的频域的信号电平。信号分析器15检测接收到的雷达波的频率,并基于发送的雷达波的频率和接收到的雷达波的频率之差,推定从雷达装置100到反射物R的距离。另外,在天线模块1具备多个接收天线的情况下,信号分析器15基于多个接收信号,推定接收到的雷达波的到来方向。信号分析器15通过推定距离及到来方向,来决定反射物R的位置。

[0131] 障碍物识别器16判断反射物R是否为障碍物,并将判断结果输出到外部装置(未图示)。

[0132] 信号分析器15及障碍物识别器16是基于由收发电路收发的雷达波来检测反射物R的信号处理电路的一例。

[0133] 根据第五实施方式的雷达装置100,通过具备电介质透镜2,能够以简单的结构,在比只使用天线模块1的情况宽的角度范围内提供高的增益。

[0134] 图17是表示第五实施方式的变形例的雷达装置200的结构的框图。雷达装置200具备2个天线装置10-1、10-2来代替图16的雷达装置100的1个天线装置10及循环器12。

[0135] 天线装置10-1具备天线模块1-1以及电介质透镜2-1。天线模块1-1包括作为发送天线进行动作的至少1个天线元件。电介质透镜2-1可以与图1的电介质透镜2同样地构成,也可以与其他实施方式及变形例的电介质透镜2A~2M同样地构成。

[0136] 天线装置10-2包括天线模块1-2和电介质透镜2-2。天线模块1-2包括作为接收天线进行动作的至少1个天线元件。电介质透镜2-2可以与图1的电介质透镜2同样地构成,也可以与其他实施方式及变形例的电介质透镜2A~2M同样地构成。

[0137] 天线装置10-1将从信号发生器11供给的无线频率信号作为雷达波朝向探测对象的空间辐射。天线装置10-2接收被反射物R反射的雷达波,并经由循环器12发送到混频器13。

[0138] 雷达装置200的其他构成要素与图16的雷达装置100的对应的构成要素同样地动作。

[0139] 天线模块1-1、1-2中的至少一方也可以具有可变的指向性。天线模块1-1、1-2中的一方可以是无指向性,也可以具有固定的主波束方向。在天线模块具有可变的指向性的情况下,并且,在天线模块具有固定的主波束方向的情况下,电介质透镜都具有如下效果:通

过天线装置扩大能够进行通信的角度幅度。

[0140] 在天线模块1-1、1-2中的一方为无指向性的情况下,也可以省略与该天线模块对置的电介质透镜。这样,为了雷达波的发送及接收,也可以将具备电介质透镜的天线装置和不具有电介质透镜的天线装置组合使用。

[0141] 根据第五实施方式的变形例的雷达装置200,通过具备电介质透镜2-1、2-2,能够以简单的结构,在比只使用天线模块1-1、1-2的情况宽的角度范围内提供高的增益。

[0142] [小结]

[0143] 本公开的各方面所涉及的天线装置以及雷达装置也可以如下表现。

[0144] 根据本公开的一个方面,天线装置10、10A、10B具备:至少1个天线元件1a~1c;以及电介质透镜2、2A~2M,其包括透镜主体21、24、27,该透镜主体21、24、27由具有第一介电常数的第一电介质材料构成,具有相互对置的第一面和第二面。透镜主体21、24、27形成为,随着远离通过第一面以及第二面的中心的轴线A、Ab~Ah,使针对天线元件1a~1c的入射波或者来自天线元件1a~1c的入射波以逐渐变大的角度折射。

[0145] 根据本公开的一个方面,透镜主体24以如下方式在第一面或第二面具有多个孔26:通过去除随着接近轴线Ab~Ag而体积变大的第一电介质材料来使电介质透镜2B~2G、2J~2L的折射率随着接近轴线Ab~Ag而变小。

[0146] 根据本公开的一个方面,多个孔26分别具有随着接近轴线Ab、Ae而变小的间隔。

[0147] 根据本公开的一个方面,多个孔26分别具有随着接近轴线Ac、Af而变大的直径。

[0148] 根据本公开的一个方面,多个孔26随着接近轴线Ad、Ag而变深。

[0149] 根据本公开的一个方面,第一面和第二面彼此平行地形成。

[0150] 根据本公开的一个方面,电介质透镜2J~2L还包括填充材料29,该填充材料29由具有比第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充多个孔26。

[0151] 根据本公开的一个方面,第一面为平面,第二面为凹面。

[0152] 根据本公开的一个方面,电介质透镜2I还包括填充材料29,该填充材料29由具有比第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充于第二面。填充材料29的表面与第一面平行地形成。

[0153] 根据本公开的一个方面,第二面包括随着接近轴线Ah而到第一面的距离变小的多个区域。

[0154] 根据本公开的一个方面,第二面的多个区域分别与第一面平行地形成。

[0155] 根据本公开的一个方面,电介质透镜2M还包括填充材料29,该填充材料29由具有比第一介电常数小的第二介电常数的第二电介质材料构成,填充第二面的多个区域中的除了距第一面的距离最大的区域以外的区域的上方的空间。

[0156] 根据本公开的一个方面,雷达装置100、200具备:至少1个天线装置10、10A、10B;经由天线装置10、10A、10B收发雷达波的收发电路;以及基于由收发电路收发的雷达波来检测反射物的信号处理电路。

[0157] [产业上的可利用性]

[0158] 本公开的天线装置以及雷达装置以简单的结构,在比以往宽的角度范围内提供高的增益,能够可靠地检测出反射物。

[0159] 标号说明

- [0160] 1 天线模块
- [0161] 1a~1c 天线元件
- [0162] 1d 基板
- [0163] 2、2A~2M 电介质透镜
- [0164] 10、10A、10B 天线装置
- [0165] 11 信号发生器
- [0166] 12 循环器
- [0167] 13 混频器
- [0168] 14 模拟/数字(AD)转换器
- [0169] 15 信号分析器
- [0170] 16 障碍物识别器
- [0171] 21、24、27 透镜本体
- [0172] 22 第一面
- [0173] 23、25、28 第二面
- [0174] 26 孔
- [0175] 29 填充材料
- [0176] 100、200 雷达装置

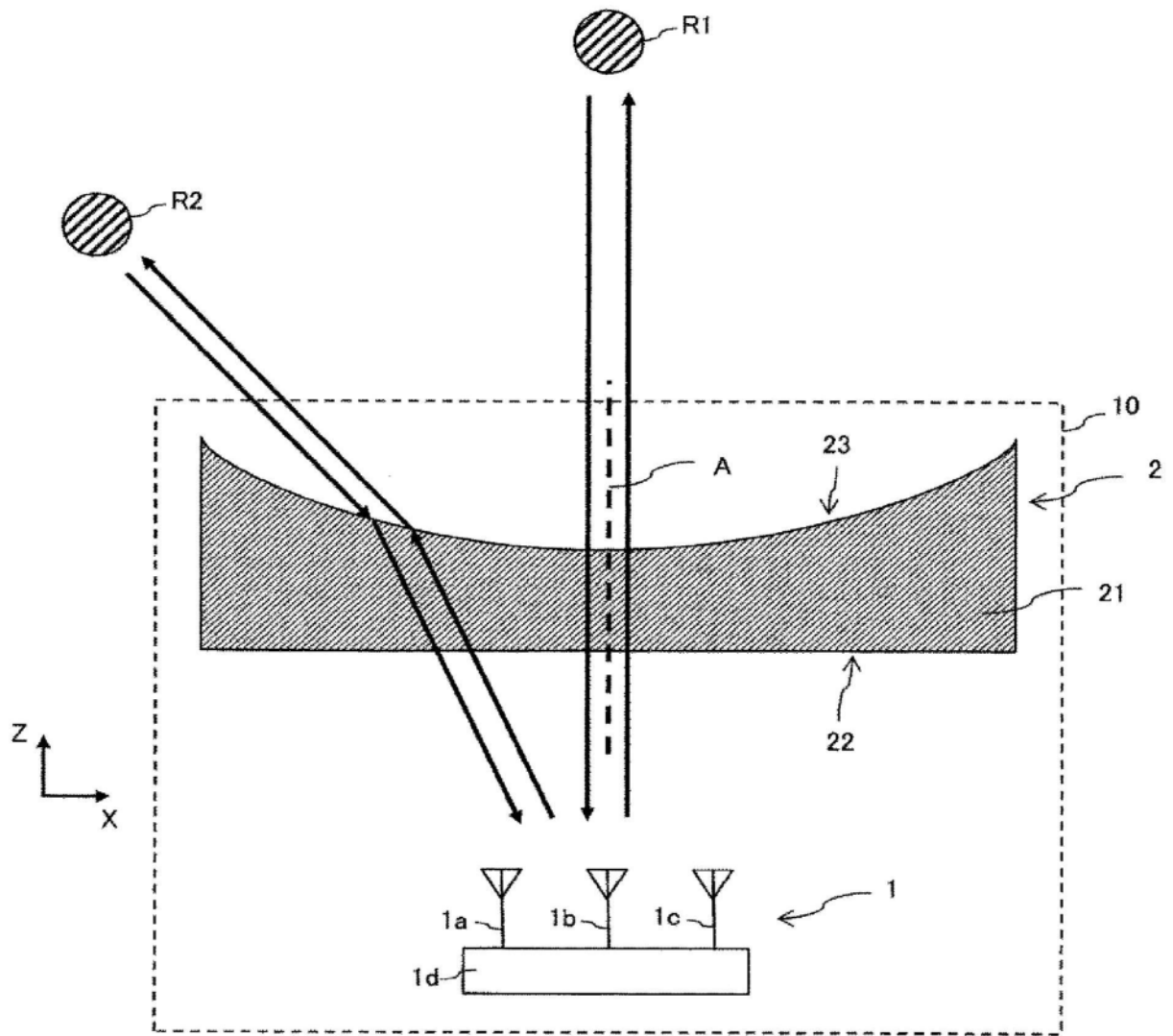


图1

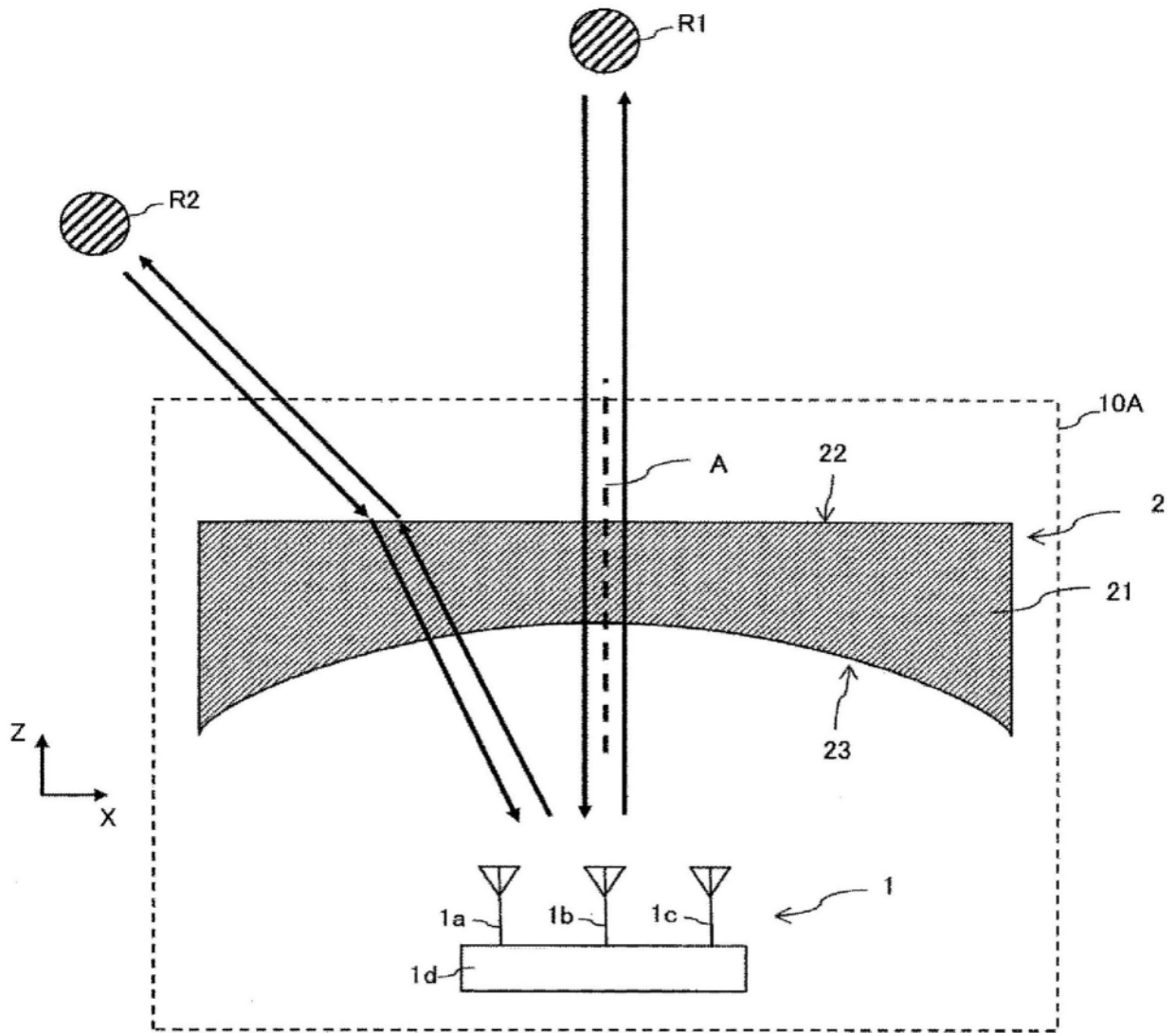


图2

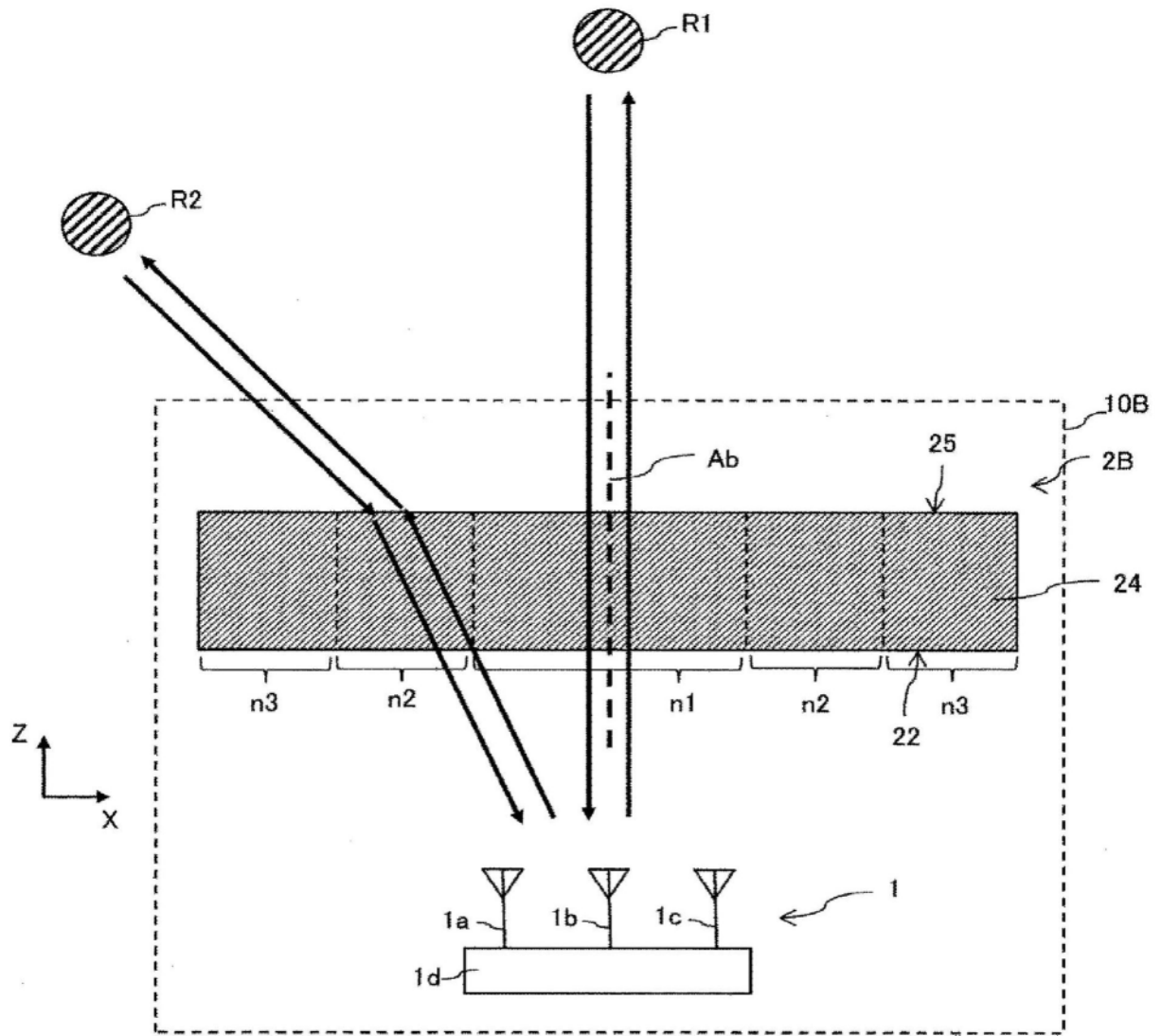


图3

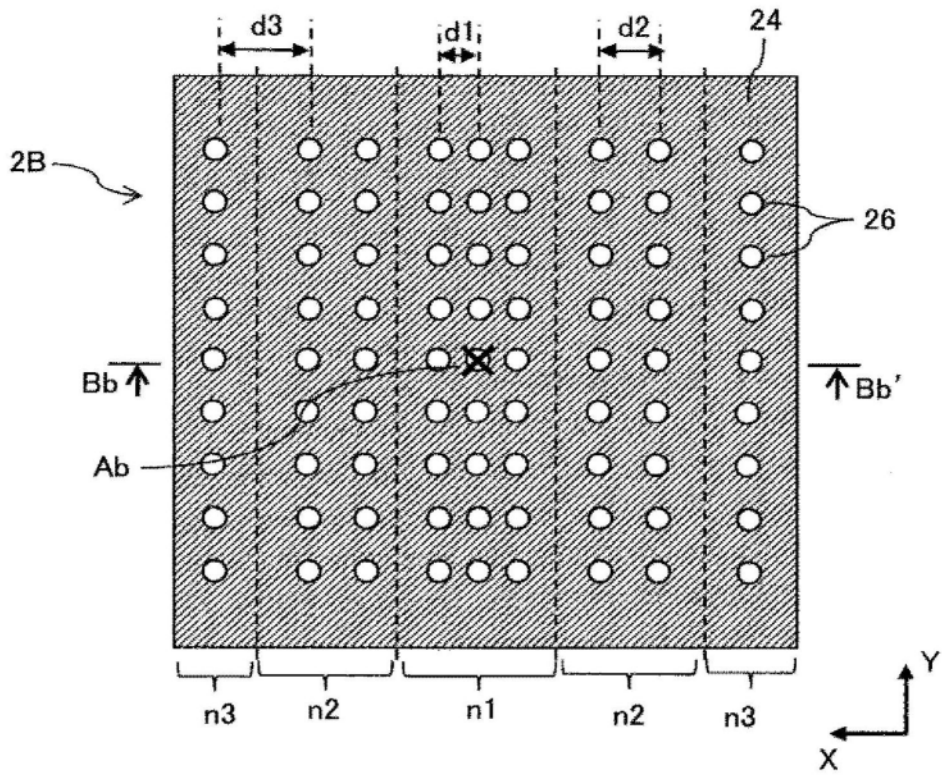


图4A

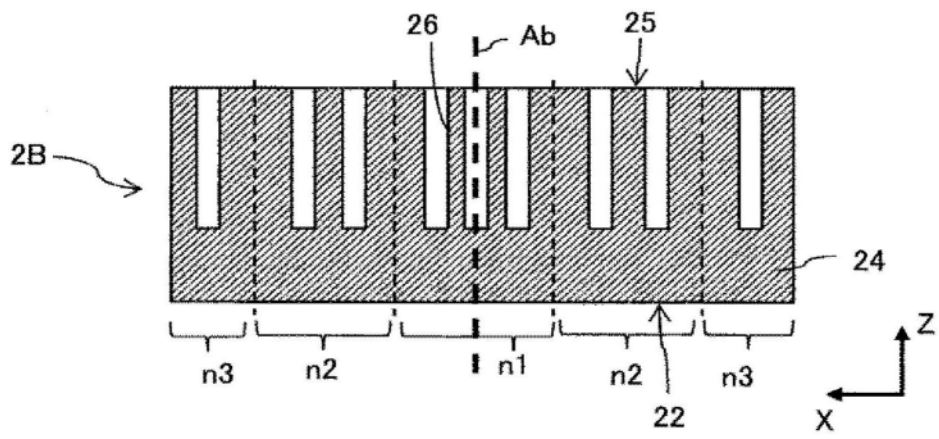


图4B

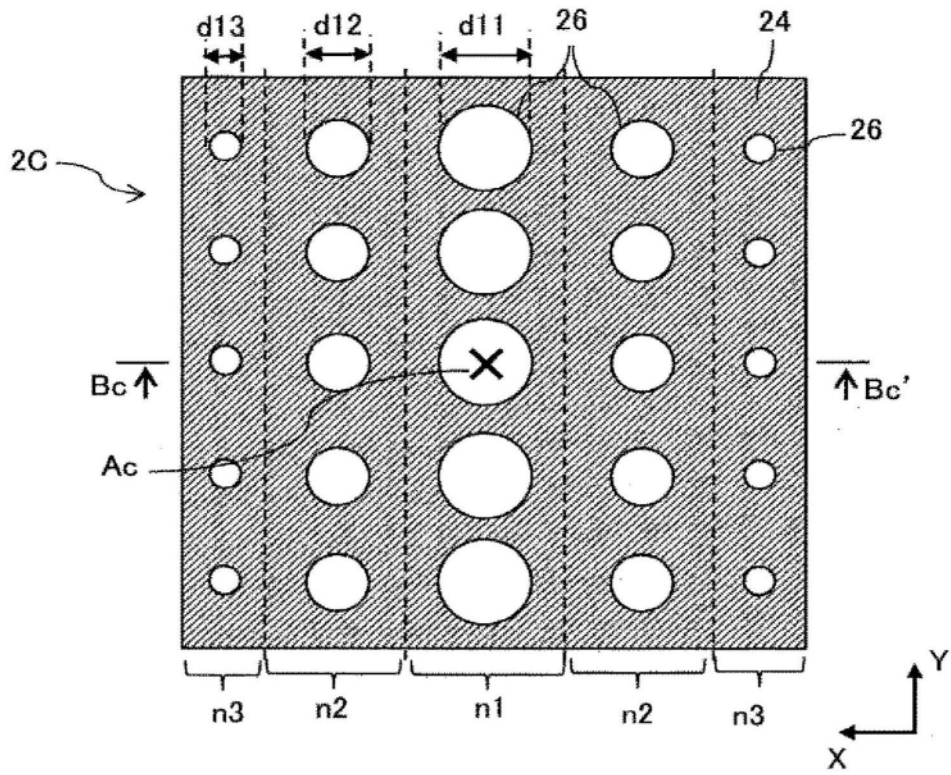


图5A

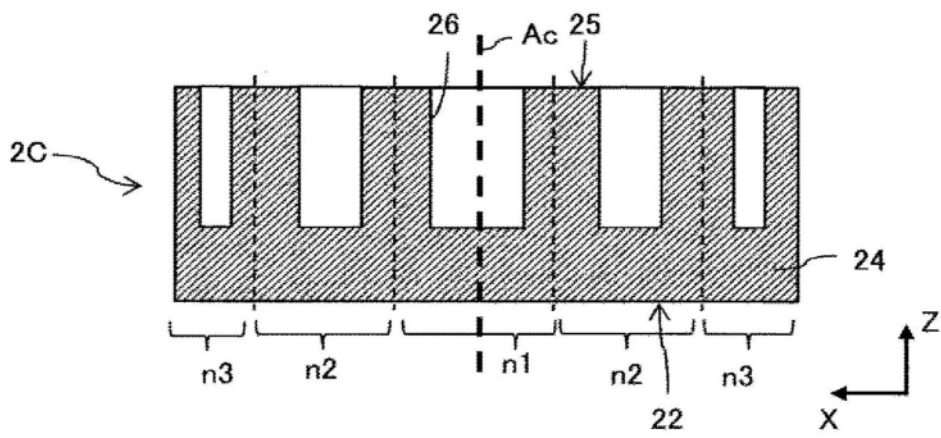


图5B

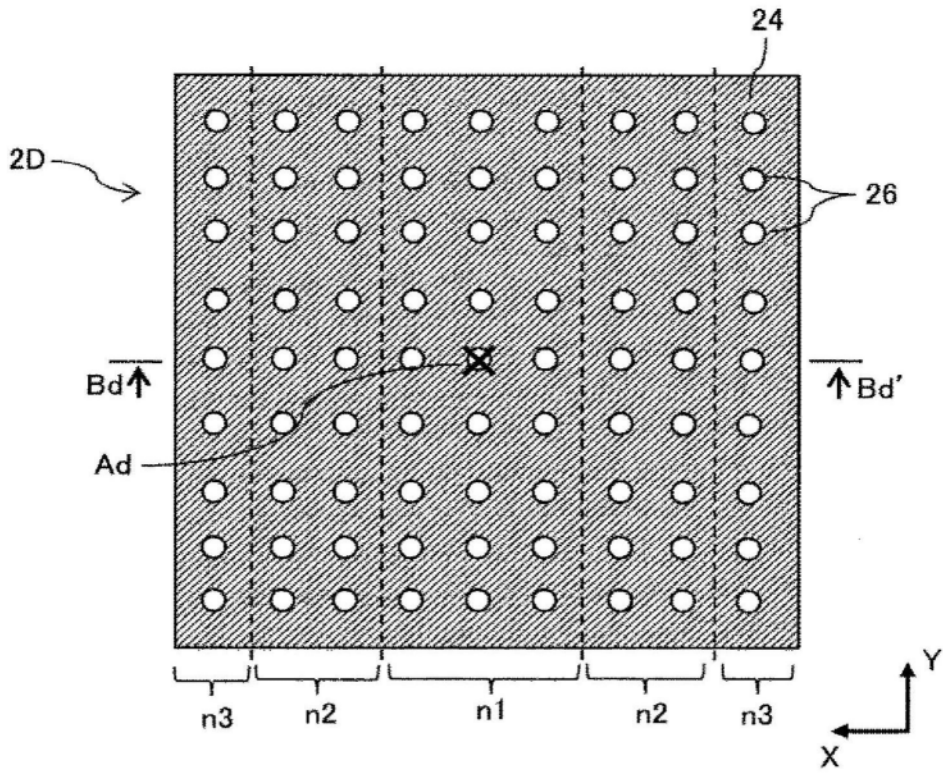


图6A

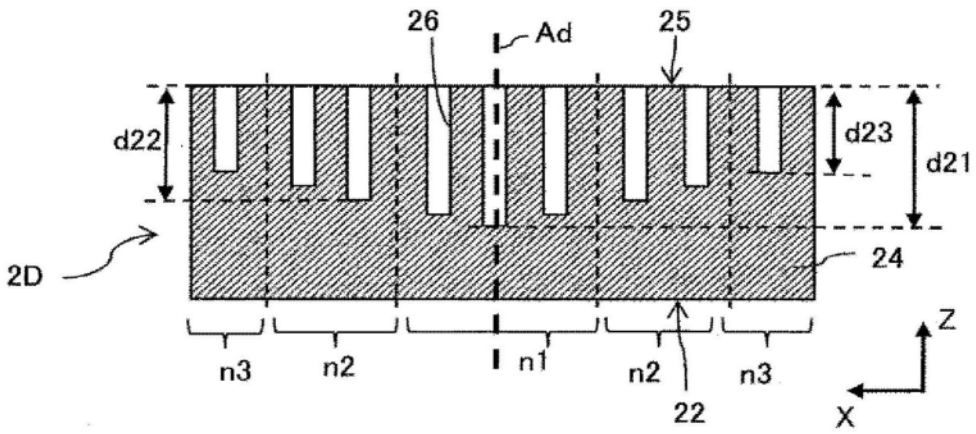


图6B

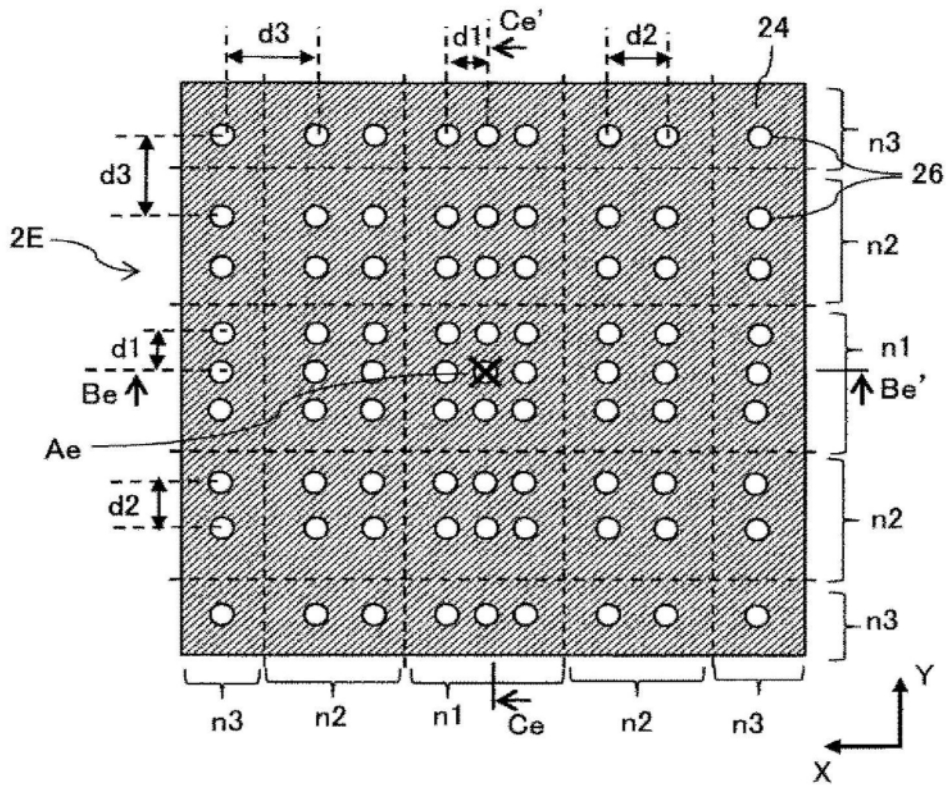


图7A

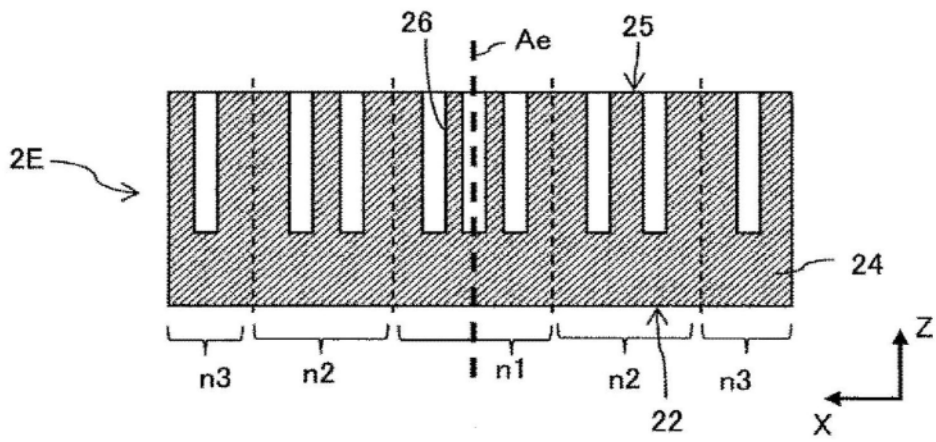


图7B

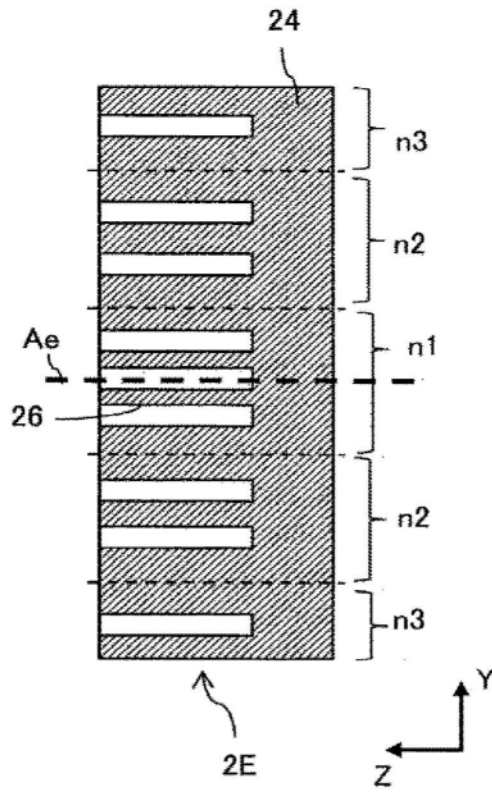


图7C

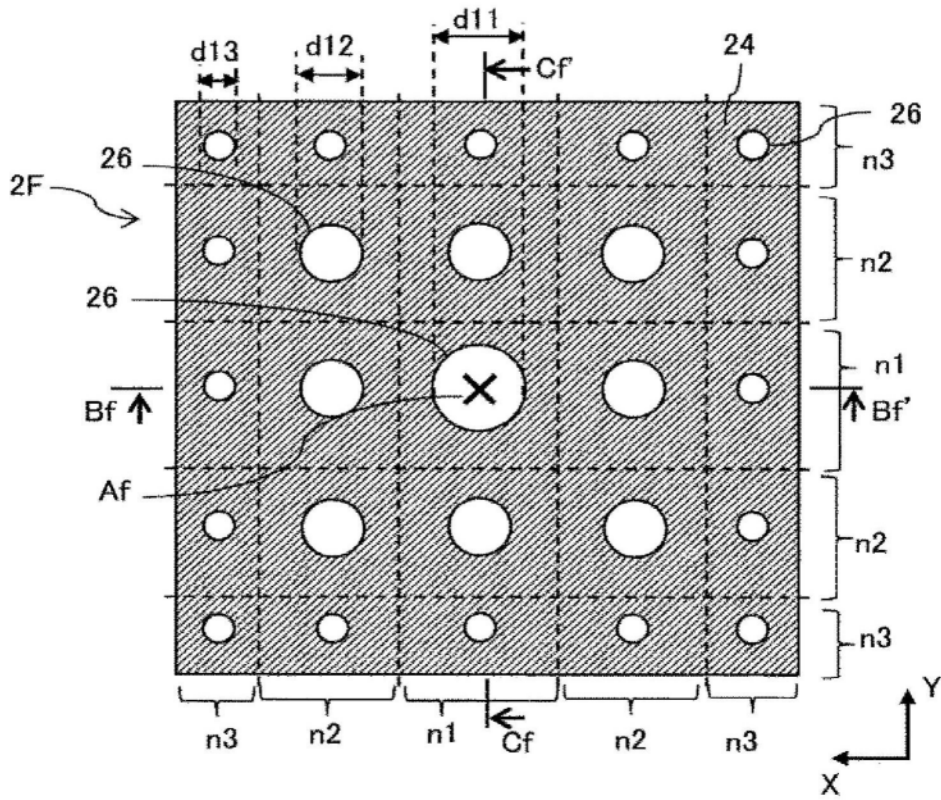


图8A

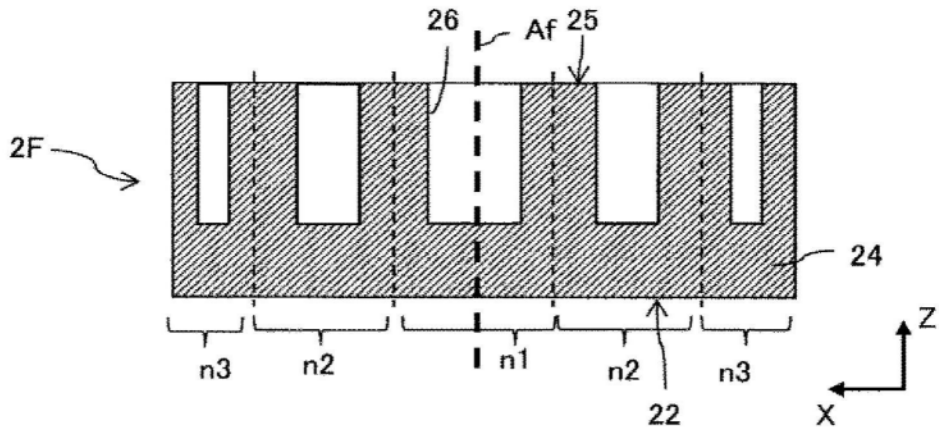


图8B

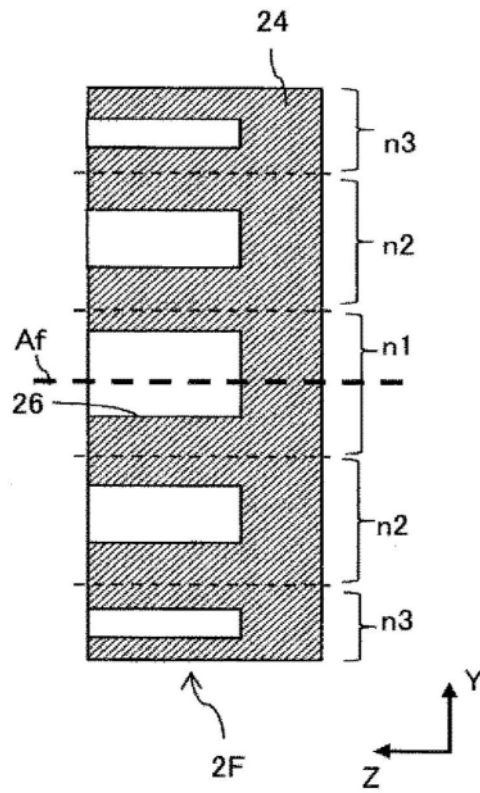


图8C

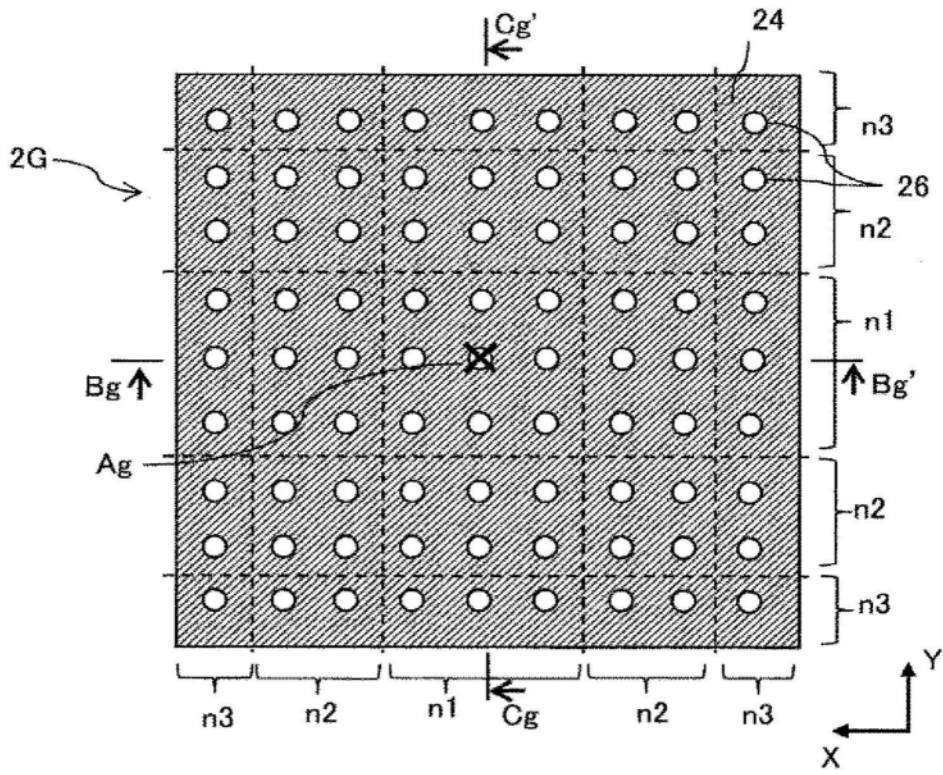


图9A

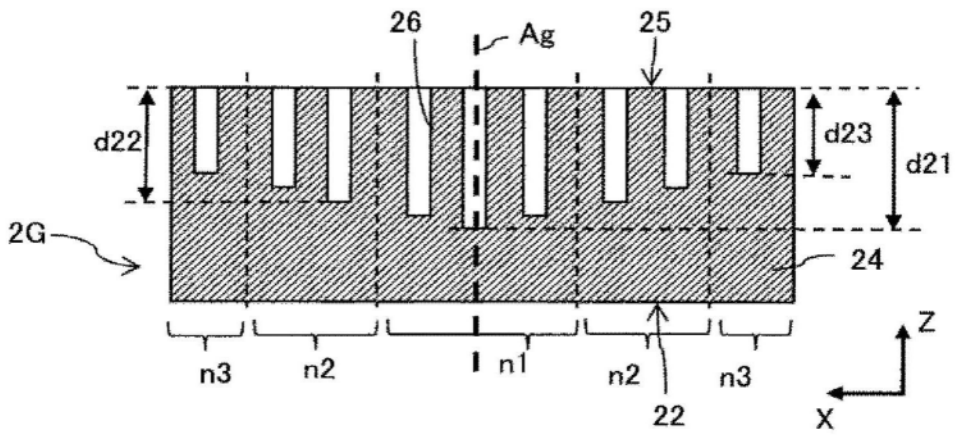


图9B

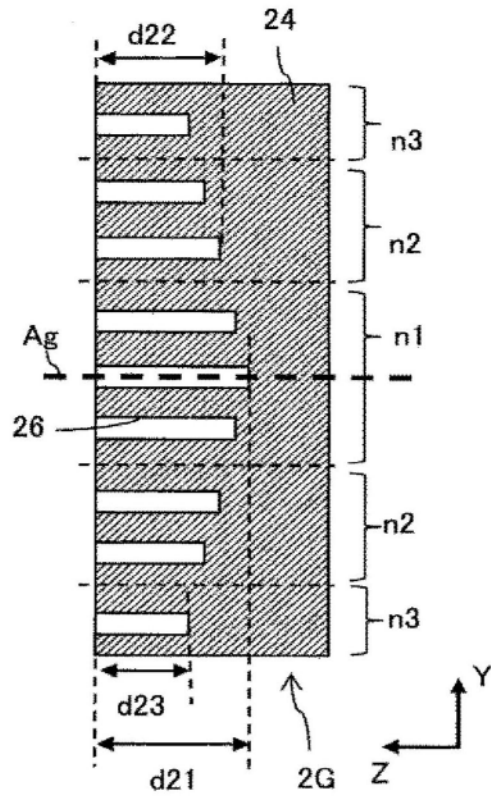


图9C

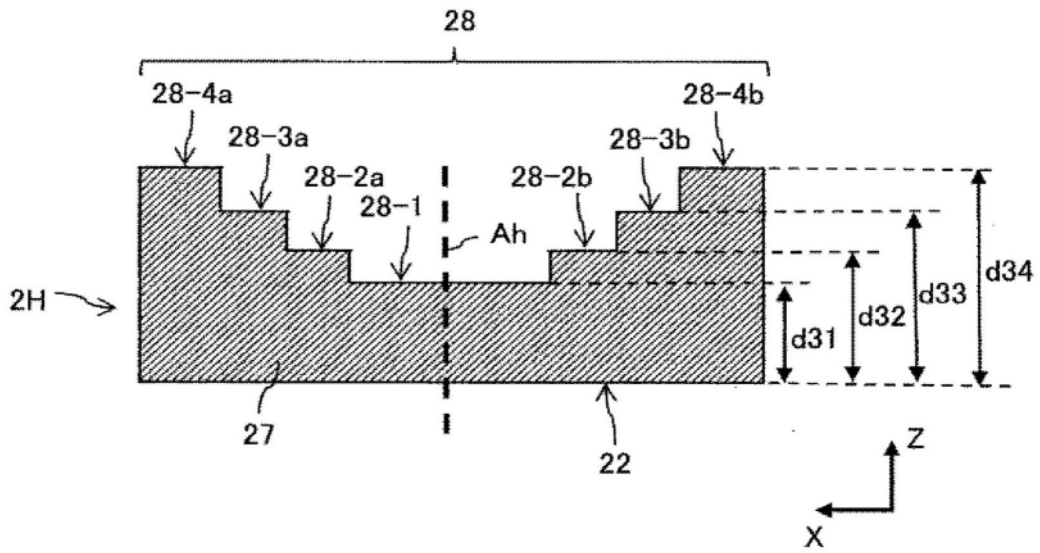


图10

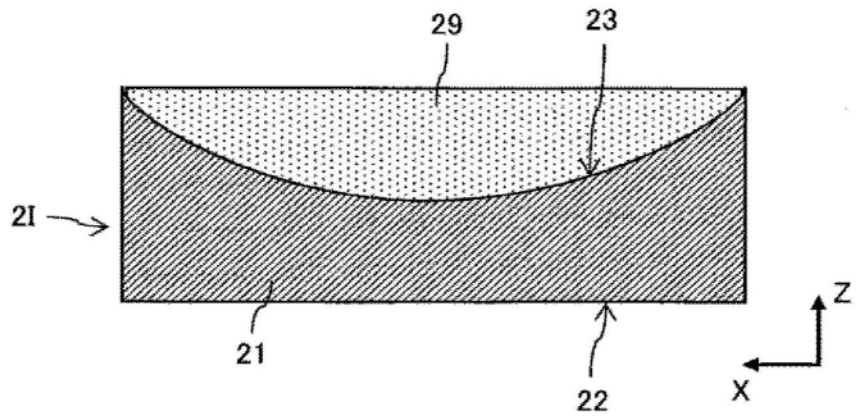


图11

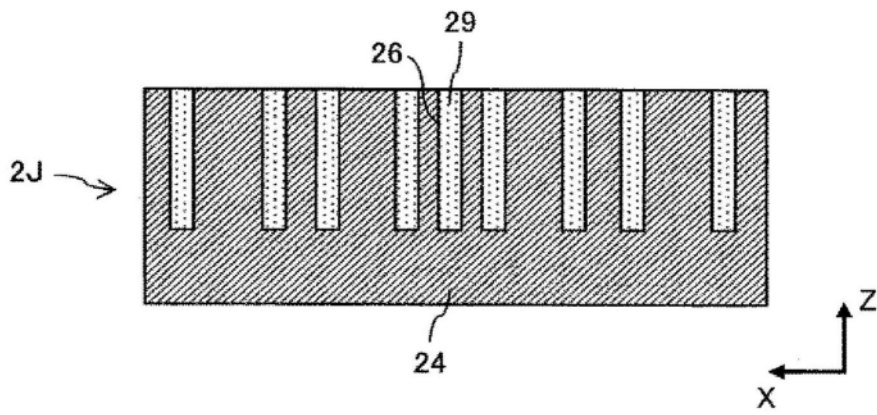


图12

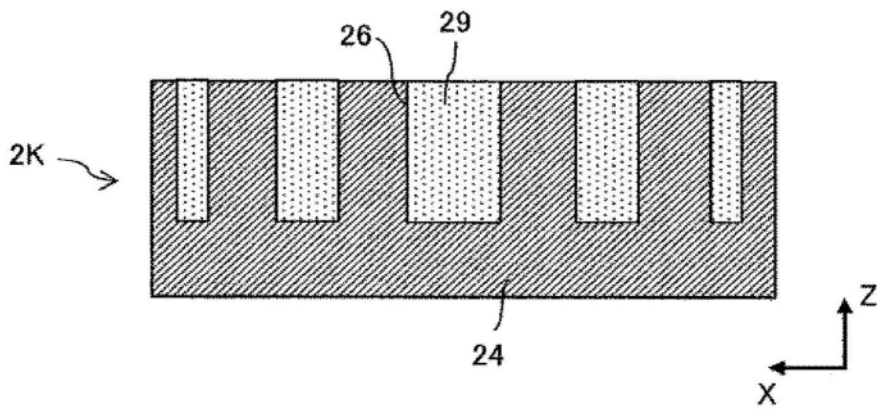


图13

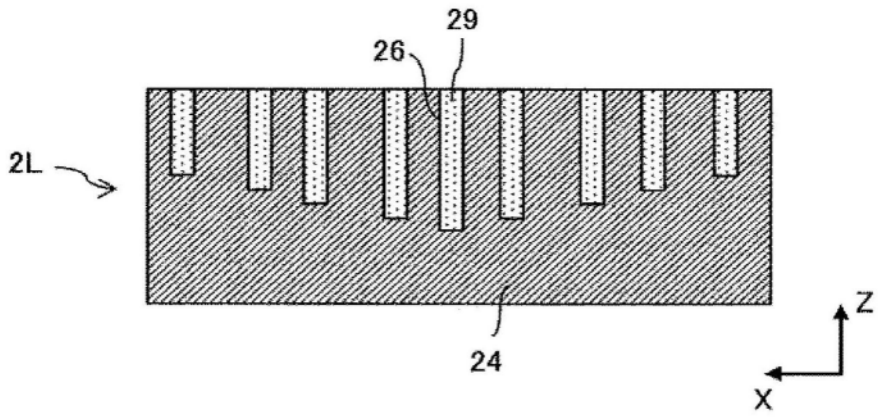


图14

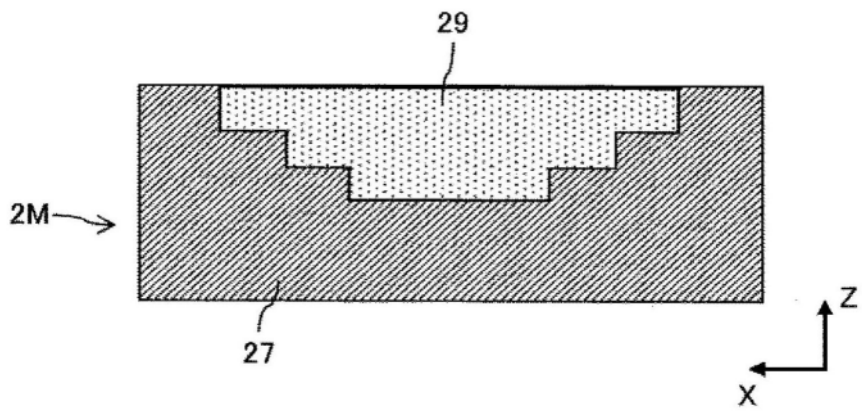


图15

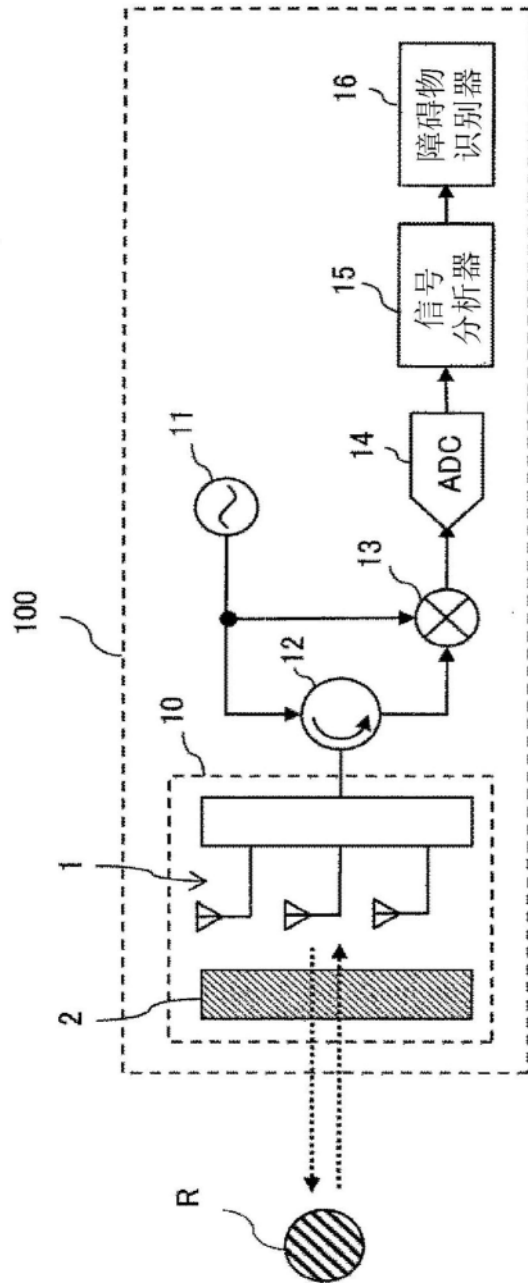


图16

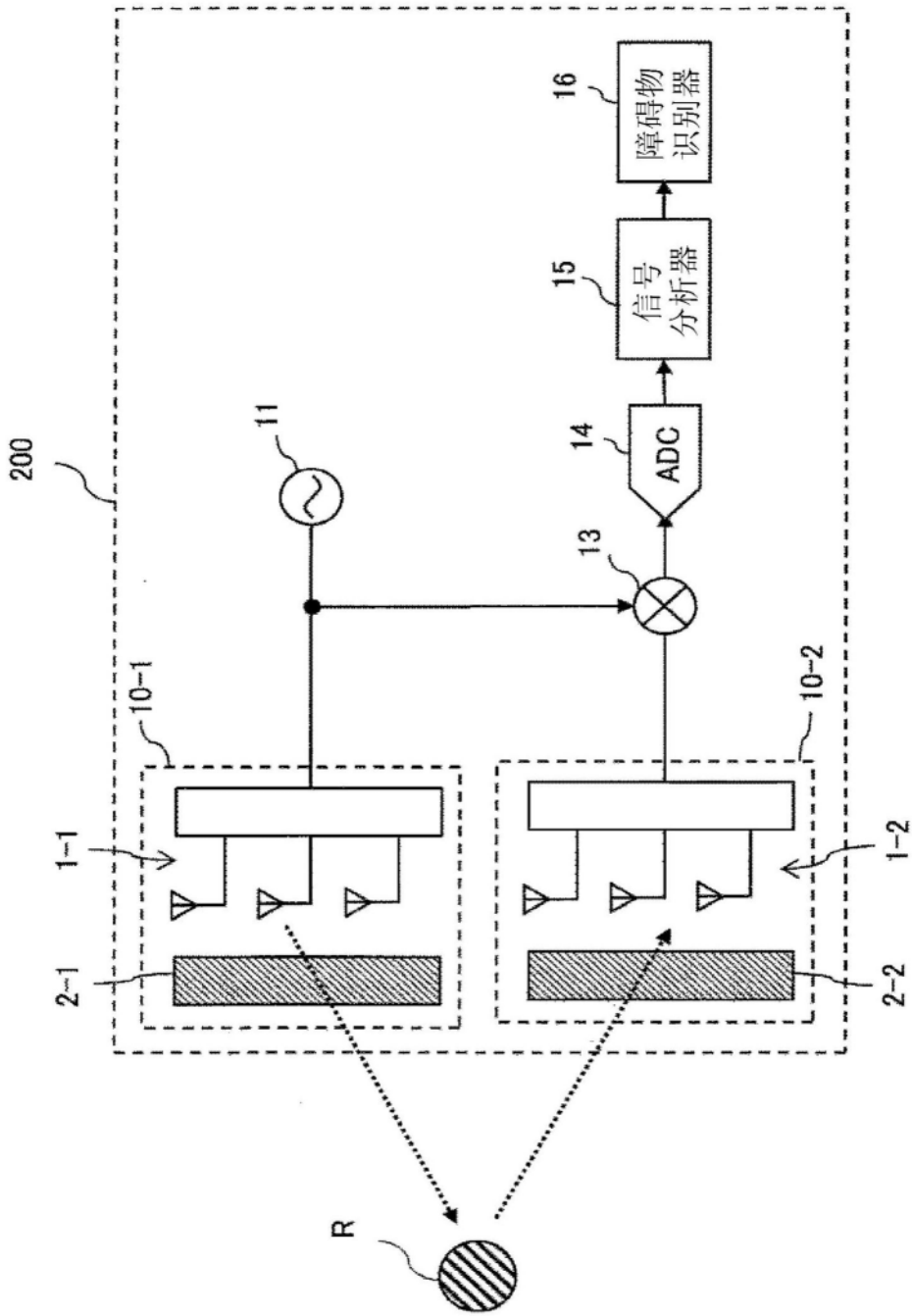


图17