



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111557062 A

(43)申请公布日 2020.08.18

(21)申请号 201980007434.5

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(22)申请日 2019.01.08

代理人 周宏志 卢英日

(30)优先权数据

2018-004232 2018.01.15 JP

(51)Int.Cl.

H01P 1/208(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.06

H01P 3/12(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2019/000228 2019.01.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/139003 JA 2019.07.18

(71)申请人 AGC株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 木寺信隆

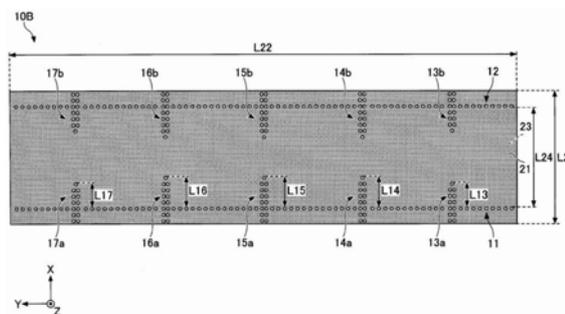
权利要求书2页 说明书10页 附图16页

(54)发明名称

滤波器

(57)摘要

本发明的滤波器具备导波路,该导波路形成于被导体壁包围的电介质,所述导体壁具有向所述导波路的内侧突出的至少一个控制壁,所述控制壁具有在所述控制壁的突出方向上的末端部和在所述突出方向上的中心部,所述末端部具有壁厚与所述中心部不同的壁部。



1. 一种滤波器,其中,
所述滤波器具备导波路,该导波路形成于被导体壁包围的电介质,
所述导体壁具有向所述导波路的内侧突出的至少一个控制壁,
所述控制壁具有在所述控制壁的突出方向上的末端部和在所述突出方向上的中心部,
所述末端部具有壁厚与所述中心部不同的壁部。
2. 根据权利要求1所述的滤波器,其中,
所述末端部具有壁厚比所述中心部薄的壁部。
3. 根据权利要求1所述的滤波器,其中,
所述末端部具有壁厚比所述中心部厚的壁部。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的滤波器,其中,
所述末端部具有:第一壁部,其包含所述突出方向上的突出端;和第二壁部,其位于所述第一壁部与所述中心部之间且壁厚与所述第一壁部不同。
5. 根据权利要求4所述的滤波器,其中,
所述第一壁部的在所述突出方向上的长度比所述第二壁部的在所述突出方向上的长度短。
6. 根据权利要求5所述的滤波器,其中,
在将所述第一壁部的在所述突出方向上的长度设为 $L3$ 、将所述第二壁部的在所述突出方向上的长度设为 $L2$ 时,
 $L3 / (L2 + L3)$ 小于0.2。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的滤波器,其中,
所述控制壁为排列成栅栏状的多个导体柱的组合,
由所述多个导体柱中的配置于距所述控制壁的在所述突出方向上的根部最远的位置的至少一个导体柱形成的壁厚,与由配置于距所述根部最近的位置的至少一个导体柱形成的壁厚不同。
8. 根据权利要求1~7中任一项所述的滤波器,其中,
所述控制壁为排列成栅栏状的多个导体柱的组合,
由所述多个导体柱中的配置于距所述控制壁的在所述突出方向上的根部第二远的位置的至少一个导体柱形成的壁厚,与由配置于距所述根部最近的位置的至少一个导体柱形成的壁厚不同。
9. 根据权利要求1~8中任一项所述的滤波器,其中,
所述控制壁为排列成栅栏状的多个导体柱的组合,
所述多个导体柱中的配置于距所述控制壁的在所述突出方向上的根部最远的位置的导体柱的数量,与配置于距所述根部最近的位置的导体柱的数量不同。
10. 根据权利要求1~9中任一项所述的滤波器,其中,
所述控制壁为排列成栅栏状的多个导体柱的组合,
所述多个导体柱中的配置于距所述控制壁的在所述突出方向上的根部最远的部位的至少一个导体柱的直径,与配置于距所述根部最近的位置的至少一个导体柱的直径不同。
11. 根据权利要求1~10中任一项所述的滤波器,其中,
所述导体壁具有相互对置的一对侧壁,

所述控制壁从所述一对侧壁分别突出。

12. 根据权利要求1~11中任一项所述的滤波器,其中,
所述控制壁在规定的方向上隔开间隔排列,
所述控制壁的在所述突出方向上的各长度按照其排列顺序递增或递减。

滤波器

技术领域

[0001] 本发明涉及滤波器。

背景技术

[0002] 以往,公知有在形成于夹在第一导体层与第二导体层之间的电介质层的导波路的内部形成有以规定的间隔配置的多个控制壁的SIW(Substrate Integrated Waveguide,基片集成波导)结构的滤波器(例如,参照专利文献1)。另外,还存在有在电介质导波管线路的一对侧面形成有以规定的间隔配置的多个狭缝的滤波器(例如,参照专利文献2的图16)。

[0003] 专利文献1:日本特开2015-207969号公报

[0004] 专利文献2:日本特开2005-020415号公报

[0005] 在上述那样的导波管滤波器的领域中,未发现用于实现期望的滤波器特性的高效的设计方法,难以将滤波器的特性调整至期望的滤波器特性。然而,本发明人发现了:与调整控制壁的根部的壁厚的情况相比,通过调整控制壁的末端部的壁厚,能够容易地调整至期望的滤波器特性。

发明内容

[0006] 因此,本公开提供一种容易调整为期望的滤波器特性的滤波器。

[0007] 本公开提供一种滤波器,其中,

[0008] 上述滤波器具备导波路,该导波路形成于被导体壁包围的电介质,

[0009] 上述导体壁具有向上述导波路的内侧突出的至少一个控制壁,

[0010] 上述控制壁具有在上述控制壁的突出方向上的末端部和在上述突出方向上的中心部,

[0011] 上述末端部具有壁厚与上述中心部不同的壁部。

[0012] 根据本公开所涉及的滤波器,容易调整为期望的滤波器特性。

附图说明

[0013] 图1是表示本公开所涉及的滤波器的结构的一个例子的立体图。

[0014] 图2是表示本公开所涉及的第一实施方式中的滤波器的俯视图。

[0015] 图3是表示由狭缝形成的控制壁的形状例(比较例)的俯视图。

[0016] 图4是表示由狭缝形成的控制壁的形状例的俯视图。

[0017] 图5是表示由狭缝形成的控制壁的形状例的俯视图。

[0018] 图6是表示由狭缝形成的控制壁的形状例的俯视图。

[0019] 图7是表示由狭缝形成的控制壁的形状例的俯视图。

[0020] 图8是表示本公开所涉及的第二实施方式中的滤波器的俯视图。

[0021] 图9是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例(比较例)的俯视图。

[0022] 图10是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。

- [0023] 图11是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0024] 图12是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0025] 图13是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0026] 图14是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0027] 图15是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0028] 图16是表示由多个导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0029] 图17是表示由狭缝和导体柱形成的控制壁的形状例的俯视图。
- [0030] 图18是表示在第一实施方式中的滤波器中,在变更了形成控制壁的狭缝的末端形状的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。
- [0031] 图19是表示在第二实施方式中的滤波器中,在变更了从控制壁的末端起第一个导体柱的形状的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。
- [0032] 图20是表示在第二实施方式中的滤波器中,在变更了从控制壁的末端起第二个导体柱的形状的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。
- [0033] 图21是表示在第二实施方式中的滤波器中,在变更了从控制壁的末端起第三个导体柱的形状的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。
- [0034] 图22是表示在第二实施方式中的滤波器中,在变更了从控制壁的末端起第四个导体柱的形状的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。

具体实施方式

[0035] 以下,对用于实施本发明的方式进行说明。此外,在以下的说明中,X轴方向、Y轴方向、以及Z轴方向分别表示与X轴平行的方向、与Y轴平行的方向、以及与Z轴平行的方向。X轴方向、Y轴方向以及Z轴方向相互正交。XY平面、YZ平面、以及ZX平面分别表示与X轴方向及Y轴方向平行的假想平面、与Y轴方向及Z轴方向平行的假想平面、以及与Z轴方向及X轴方向平行的假想平面。

[0036] 本公开所涉及的滤波器为具备形成于被导体壁包围的电介质的导波路的导波管滤波器,且对微波、毫米波等高频带(例如,0.3GHz~300GHz)的高频信号进行滤波。本公开所涉及的滤波器例如适合于在第五代移动通信系统(所谓的5G)以及车载雷达系统中,对与通过天线发送或接收的电波对应的高频信号进行滤波。

[0037] 图1是表示本公开所涉及的滤波器的结构的一个例子的立体图。图1所示的本公开所涉及的滤波器10为具备由第一导体层21、第二导体层22、以及夹在第一导体层21与第二导体层22之间的电介质23形成的SIW结构的带通滤波器。滤波器10使在Y轴方向上通过的规定的频带的高频信号通过,并截断该频带以外的频带的高频信号。

[0038] 第一导体层21和第二导体层22为与XY平面平行地配置的平面状的导体,且相互在Z轴方向上对置。第一导体层21和第二导体层22以Y轴方向为长边方向形成为矩形。作为第一导体层21和第二导体层22的材料,例如可列举银、铜等。

[0039] 电介质23以Y轴方向为长边方向形成为长方体状。虽然在图1中并未明示,但为了使导波路形成于电介质23,而在电介质23的X轴方向上对置的一对侧面、或在位于电介质23的内部且在X轴方向上对置的一对边界面形成有导体壁。作为电介质23的材料,例如可列举石英玻璃等玻璃、陶瓷、聚四氟乙烯等氟类树脂、液晶聚合物、以及环烯烃聚合物等。另外,

电介质23并不局限于固体,也可以为空气等气体。

[0040] 图2是表示本公开所涉及的第一实施方式中的滤波器的俯视图。图2所示的滤波器10A为图1的滤波器10的一个例子,并具备形成于被导体壁包围的电介质23的导波路。包围电介质23的导体壁具有:上侧导体壁,其相当于第一导体层21;下侧导体壁,其相当于第二导体层22;以及一对侧面导体壁41、42,其形成于电介质23的X轴方向上对置的一对侧面。

[0041] 被一对侧面导体壁41、42、上侧导体壁以及下侧导体壁包围的电介质部分,作为沿Y轴方向延伸以便沿Y轴方向引导电磁波的导波路发挥功能。

[0042] 一对侧面导体壁41、42分别在导波路的内侧具有沿X轴方向突出的多个控制壁。第一实施方式中的滤波器10A具备:控制壁43a~47a,其从第一侧面导体壁41朝向第二侧面导体壁42突出;和控制壁43b~47b,其从第二侧面导体壁42朝向第一侧面导体壁41突出。上述控制壁分别由表面被导体覆盖的导体狭缝形成。对于各导体狭缝而言,具有与上侧导体壁连接的上端和与下侧导体壁连接的下端,例如相当于通过切削等方式设置于电介质23的狭缝的表面被导体包覆的部位。

[0043] 另外,上述控制壁例如形成为与平行于XY平面的上侧导体壁以及下侧导体壁正交,且与平行于YZ平面的一对侧面导体壁41、42正交(即,形成为与ZX平面平行)。控制壁43a~47a例如在相邻的控制壁间沿Y轴方向隔开间隔且等间隔地形成,且以从第一侧面导体壁41朝向第二侧面导体壁42突出的方式形成。同样地,控制壁43b~47b例如在相邻的控制壁间沿Y轴方向隔开间隔且等间隔地形成,且以从第二侧面导体壁42朝向第一侧面导体壁41突出的方式形成。即,图2所示的X轴方向是表示控制壁43a~47a、43b~47b的每一个的突出方向。

[0044] 例如,一对控制壁43a、43b、一对控制壁44a、44b、一对控制壁45a、45b、一对控制壁46a、46b以及一对控制壁47a、47b分别形成于同一ZX平面内。此外,上述一对控制壁的每一个的位置也可以沿Y轴方向彼此偏移。

[0045] L43~L47分别表示控制壁43a~47a的在X轴方向上的长度。控制壁43a~47a分别被设定为从导波路中传输的电磁波观察时可看成壁的长度,作为对导波路中传输的电磁波进行反射的柱壁发挥功能。针对控制壁43b~47b也可以设定为相同的长度。

[0046] 另外,对于一对侧面导体壁41、42之间的间隔L41,在将导波管中传输的电磁波的波长(管内波长)设为 λ_g 时优选为与 $\lambda_g/2$ 相同的程度。另外,对于在Y轴方向上相邻的控制壁间的间隔,在将导波管中传输的电磁波的波长(管内波长)设为 λ_g 时优选为与 $\lambda_g/2$ 相同的程度。

[0047] 控制壁43a~47a沿Y轴方向隔开间隔排列,控制壁43a~47a的在X轴方向上的各长度也可以按照控制壁43a~47a的在Y轴方向上的排列顺序递增或递减。由此,能够对抑制导波管中传输的电磁波的反射损耗的程度进行高精度的调整。例如,L47、L46、L45按照该顺序递增,L44、L43按照该顺序递减。同样地,在Y轴方向上隔开间隔排列的控制壁43b~47b的在X轴方向上的各长度,也按照控制壁43b~47b的在Y轴方向上的排列按顺序递增或递减,由此能够对抑制导波管中传输的电磁波的反射损耗的程度进行高精度的调整。此外,也可以将各控制壁的在X轴方向上的长度设定为彼此相同的尺寸。

[0048] 控制壁43a~47a、43b~47b由在X轴方向上对置的一对控制壁和在Y轴方向上相邻的一对控制壁构成沿Y轴方向排列的约 $\lambda_g/2$ 长度的多个谐振器(将导波管中传输的电磁波

的波长(管内波长)设为 λ_g)。上述谐振器间的耦合通过各控制壁的在X轴方向上的长度和在Y轴方向上的宽度(壁厚)来调整,从而对作为滤波器的反射特性以及频率特性赋予影响。这样,滤波器10A为具有形成于在Y轴方向上相邻的控制壁间的多级(在图2的情况下为4级)的谐振器的带通滤波器。

[0049] 图3是表示第一实施方式中的控制壁的一个比较例即控制壁48A的形状的俯视图。控制壁48A具有矩形的狭缝形状。因此,控制壁48A的末端部的壁厚W1与控制壁48A的中心部的壁厚W3相同。

[0050] 与此相对,图4~7所示的控制壁48B~48E的末端部分别具有壁厚与各个控制壁的中心部不同的壁部。控制壁48B~48E分别为第一实施方式中的控制壁43a~47a、43b~47b的每一个的一个实施例。

[0051] 控制壁48B具有沿X轴方向突出的突出端被倒圆的末端部,该末端部具有比控制壁48B的中心部的壁厚W3薄的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁48B的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为包含圆弧状的突出端的半圆部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁48B的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1厚的壁厚W3的部分。

[0052] 控制壁48C具有楔形的末端部,该末端部具有比控制壁48C的中心部的壁厚W3薄的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁48C的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为包含锐角的突出端的三角部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁48C的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1厚的壁厚W3的部分。

[0053] 控制壁48D具有沿X轴方向突出的突出端被缩小为矩形的末端部,该末端部具有比控制壁48D的中心部的壁厚W3薄的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁48D的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为包含矩形状的突出端的直线部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁48D的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1厚的壁厚W3的部分。

[0054] 控制壁48E具有沿X轴方向突出的突出端被扩大为矩形状的末端部,该末端部具有比控制壁48E的中心部的壁厚W3厚的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁48E的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为包含矩形状的突出端的直线部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁48E的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1薄的壁厚W3的部分。

[0055] 这样,图4~7的控制壁48B~48E的末端部分别具有壁厚与各个控制壁的中心部不同的壁部。在以壁厚在末端部、中心部以及根部相同的图3的控制壁48A为基准时,如图4~7那样使壁厚在末端部和中心部不同的情况与使壁厚在根部和中心部不同的情况相比,能够容易地调整为期望的滤波器特性。这是因为,由于电场最集中的是导波管的中央部分,因此可以想到通过改变位于该中央部分附近的末端部的壁厚,使电场分布容易变化。即,在调整控制壁的末端部的壁厚的情况下,与调整距导波管的中央部分比较远的控制壁的根部的壁厚的情况相比,电场分布容易大幅变化,从而能够容易地调整为期望的滤波器特性。其结果,与调整控制壁的根部的壁厚的情况相比,滤波器10A的滤波器特性的设计自由度提高。

[0056] 例如,如图4~6那样在末端部的壁厚比中心部的壁厚薄的情况下,与如图3那样末端部的壁厚与中心部的壁厚相同的情况相比,能够扩大滤波器10A的通过特性的带宽(高频

信号能够通过滤波器10A的频带)。相反地,在如图7那样末端部的壁厚比中心部的壁厚厚的情况下,与如图3那样末端部的壁厚与中心部的壁厚相同的情况相比,能够缩小滤波器10A的通过特性的带宽(高频信号能够通过滤波器10A的频带)。

[0057] 另外,本发明者发现即使第一壁部的在X轴方向上的长度L3比第二壁部的在X轴方向上的长度L2短,也能够容易地调整为期望的滤波器特性。另外,本发明者发现即使 $L3/(L2+L3)$ 小于0.2,也能够容易地调整为期望的滤波器特性。

[0058] 此外,控制壁的中心部表示将控制壁的在突出方向上的长度L1进行二等分的中心线30所通过的部分,控制壁的末端部是指控制壁的在突出方向上的突出端与控制壁的中心部之间的部分,控制壁的根部表示其控制壁从导体壁开始突出的部分。L1、L2以及L3分别表示控制壁的在X轴方向上的长度、第二壁部的在X轴方向上的长度、以及第一壁部的在X轴方向上的长度。另外,第一壁部与第二壁部的分界相当于壁厚变化的部位。

[0059] 图8是表示本公开所涉及的第二实施方式中的滤波器的俯视图。图8所示的滤波器10B为图1的滤波器10的一个例子,且具备形成于被导体壁包围的电介质23的导波路。此外,第二实施方式中的与第一实施方式相同的结构以及效果的说明通过引用上述的说明而省略。

[0060] 在第二实施方式中,包围电介质23的导体壁具有:上侧导体壁,其相当于第一导体层21;下侧导体壁,其相当于第二导体层22;一对柱壁11、12,其形成于电介质23的在X轴方向上对置的一对边界面。

[0061] 被一对柱壁11、12、上侧导体壁以及下侧导体壁包围的电介质部分,作为沿Y轴方向延伸以便沿Y轴方向引导电磁波的导波路发挥功能。

[0062] 一对柱壁11、12分别为排列成栅栏状的多个导体柱的组合。各导体柱为具有与上侧导体壁连接的上端和与下侧导体壁连接的下端的柱状导体,例如为形成于沿Z轴方向贯通电介质23的贯通孔的孔壁面的导体镀层。

[0063] 一对柱壁11、12分别在导波路的内侧具有沿X轴方向突出的多个控制壁。第二实施方式中的滤波器10B具备:控制壁13a~17a,其从第一柱壁11朝向第二柱壁12突出;和控制壁13b~17b,其从第二柱壁12朝向第一柱壁11突出。上述控制壁分别为排列成栅栏状的多个导体柱的组合。各导体柱为具有与上侧导体壁连接的上端和与下侧导体壁连接的下端的柱状导体,例如为形成于沿Z轴方向贯通电介质23的贯通孔的孔壁面的导体镀层。各控制壁既可以由配置成多列(在图8的情况下为两列)的多个导体柱形成,也可以由配置成一列的多个导体柱形成。

[0064] L13~L17分别表示控制壁13a~17a的在X轴方向上的长度。控制壁13a~17a中的各导体柱以比导波路中传输的电磁波的波长足够短的间隔配置。控制壁13a~17a中的导体柱与第一柱壁11中的导体柱的间隔也设定为比导波路中传输的电磁波的波长足够短。控制壁13a~17a分别被设定为从导波路中传输的电磁波观察时可看成壁的长度,并作为反射导波路中传输的电磁波的柱壁发挥功能。针对控制壁13b~17b也可以设定为相同的长度。

[0065] 另外,对于一对柱壁11、12之间的间隔L24,在将导波管中传输的电磁波的波长(管内波长)设为 λ_g 时优选为与 $\lambda_g/2$ 相同的程度。另外,对于在Y轴方向上相邻的控制壁间的间隔,在将导波管中传输的电磁波的波长(管内波长)设为 λ_g 时优选为与 $\lambda_g/2$ 相同的程度。

[0066] 这样,滤波器10B为具有形成于在Y轴方向上相邻的控制壁间的多级(在图2的情况

下为4级)的谐振器的带通滤波器。

[0067] 图9是表示第二实施方式中的控制壁的一个比较例即控制壁18A的形状的俯视图。控制壁18A具有矩形的柱形状。因此,控制壁18A的末端部的壁厚W1与控制壁18A的中心部的壁厚W3相同。

[0068] 与此相对,图10~16所示的控制壁18B~18H的末端部分别具有壁厚与各个控制壁的中心部不同的壁部。控制壁18B~18H分别为第二实施方式中的控制壁13a~17a、13b~17b的每一个的一个实施例。

[0069] 控制壁18B具有由形成沿X轴方向突出的突出端的两个导体柱19a形成的壁厚比形成中心部的两个导体柱19c所形成的壁厚窄的末端部。即,其末端部具有比控制壁18B的中心部的壁厚W3薄的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁18B的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为由配置于距控制壁18B的在X轴方向上的根部最远的位置的两个导体柱19a、和配置于距控制壁18B的在X轴方向的根部第二远的位置的两个导体柱19b形成的部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁18B的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1厚的壁厚W3的部分。另外,由配置于距根部最远的位置的两个导体柱19a形成的壁厚W1,比配置于距该根部最近的位置的两个导体柱19d形成的壁厚薄。

[0070] 控制壁18C具有由形成沿X轴方向突出的突出端的长孔状的一个导体柱19a形成的壁厚比形成中心部的两个导体柱19c所形成的壁厚窄的末端部。即,该末端部具有比控制壁18C的中心部的壁厚W3薄的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁18C的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为由配置于距控制壁18C的在X轴方向上的根部最远的位置的一个导体柱19a、和配置于距控制壁18C的在X轴方向的根部第二远的位置的两个导体柱19b形成的部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁18C的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1厚的壁厚W3的部分。另外,由配置于距根部最远的位置的一个导体柱19a形成的壁厚W1比由距该根部最近的位置的两个导体柱19d形成的壁厚薄。

[0071] 控制壁18D具有由形成沿X轴方向突出的突出端的正圆形的一个导体柱19a形成的壁厚比形成中心部的两个导体柱19c所形成的壁厚窄的末端部。即,该末端部具有比控制壁18D的中心部的壁厚W3薄的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁18D的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为由配置于距控制壁18D的在X轴方向上的根部最远的位置的一个导体柱19a和配置于距控制壁18D的在X轴方向的根部第二远的位置的两个导体柱19b形成的部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁18D的中心部之间的直线部分,具有比壁厚W1厚的壁厚W3的部分。另外,由配置于距根部最远的位置的一个导体柱19a形成的壁厚W1比由配置于距该根部最近的位置的两个导体柱19d形成的壁厚薄。

[0072] 控制壁18E具有由形成沿X轴方向突出的突出端的两个导体柱19a形成的壁厚比形成中心部的两个导体柱19c所形成的壁厚宽的末端部。即,该末端部具有比控制壁18E的中心部的壁厚W3厚的壁厚W1的壁部。具体而言,控制壁18E的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为由配置于距控制壁18E的在X轴方向上的根部最远的位置的两个导体柱19a和配置于距控制壁18E的在X轴方向上的根部第二远的位置的两个导体柱19b形成的部分,且具有壁厚W1的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁18E的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚W1薄的壁厚W3的部分。另外,由配置于距根部最远的位置的两个导

体柱19a形成的壁厚 $W1$ 比由配置于距该根部最近的位置的两个导体柱19d形成的壁厚厚。

[0073] 控制壁18F除第一壁部的壁厚 $W1$ 比控制壁18E的情况厚的点以外与控制壁18E结构相同。

[0074] 控制壁18G具有由形成沿X轴方向突出的突出端的一个导体柱19a形成的壁厚比形成中心部的一个导体柱19c所形成的壁厚窄的末端部。即,该末端部具有比控制壁18G的中心部的壁厚 $W3$ 薄的壁厚 $W1$ 的壁部。具体而言,控制壁18G的末端部具有壁厚彼此不同的第一壁部和第二壁部。第一壁部为由配置于距控制壁18G的在X轴方向的根部最远的位置的一个导体柱19a和配置于距控制壁18G的在X轴方向的根部第二远的位置的一个导体柱19b形成的部分。第一壁部具有与一个导体柱19a的直径相当的壁厚 $W1$ 的部分。第二壁部为位于第一壁部与控制壁18G的中心部之间的直线部分,且具有比壁厚 $W1$ 厚的壁厚 $W3$ 的部分。第二壁部例如具有与一个导体柱19c的直径相当的壁厚 $W3$ 的部分。另外,配置于距根部最远的位置的一个导体柱19a的直径比配置于距该根部最近的位置的一个导体柱19d的直径小。因此,由一个导体柱19a形成的壁厚比由一个导体柱19d形成的壁厚薄。

[0075] 控制壁18H除以下点以外与控制壁18G的结构相同,即具有由形成沿X轴方向突出的突出端的一个导体柱19a形成的壁厚比形成中心部的一个导体柱19c所形成的壁厚宽的末端部。配置于距根部最远的位置的一个导体柱19a的直径比配置于距该根部最近的位置的一个导体柱19d的直径大。因此,由一个导体柱19a形成的壁厚比由一个导体柱19d形成的壁厚厚。

[0076] 这样,图10~16的控制壁18B~18H的末端部分别具有壁厚与各个控制壁的中心部不同的壁部。在以壁厚在末端部、中心部以及根部相同的图9的控制壁18A为基准时,如图10~16那样使壁厚在末端部和中心部不同的情况与使壁厚在根部和中心部不同的情况相比,能够容易地调整为期望的滤波器特性。其理由与第一实施方式相同。因此,与调整控制壁的根部的壁厚的情况相比,滤波器10B的滤波器特性的设计自由度提高。

[0077] 例如,在如图10~12、15那样末端部的壁厚比中心部的壁厚薄的情况下,与如图9那样末端部的壁厚和中心部的壁厚相同的情况相比,能够扩大滤波器10B的通过特性的带宽(高频信号能够通过滤波器10B的频带)。相反地,在如图13、14、16那样末端部的壁厚比中心部的壁厚厚的情况下,与如图9那样末端部的壁厚和中心部的壁厚相同的情况相比,能够缩小滤波器10B的通过特性的带宽(高频信号能够通过滤波器10A的频带)。

[0078] 另外,在本公开所涉及的滤波器中,各控制壁也可以由至少一个导体狭缝和至少一个导体柱形成。例如,图17所示的控制壁49由具有壁厚 $W3$ 的一个导体狭缝49b和具有比壁厚 $W1$ 小的壁厚 $W1$ 的一个导体柱49a形成。此外,在图17中,壁厚 $W1$ 也可以比壁厚 $W3$ 大。与上述情况同样地,如图17那样使壁厚在末端部和中心部不同的情况下,与使壁厚在根部和中心部不同的情况相比,能够容易地调整为期望的滤波器特性。

[0079] 此外,切线31为用于规定第一壁部和第二壁部的边界(壁厚变化的部位)的假想直线,表示第一壁部与第二壁部的切线。

[0080] 图18是表示在第一实施方式中的滤波器中,变更了形成控制壁的狭缝的末端形状的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。图18示出有在将图3~5的控制壁48A~48C分别应用于图2的滤波器10A的控制壁的情况下的滤波器特性(作为S参数之一的通过特性 S_{21})。在末端部的壁厚比中心部的壁厚薄的控制壁48B、48C的情况下,与末端部的壁厚与中

心部的壁厚相同的控制壁48A的情况相比,能够使滤波器10A的通过特性的带宽(高频信号能够通过滤波器10A的频带)在低域侧扩大。

[0081] 此外,对于图18的模拟时的图2~5的各部分的尺寸而言,若将单位设为mm,则

[0082] L41:4.2

[0083] L42:17.75

[0084] L43:1.0

[0085] L44:1.3

[0086] L45:1.35

[0087] L46:1.3

[0088] L47:1.0

[0089] 滤波器10A的左端与控制壁47a(47b)之间的X轴方向的距离:2.35

[0090] 控制壁47a(47b)与控制壁46a(46b)之间的X轴方向的距离:2.8

[0091] 控制壁46a(46b)与控制壁45a(45b)之间的X轴方向的距离:3.1

[0092] 控制壁45a(45b)与控制壁44a(44b)之间的X轴方向的距离:3.1

[0093] 控制壁44a(44b)与控制壁43a(43b)之间的X轴方向的距离:2.8

[0094] 控制壁43a(43b)与滤波器10A的右端之间的X轴方向的距离:2.35

[0095] W3(图3~5):0.25

[0096] L3(图4、5):0.125。

[0097] 在X轴方向上对置的一对控制壁的各部分的尺寸彼此相同。另外,在模拟中,使用有限元素法(Finite Element Method(FEM)),作为电介质23的材料,假定了石英玻璃(相对介电常数 $\epsilon_r=3.85$ 、介电损耗角正切 $\tan\delta=0.0005$)。

[0098] 图19是表示在第二实施方式中的滤波器中,在变更了从控制壁的末端起第一个导体柱19a的的情况下的滤波器特性的变化的一个例子的图。图19示出有在将图9~14的控制壁18A~18F分别应用于图8的滤波器10B的控制壁的情况下的滤波器特性(通过特性S21)。在末端部的壁厚比中心部的壁厚薄的控制壁18B~18D的情况下,与末端部的壁厚和中心部的壁厚相同的控制壁18A的情况相比,能够使滤波器10A的通过特性的带宽(高频信号能够通过滤波器10A的频带)在低域侧扩大。在末端部的壁厚比中心部的壁厚厚的控制壁18E、18F的情况下,与末端部的壁厚和中心部的壁厚相同的控制壁18A的情况相比,能够缩小滤波器10A的通过特性的带宽(高频信号能够通过滤波器10A的频带)的低域侧。

[0099] 图20是表示在第二实施方式中的滤波器中,在变更了从控制壁的末端起第二个导体柱19b的的情况下的滤波器特性(通过特性S21)的变化的一个例子的图。即,18Bb表示在图10的控制壁18B中置换了导体柱19a和导体柱19b的结构控制壁。18Cb表示在图11的控制壁18C中置换了导体柱19a和导体柱19b的结构控制壁。18Db表示在图12的控制壁18D中置换了导体柱19a和导体柱19c的结构控制壁。18Eb表示在图13的控制壁18E中置换了导体柱19a和导体柱19c的结构控制壁。18Fb表示在图14的控制壁18F中置换了导体柱19a和导体柱19c的结构控制壁。

[0100] 图21是表示在第二实施方式中的滤波器中变更从控制壁的末端起第三个导体柱19c的的情况下的滤波器特性(通过特性S21)的变化的一个例子的图。与上述同样地,18Bc、18Cc、18Dc、18Ec、18Fc分别表示在图10~14的控制壁18B~18F中置换了导体柱19a和

导体柱19c的结构的控制壁。

[0101] 图22是表示在第二实施方式中的滤波器中在变更了从控制壁的末端起第四个导体柱19d的的情况下的滤波器特性(通过特性S21)的变化的一例子的图。与上述同样地,18Bd、18Cd、18Dd、18Ed、18Fd分别表示在图10~14的控制壁18B~18F中,置换了导体柱19a和导体柱19d的结构的控制壁。

[0102] 如图19~22所示,越接近控制壁的根部,即使变更由导体柱形成的壁部的壁厚,通过特性S21也几乎不变化。这样,表示以下情况,即使壁厚在末端部和中心部不同的情况与使壁厚在根部和中心部不同的情况相比,能够容易地调整为期望的滤波器特性。

[0103] 此外,对于图19~22的模拟时的图8~14的各部分的尺寸而言,若单位设为mm,则

[0104] L13:0.9

[0105] L14:1.2

[0106] L15:1.25

[0107] L16:1.2

[0108] L17:0.9

[0109] L21:4.8(此外,滤波器特性由L24决定)

[0110] L22:17.75

[0111] L24:4.0

[0112] 滤波器10B的左端与控制壁17a(17b)之间的X轴方向的距离:2.35

[0113] 控制壁17a(17b)与控制壁16a(16b)之间的X轴方向的距离:2.8

[0114] 控制壁16a(16b)与控制壁15a(15b)之间的X轴方向的距离:3.1

[0115] 控制壁15a(15b)与控制壁14a(14b)之间的X轴方向的距离:3.1

[0116] 控制壁14a(14b)与控制壁13a(13b)之间的X轴方向的距离:2.8

[0117] 控制壁13a(13b)与滤波器10B的右端之间的X轴方向的距离:2.35

[0118] W3(图9~14):0.25

[0119] L3(图9~14):0.3

[0120] W1(图10):0.231

[0121] W1(图11):0.175

[0122] W1(图12):0.100

[0123] W1(图13):0.412

[0124] W1(图14):0.475。

[0125] 在X轴方向上对置的一对控制壁的各部分的尺寸彼此相同。另外,在模拟中,使用有限元素法(Finite Element Method(FEM)),作为电介质23的材料,假定了石英玻璃(相对介电常数 $\epsilon_r=3.85$,介电损耗角正切 $\tan\delta=0.0005$)。

[0126] 以上,通过实施方式对滤波器进行了说明,但本发明并不限于上述的实施方式。可以在本发明的范围内进行与其他实施方式的一部分或全部的组合或置换等各种变形以及改良。

[0127] 例如,导体壁所具有的控制壁的数量不限于多个,也可以为一个。

[0128] 本国际申请主张基于2018年1月15日申请的日本国专利申请第2018-004232号的优先权,在本国际申请中引用日本国专利申请第2018-004232号的全部内容。

[0129] 附图标记说明

[0130] 10、10A、10B...滤波器;11、12...柱壁;13a~17a、13b~17b、43a~47a、43b~47b...控制壁;21...第一导体层;22...第二导体层;23...电介质;41、42...侧面导体壁。

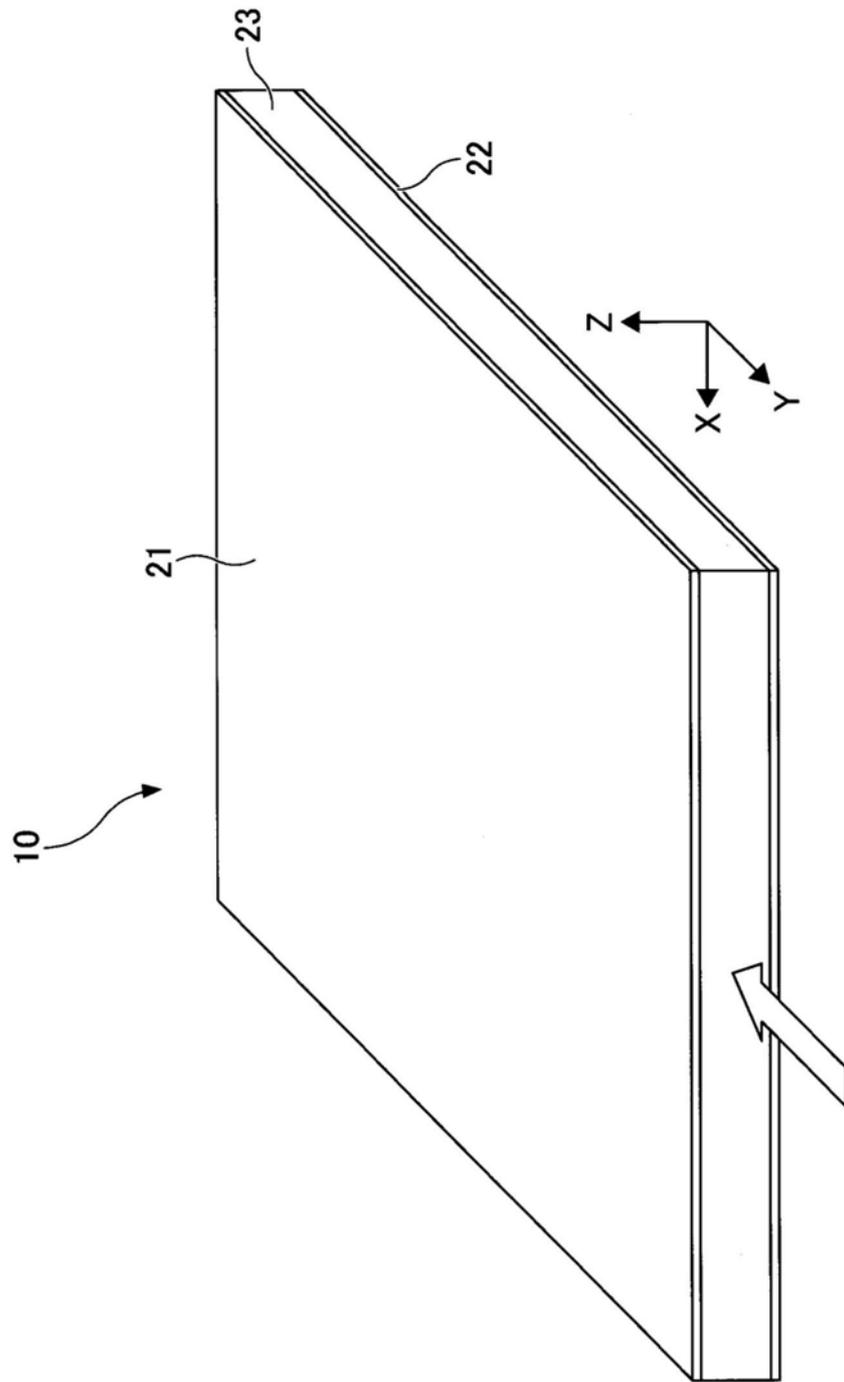


图1

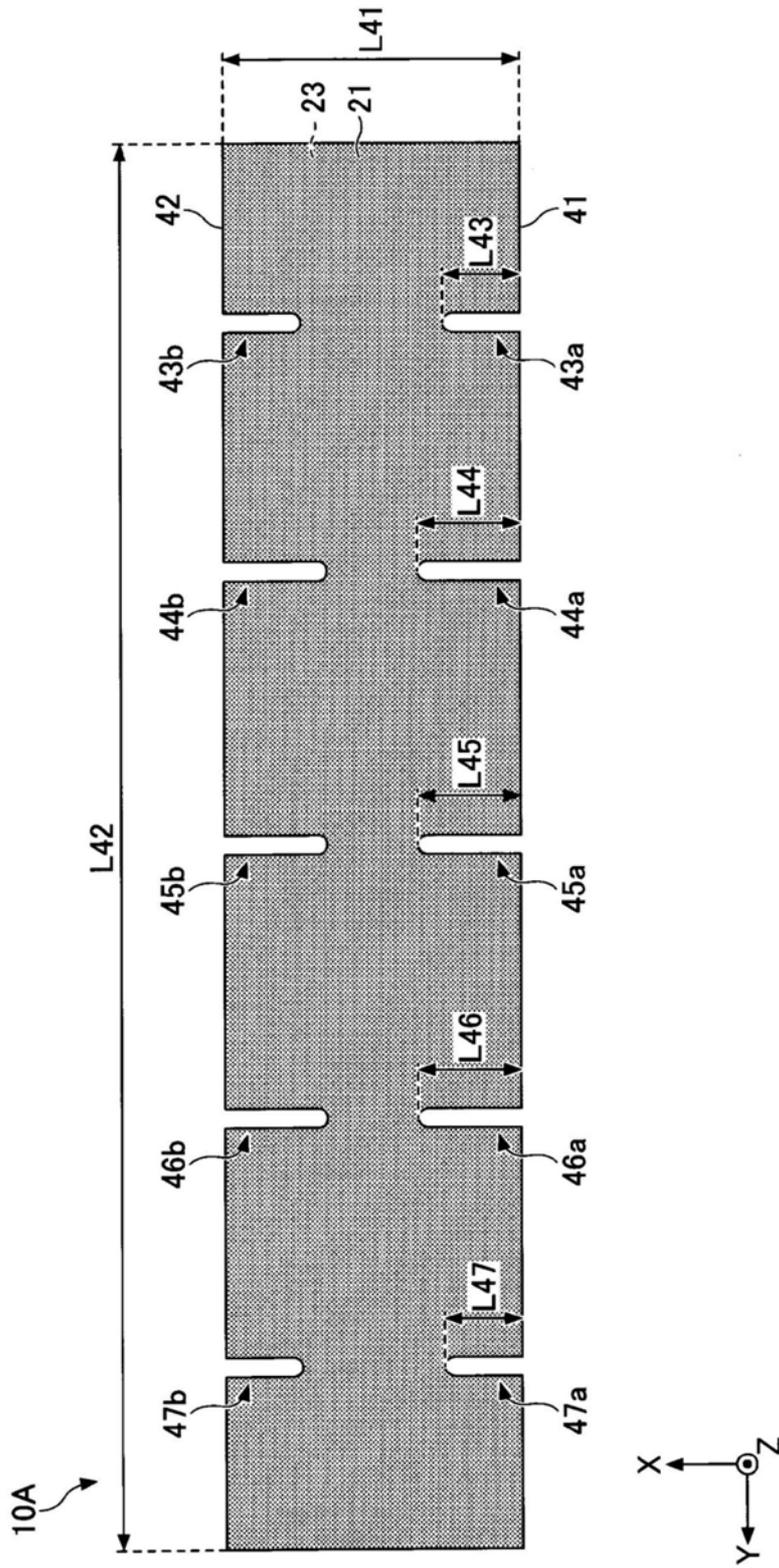


图2

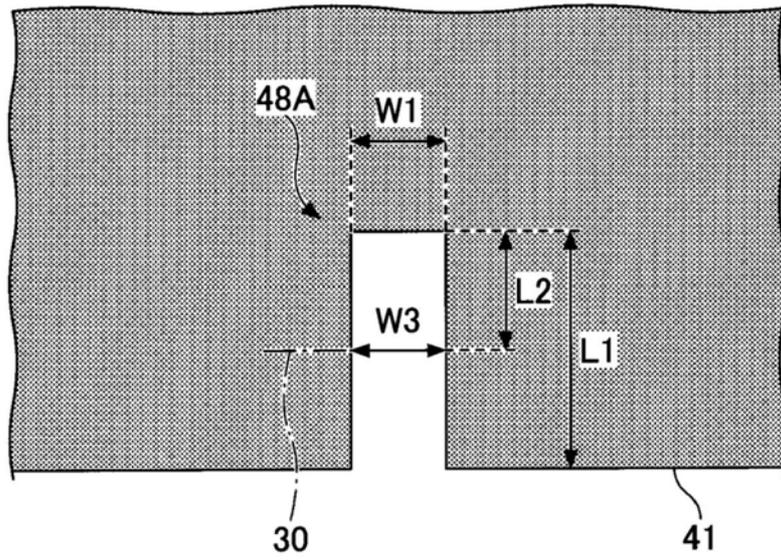


图3

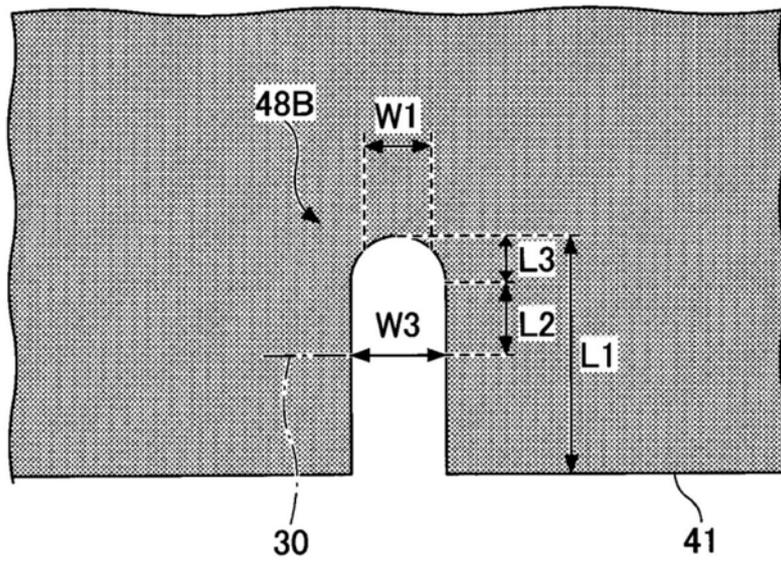


图4

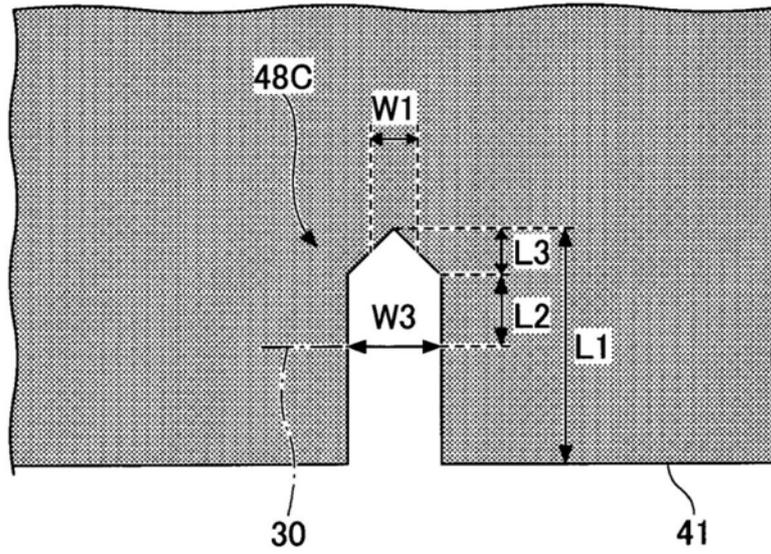


图5

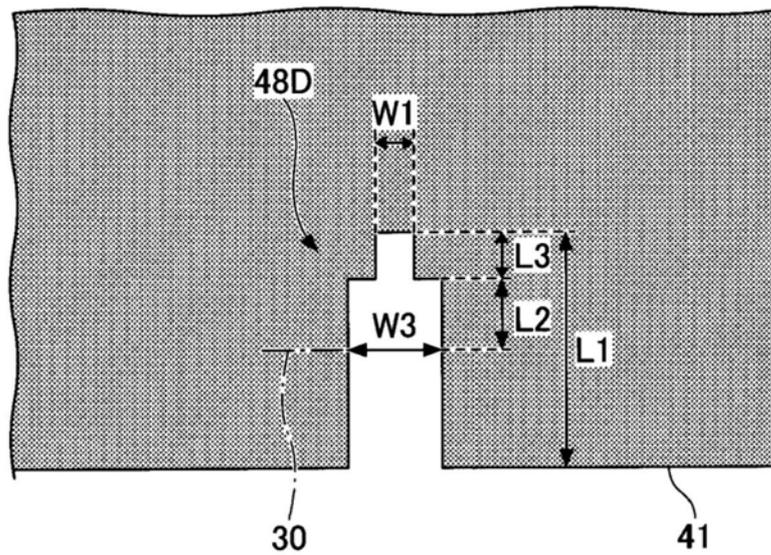


图6

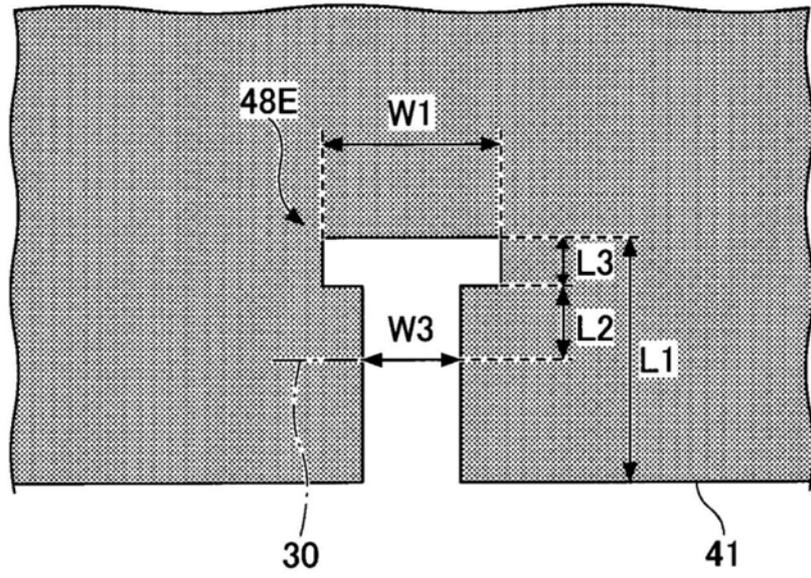


图7

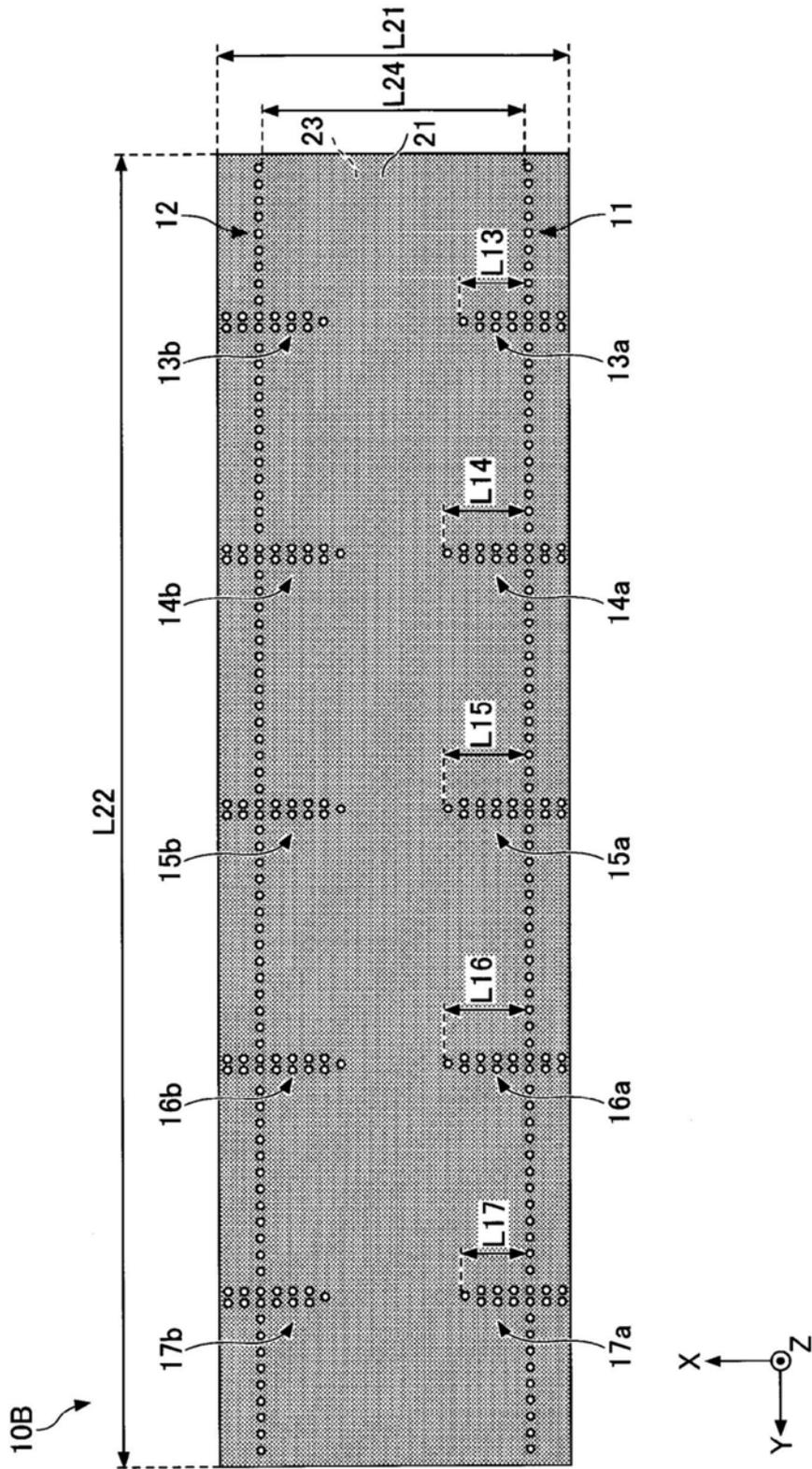


图8

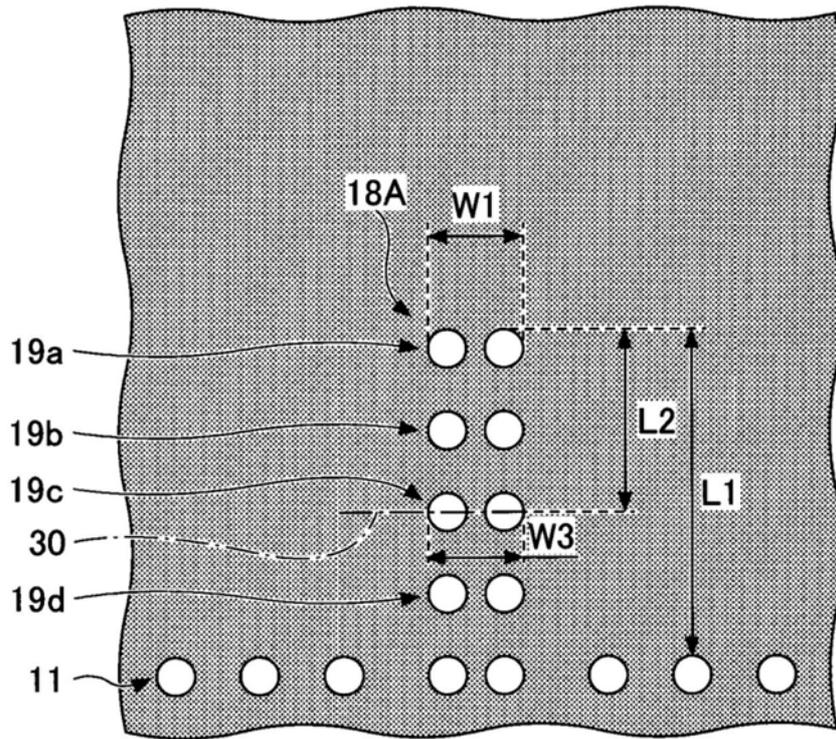


图9

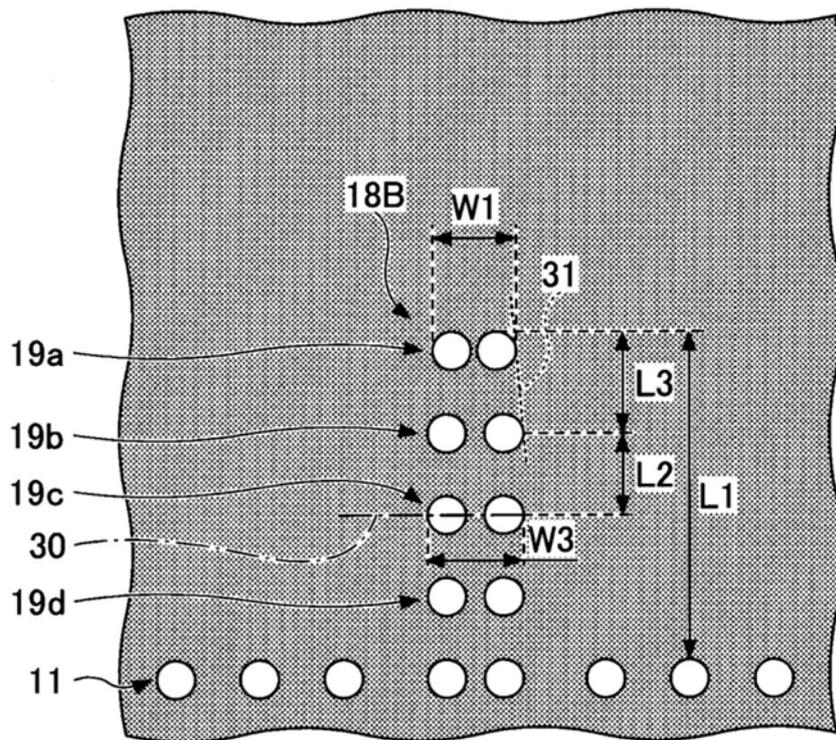


图10

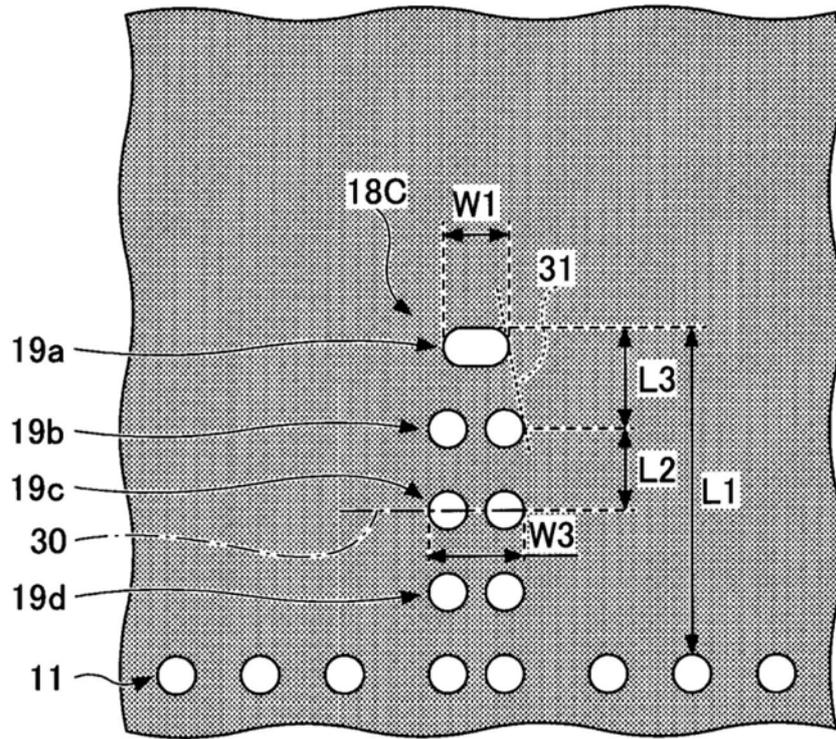


图11

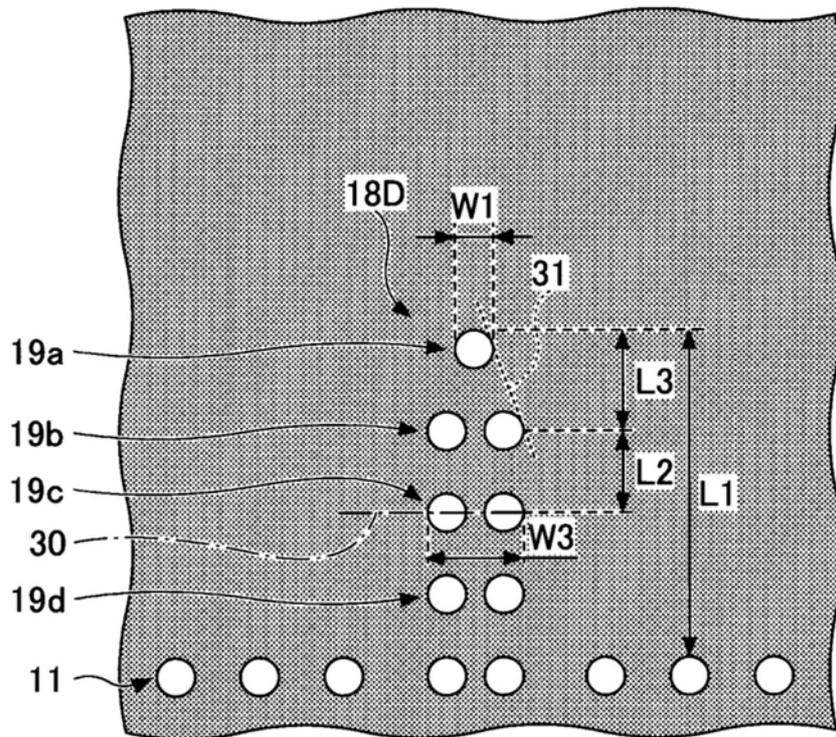


图12

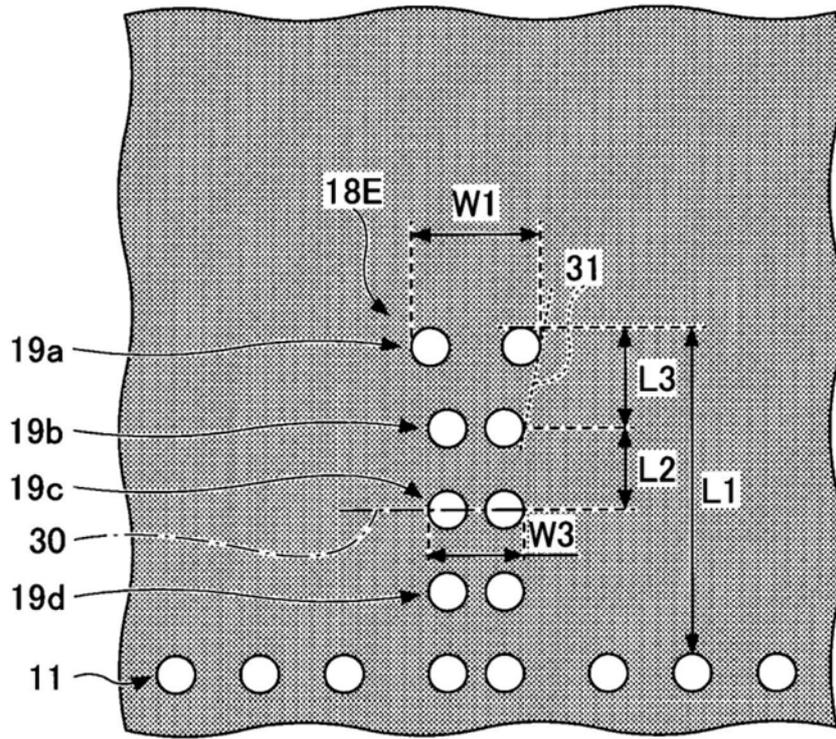


图13

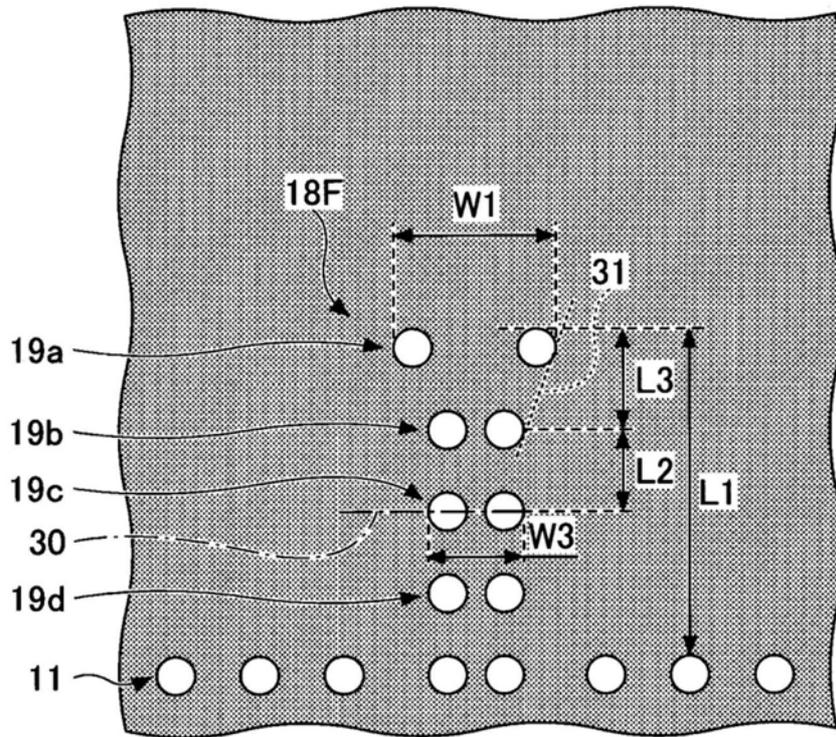


图14

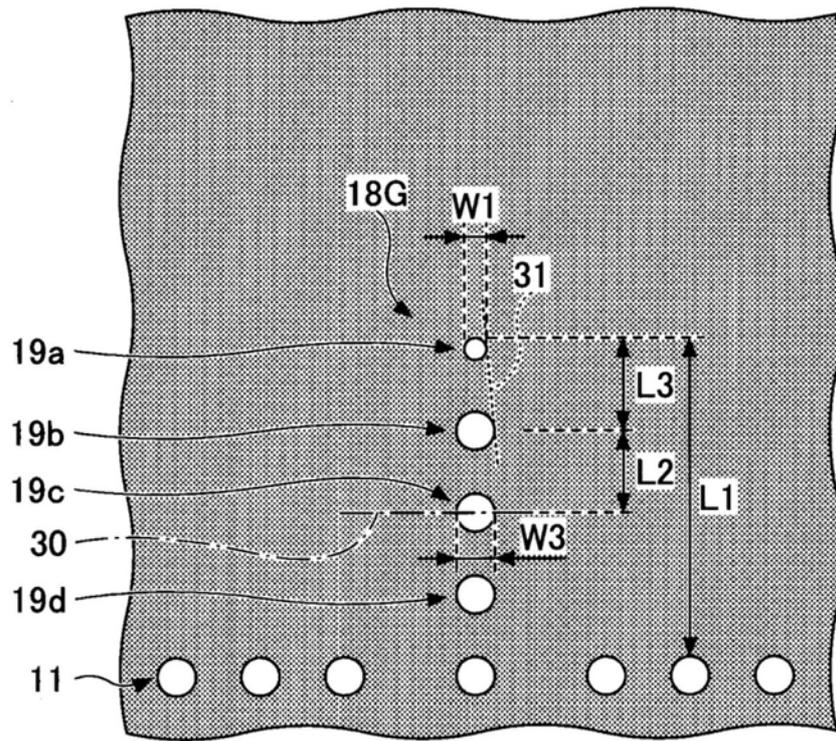


图15

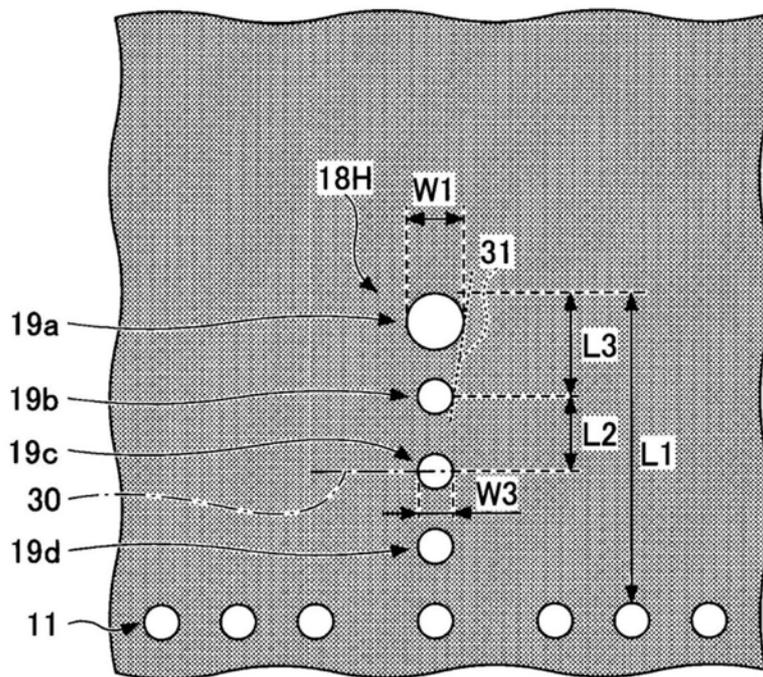


图16

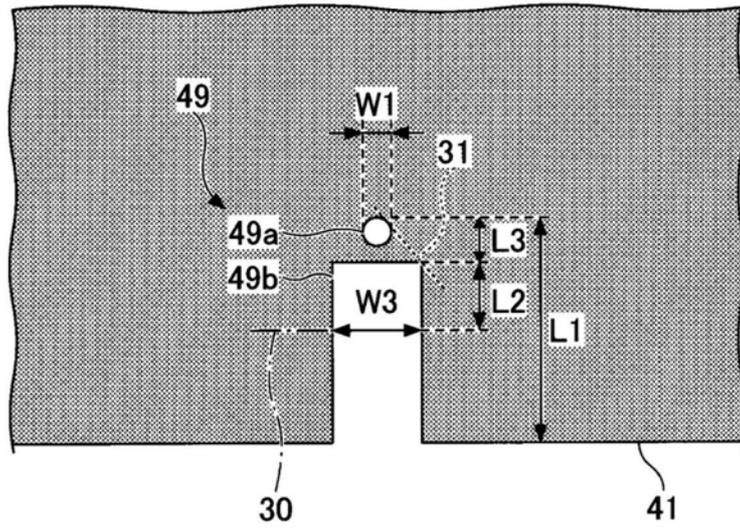


图17

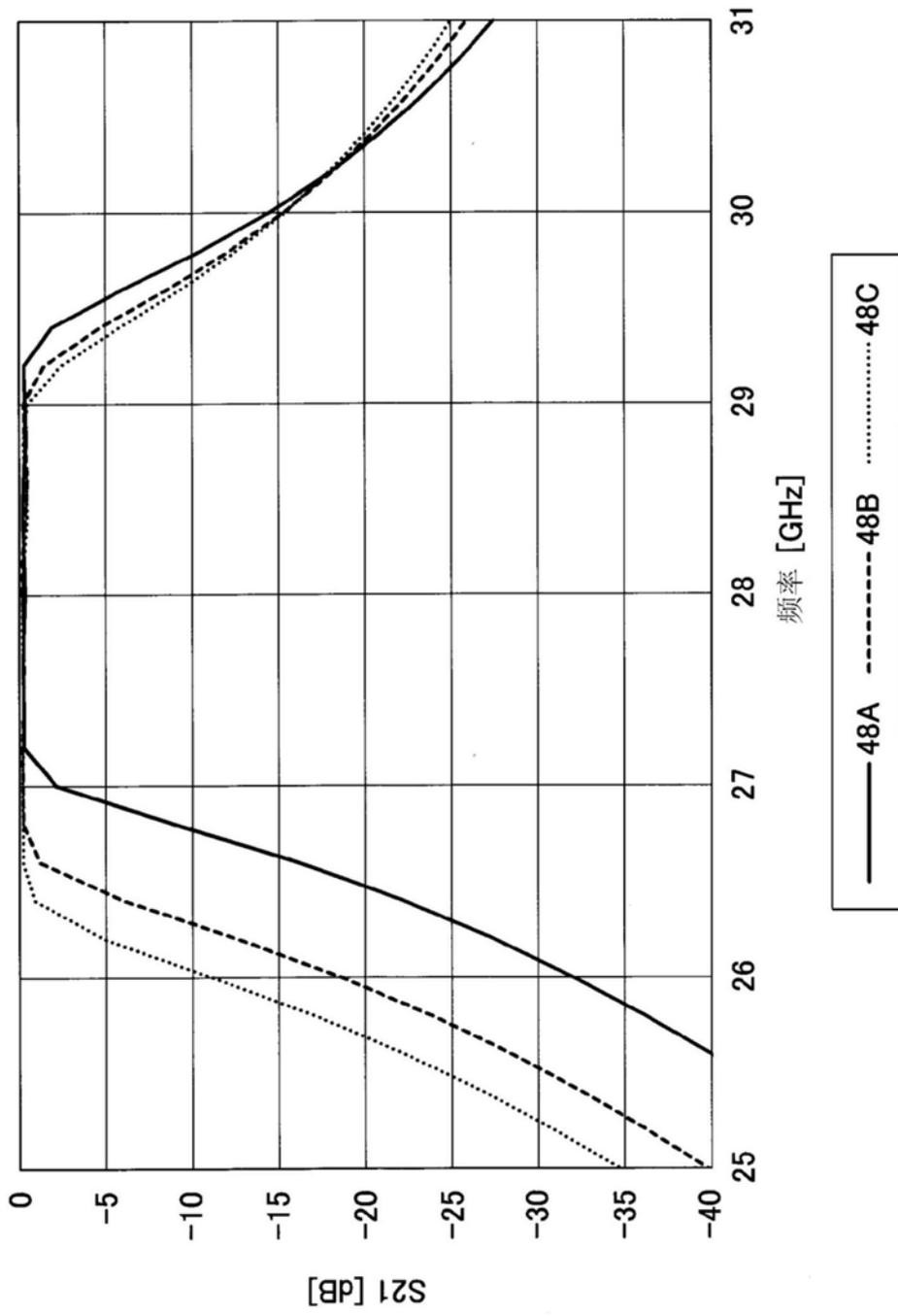


图18

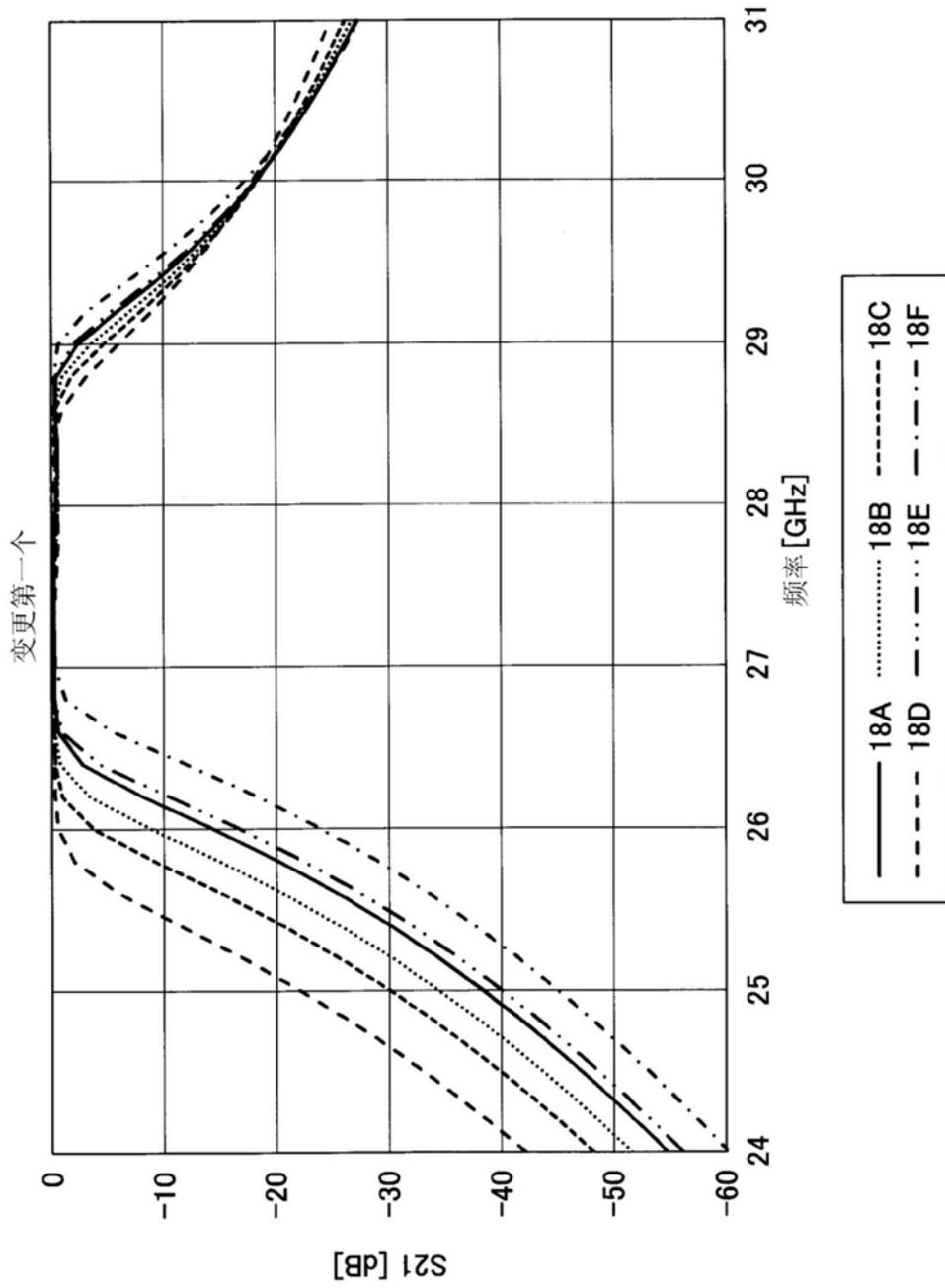


图19

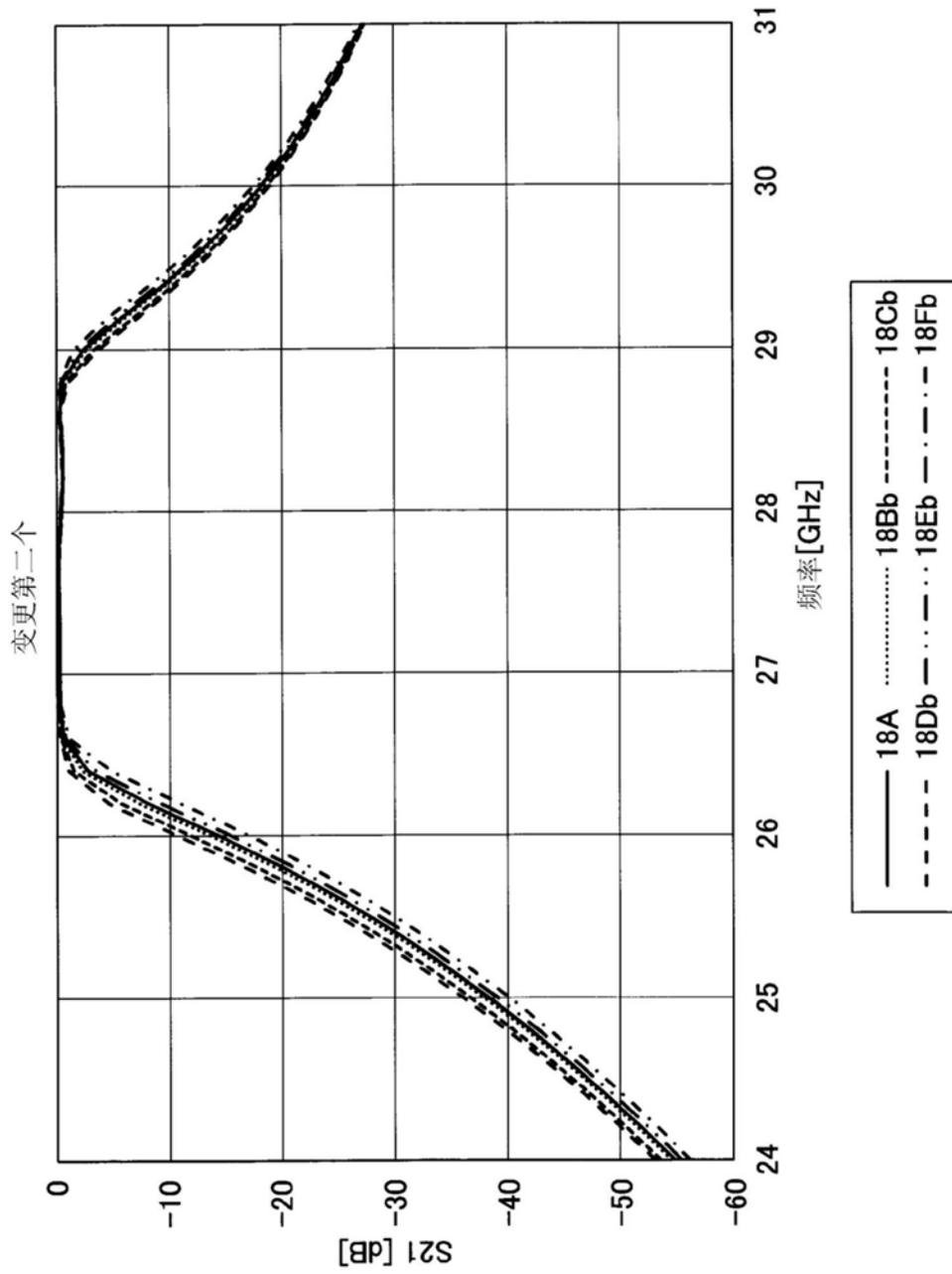


图20

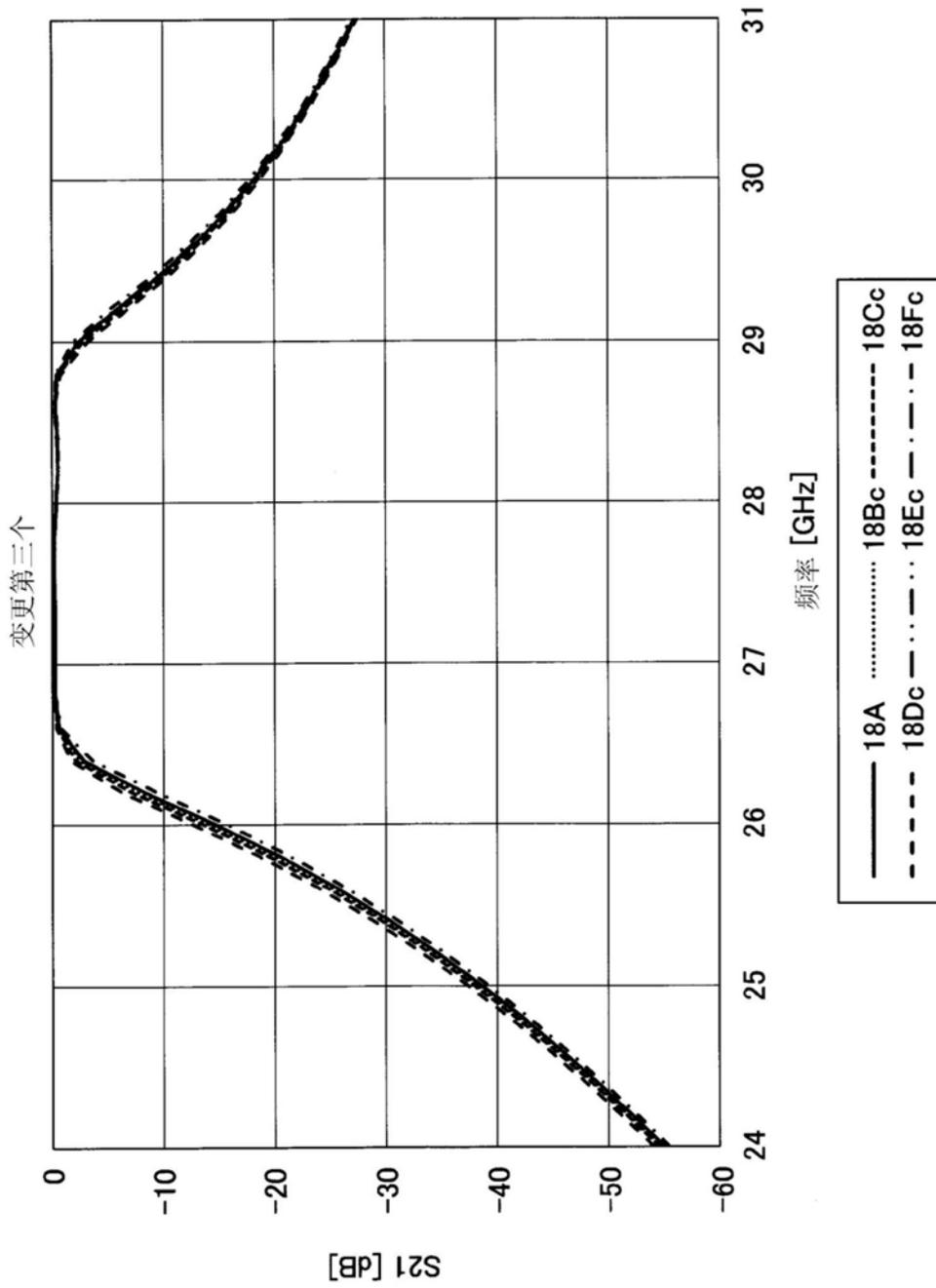


图21

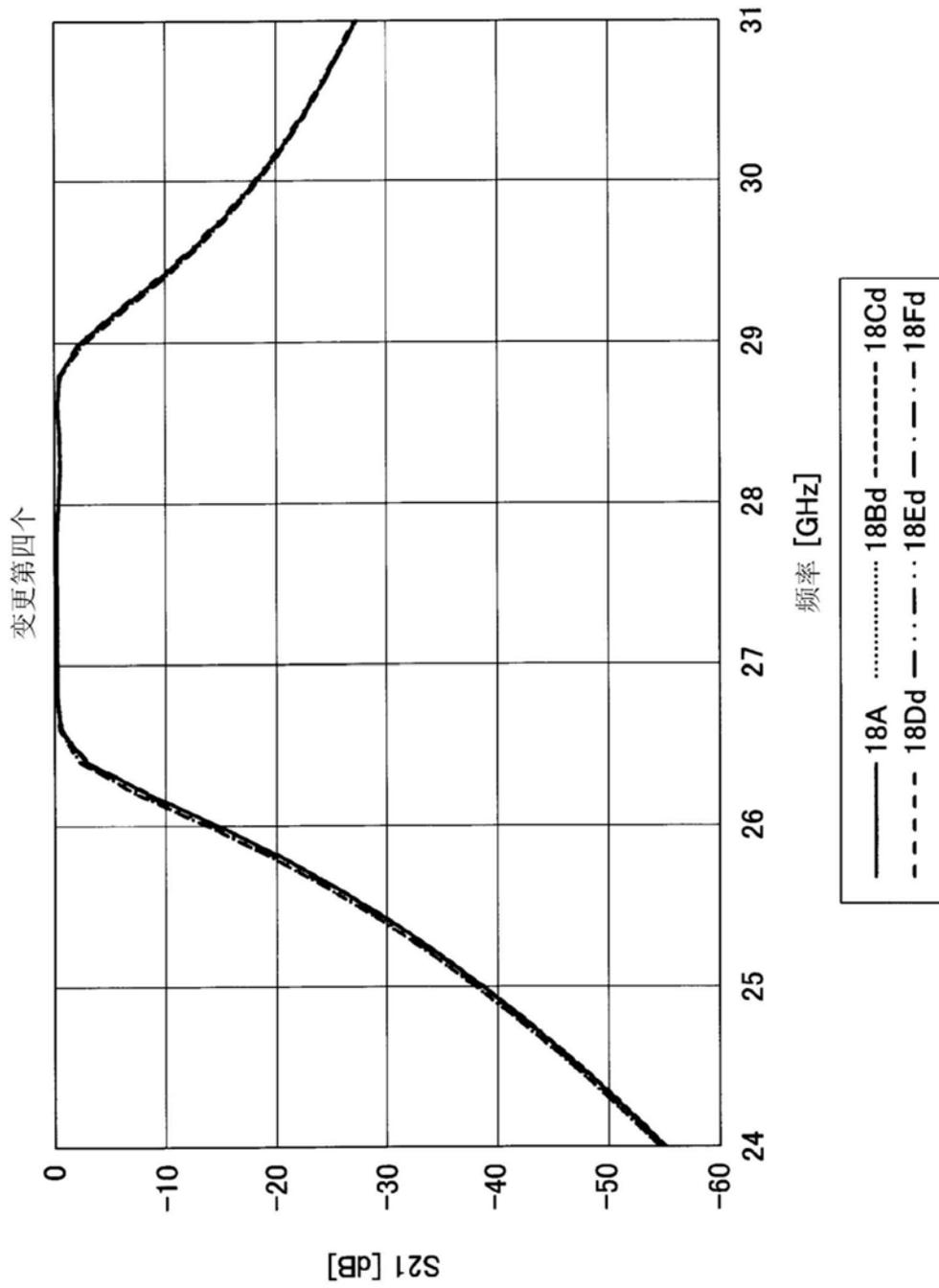


图22