

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101088004 B

(45) 授权公告日 2011.06.15

(21) 申请号 200580044731.5
 (22) 申请日 2005.12.21
 (30) 优先权数据
 376370/2004 2004.12.27 JP
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2007.06.25
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/JP2005/024017 2005.12.21
 (87) PCT申请的公布数据
 W02006/070852 EN 2006.07.06
 (73) 专利权人 佳能株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 笠井信太郎 尾内敏彦
 (74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
 利商标事务所 11038
 代理人 马浩
 (51) Int. Cl.
 G01N 21/35 (2006.01)
 G01N 22/00 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 3103627 A, 1963.09.10, 说明书 1 栏 61
 行-3 栏 29 行, 图 1-3.

WO 0050859 A1, 2000.08.31, 说明书 23 页 1
 段-28 页 4 段, 图 19-22.
 EP 0940672 A2, 1991.03.20, 全文.
 US 4134785 A, 1979.01.16, 全文.
 WO 02066983 A2, 2002.08.29, 全文.
 CN 1162121 A, 1997.10.15, 全文.
 E. Knoesel, M. Bonn et al.. Charge
 transport and carrier dynamics in liquids
 probed by THz time-domain spectroscopy.
 Physical Review Letters 86 2. 2001, 340-343.
 R. Mendis, D. Grischkowsky. Plastic
 ribbon THz waveguides. Journal of Applied
 Physics 88 7. 2000, 4449-4451.

审查员 戴琳

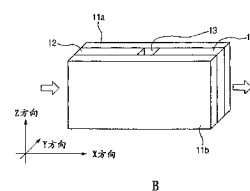
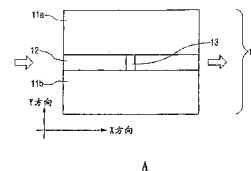
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

用来探测通过对象的电磁波的探测设备

(57) 摘要

提供一种用来探测通过对象的电磁波的探测设备, 它包括: 传输线, 用来通过其传输电磁波; 和探测器, 用来探测通过对象的电磁波, 其中所述传输线具有用来把所述对象布置在其中的空隙。



CN 101088004 B

1. 一种用来探测通过对象的电磁波的探测设备,包括:
传输线,用来通过其传输电磁波;
探测器,用来探测通过所述对象的电磁波;以及
用来获取所述对象的装置,
其中,所述传输线具有用来把所述对象布置在其中的空隙,
其中,所述传输线包括波导、波导管或传输线缆,以及
其中,所述用来获取所述对象的装置包括用来将所述对象引入所述空隙中或从所述空隙中取出所述对象的抽样工具。
2. 根据权利要求 1 所述的探测设备,其中所述波导是由金属板构成的平行板波导,所述波导管是金属波导管,所述传输线缆是微带线。
3. 根据权利要求 1 所述的探测设备,其中,所述空隙包括用来把所述对象引入到所述传输线中的流动路径。
4. 根据权利要求 1 所述的探测设备,其包括多个探测器。
5. 根据权利要求 1 所述的探测设备,其中所述用来获取所述对象的装置由所述抽样工具以及用来连接所述抽样工具和所述空隙的连接装置构成。
6. 根据权利要求 5 所述的探测设备,还包括用来产生所述电磁波的产生装置,
其中,所述抽样工具是用于注射器的针,所述连接装置是管。
7. 根据权利要求 1 所述的探测设备,其中,所述电磁波包括在 30GHz 至 30THz 的频率范围中的任意分量。

用来探测通过对象的电磁波的探测设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用来探测通过被检查对象（下文简称为“对象”）的电磁波的传播状态的变化技术，并且尤其涉及一种用来探测通过对象的电磁波的传播状态变化以进行所述对象的测量、感测和 / 或分析的探测设备。

背景技术

[0002] 在最近几年，注意力已经集中在一种使用所谓的太赫兹（terahertz）波的技术。对于工业用途已经期望使用太赫兹波的频谱分析、使用太赫兹波的成像等。

[0003] 例如，在太赫兹波的应用领域中现在正在发展的技术包括使用安全荧光设备替换 X 射线设备的成像技术、用来获取物质的吸收频谱或复合介电常数以检查其中的粘结状态的频谱技术、用来分析生物分子的技术、用来估计载体浓度或可动性的技术。

[0004] 在各种技术中，作为使用太赫兹波光谱分析物质的方法，已知有一种用太赫兹波照射待分析物质以得到透射或反射太赫兹波的频谱的方法。

[0005] 同时，水在 30GHz 至 30THz 的频率范围中具有大量非常强的吸收频谱。因此，太赫兹波几乎被例如具有包含液体水的 1mm 厚度的容器屏蔽。因而，相对难以借助于通过水的太赫兹波获取包含在水中的物质的信息。

[0006] 因此，作为确定诸如在太赫兹范围内具有强吸收频谱带的水之类的物质、或包含在这样一种物质中的分子的吸收频谱或复合介电常数的方法，已经已知有一种使用在棱镜中以全反射产生的太赫兹波的渐消波的方法，如在“Extended Abstracts, The 51st Spring Meeting, 2004, The Japan Society of Applied Physics and Related Societies, 28p-YF-7”中公开的那样。在该方法中，使从太赫兹波发生器发射的太赫兹波入射在棱镜的第一表面上并且由棱镜的第二表面全反射。然后，从棱镜的第三表面离开的太赫兹波由探测器探测，并且样本布置在所述第二表面上，从而与在太赫兹波由第二表面全反射时产生的太赫兹波的渐消波相互作用，由此光频分析所述样本。根据这种方法，有可能分析处于固体、粉末、液体等形式的样本。然而，因为在“Extended Abstracts, The 51st Spring Meeting, 2004, The Japan Society of Applied Physics and Related Societies, 28p-YF-7”中公开的方法使用空间光学系统，系统尺寸减小以及光学调整都是困难的。

发明内容

[0007] 因此，本发明的目的是，提供一种能够容易系统尺寸减小和光学调整的探测设备。

[0008] 根据本发明的第一方面，提供有一种用来探测通过对象的电磁波的探测设备，该探测设备包括：传输线，用来通过其传输电磁波；和探测器，用来探测通过对象的电磁波，其中所述传输线具有用来把所述对象布置在其中的空隙。

[0009] 根据本发明的第二方面，提供有一种用来探测通过对象的电磁波的探测方法，该探测方法包括步骤：把对象布置在传输线的空隙中，所述传输线用来通过其传输电磁波；和探测通过所述对象的电磁波。

[0010] 根据本发明的第二方面,提供有一种传输线,用来通过其传输电磁波,以用在用来探测通过对象的电磁波的探测设备中,包括用来把对象布置在所述传输线中的空隙。

[0011] 根据本发明,可实现系统尺寸减小和容易光学调整。

[0012] 本发明的其它特征和优点由联系附图进行的如下描述将是显然的,在附图中类似附图标记贯穿其附图指示相同或类似部分。

附图说明

[0013] 被并入和构成说明书部分的附图说明本发明的实施例,并且与描述一起用来解释本发明的原理。

[0014] 图 1A 和 1B 是示意视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备,并且图 1A 是平面视图,而图 1B 是透视图;

[0015] 图 2 是示意图,表示按照本发明优选实施例的探测设备;

[0016] 图 3A、3B、及 3C 是示意曲线表示,每个表示由按照本发明优选实施例的探测设备得到的电磁波的状态变化;

[0017] 图 4 是示意透视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备;

[0018] 图 5 是示意透视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备;

[0019] 图 6A 和 6B 是示意视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备,并且图 6A 是平面视图,而图 6B 是前视图;

[0020] 图 7 是示意透视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备;

[0021] 图 8 是示意透视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备;

[0022] 图 9 是示意透视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备;及

[0023] 图 10 是示意透视图,表示按照本发明优选实施例的探测设备。

具体实施方式

[0024] 下文,将更明确地描述本发明的优选实施例。

[0025] 优选的是,用来引导太赫兹波的传输线具有流动路径,通过该流动路径可引入诸如液体或粉末之类的可流动物质。可以使用能够把被检查对象物质(下文,简称为“对象物质”)布置在所述传输线中的任何路径。优选的是,所述流动路径不与电磁波的传播方向相平行,并且被提供为通过其中电磁波强烈分布的传输线的区域。通过利用引导通过传输线的太赫兹波和在流动路径中的可流动物质彼此相互作用以改变通过所述可流动物质的所述太赫兹波的传播状态的现象,并且通过把所述太赫兹波在把可流动物质引入到流动路径中之前和之后的传播状态彼此比较,例如,可检查所述可流动物质的物理性质或者可辨别所述物质。

[0026] 即使对于诸如水之类的具有太赫兹波吸收特性的物质,通过设计成所述流动路径在太赫兹波的传播方向上的厚度较小,也可使所述太赫兹波通过这种物质的样本。

[0027] 当波导用作所述传输线时,空隙可以提供在构成波导的包层和芯的部分处,由此形成流动路径。当金属波导管用作所述传输线时,由电介质制成的管形空心部件可以提供在构成所述金属波导管的波导管的空腔中,由此形成流动路径。当使用的波导管用电介质填充时,空隙可以提供在电介质的部分中,由此形成流动路径。当传输线缆用作所述传输线

时,空隙可以提供在构成传输线缆的接地线缆与信号线缆之间的电介质部分的一部分中,由此形成流动路径。

[0028] 当用作传输线的金属波导管在其中具有空腔时,由电介质制成的管形空心部件可提供在空腔中,由此形成流动路径。在这种情况下,所希望的是,构成流动路径的管形空心部件是具有低损耗、低散射及低折射率的电介质。而且,当金属波导管在内部填充有电介质,并且空隙提供在电介质的部分中由此形成流动路径时,所希望的是所述电介质具有低损耗、低散射及低折射率。通过形成这样一种流动路径,即使当仅获取少量样本时,也可进行测量。而且,通过形成流动路径以便与外部空气隔离,有可能感测对外部空气敏感的物质。

[0029] 太赫兹波可以从外侧耦合到传输线中,而太赫兹波发生器可以集成在传输线的一部分中。例如,当使用波导或波导管时,太赫兹波发生器可以集成在波导或波导管的端面处。当使用传输线缆时,太赫兹波发生器可以集成在传输线缆上。而且,类似地,传播过传输线的太赫兹波可以辐射到外部并且被太赫兹波探测器探测,而太赫兹波探测器可以集成在传输线的部分中。在这种情况下,有如下的优点:太赫兹波不受空气中的水分影响、光学调整是不必要的、及可实现尺寸减小。

[0030] 太赫兹波发生器和太赫兹波发生方法的例子包括一种把电压施加到在通过低温生长方法形成的砷化镉上形成的光电导天线上并把飞秒(femtosecond)激光照射到其上的方法。太赫兹波发生器的集成的例子包括其中上述这样的光电导天线提供在例如波导管的端面上的方法。而且,太赫兹波探测器的例子包括利用把飞秒激光照射到光电导天线上而不把电压施加到其上、并且测量电流的方法的例子。作为太赫兹波探测器的集成的另一个例子,上述光电导天线可以提供在太赫兹波从其离开的波导管的端面上。由此,能够使用不受空气中的水分影响的太赫兹波进行感测。

[0031] 而且,可以采用有一种具有光电效应的EO晶体(如ZnTe)提供在太赫兹波从其离开的端面上的方法,并且适当地选择EO晶体的晶体定向和太赫兹波的偏振方向,由此利用一种其中EO晶体的反射和折射率随偏振依赖性而改变的现象。

[0032] 另外,作为太赫兹波发生器的集成方法的另一个例子,非线性物质(如DAST晶体)可以提供在波导管或波导的内部或端面处。

[0033] 而且,当必须在分离位置处取得样本时(例如在血液的情况下那样),通过连接作为用来获取对象的装置的抽样工具(如用于注射器的针)和作为用来把获取对象通过另一条流动路径(如管子)连接到路径上的连接装置的流动路径,所述样本可与所述抽样同时地设置在预定位置处。另外,因为在与外部空气处于接触的流动路径中的所述样本的面积较小,所以这种构造在其中要测量对外部空气敏感的样本的情况下是便利的。

[0034] 当要感测在可流动样本中包含的特定(一种或多种)颗粒或分子时,通过从流动路径的一端引入可流动样本、并且在其另一端上提供不允许特定颗粒或分子通过、但允许其它可流动物质(如水)通过的过滤器(例如,半渗透膜),可在增大在感测部分中的特定颗粒或分子浓度的同时进行感测。这种方法使得有可能连续地或同时进行样本浓缩和感测,并因此对改进工作效率是便利的。

[0035] 而且,通过在流动路径的壁面上布置吸附在可流动物质中包含的特定(一种或多种)颗粒或分子或粘结到其上的物质、和通过捕获在流动路径的壁面上的特定颗粒或分

子,有可能基于由于所述颗粒或分子的吸收或粘结而在流动路径的壁面上沉积的物质的复合介电常数或吸收频谱的变化,感测可流动样本以及其中包含的颗粒或分子。

[0036] 而且,作为电磁波,优选的是使用包括在 30GHz 至 30THz 的频率范围中的任意分量的电磁波。

[0037] 下文,将参照附图描述本发明的优选实施例。

[0038] (第一实施例)

[0039] 参照图 1A、1B 及图 2 将描述本发明的第一实施例。平行板波导 10 具有其中聚苯乙烯板 12 插入在金属板 11a、11b 之间的结构。聚苯乙烯板 12 具有提供在其中的空隙 13。在金属板 11a、11b 的相对表面之间的间隔是约 100 μm 。金属板 11a、11b 每一块的典型尺寸在 x 方向和 z 方向的每一个上是约 10mm 至 20mm。空隙 13 在 x 方向上是约 50 μm 。诸如流体之类的可流动样本可引入到空隙 13 中。在这个实施例中,在金属板 11a、11b 之间的间隔设置为 100 μm 。然而,本发明不限于此。而且,尽管聚苯乙烯用于插入在金属板 11a、11b 之间的部件,但本发明不限于此。对于插入在金属板 11a、11b 之间的部件,可以使用任何其它电介质(树脂或半导体),只要它关于太赫兹波在吸收(损耗)和散射方面足够地小。而且,希望折射率接近于 1。而且,可以使用具有高传导性的半导体,以代替金属板 11a、11b。

[0040] 在图 1A 和 1B 中,太赫兹波在由在图中左边箭头指示的方向上进入平行板波导 10,并且在由在图中右边箭头指示的方向上从平行板波导 10 离开。传播过平行板波导 10 的太赫兹波与引入到空隙 13 中的可流动样本相互作用。利用通过平行板波导 10 的太赫兹波的频谱或传播状态在引入可流动样本到空隙 13 中之前和之后变化的现象,可测量、感测或分析所述可流动物质。

[0041] 下文,将参照图 2 描述整个感测系统。从飞秒激光器 20 发射的具有约 100fs(飞秒)脉冲宽度的激光光束由分束器 21 分裂成两条光路,其一条照射到由低温生长 GaAs(LT-GaAs)等制成的光电导天线 22a 的偏置空隙部分上,以产生太赫兹波脉冲 27(由高电阻 Si 等制成的半球形透镜与所述光电导天线的后表面紧密接触)。太赫兹波脉冲 27 由抛物柱面镜 23a 反射,通过由高电阻 Si(例如,10k $\Omega \cdot \text{cm}$)等制成的半圆柱形透镜 24a,及在平行板波导 10 的第一端处耦合到平行板波导 10。太赫兹波脉冲与引入到平行板波导 10 的空隙 13 中的样本(未显示)相互作用,并且然后从平行板波导 10 的第二端离开,且通过半圆柱形透镜 24b 和抛物柱面镜 23b 到达光电导天线 22b。另一方面,由分束器 21 所分裂的激光光的另一分量通过时间延迟装置 26,由平面镜 25 反射,并且与太赫兹波脉冲同时地到达光电导天线 22b。这时,利用时间延迟装置 26 彼此相对移动通过时间延迟装置 26 到达光电导天线 22b 的激光光束的计时和通过平行板波导 10 到达光电导天线 22b 的太赫兹波脉冲的计时,可获取太赫兹波脉冲的波形。当通过时间延迟装置 26 的飞秒激光光束照射到光电导天线 22b 上时,电流流过光电导天线 22b 一个时段,该时段与飞秒激光的脉冲时间宽度和构成光电导天线 22b 的半导体膜的载体寿命相对应。这时所述电流数值反映了入射在光电导天线 22b 上的太赫兹波脉冲 27 的电场幅度的数值。因此,测量流过光电导天线的电流使得有可能获取太赫兹波脉冲 27 的波形,该波形然后经受傅里叶变换,以给出所述太赫兹波脉冲 27 的频谱。

[0042] 平行板波导 10 能以 TEM 模式传输电磁波。因此,当在空隙 13 中不存在样本时,太赫兹波脉冲 27 传播过平行板波导 10,而在平行板波导 10 之前和之后不改变脉冲波形。就

是说,当在空隙 13 中不存在样本时,太赫兹波脉冲 27 在入射在平行板波导 10 之前的波形和通过平行板波导 10 之后的波形大体彼此类似。

[0043] 因为空隙 13 在 x 方向上具有约 50 μm 的足够小的厚度,所以即使当空隙 13 填充有良好吸收太赫兹波的样本(例如水)时,传播过平行板波导 10 的太赫兹波脉冲也可通过空隙 13 而不被完全吸收。

[0044] 接下来,将参照图 3A、3B 及 3C 明确地描述在这个实施例中的测量例子。图 3A、3B、及 3C 是示意曲线表示在本发明的实施例中获取的太赫兹波的频谱。首先,在其中如图 1A 和 1B 中所示可流动样本不引入到空隙 13 中的状态下,通过平行板波导 10 的太赫兹波脉冲的波形被记录,并且经受傅里叶变换以得到功率谱 30(图 3A)。接下来,在其中可流动样本引入到空隙 13 中的状态下,通过平行板波导 10 的太赫兹波脉冲的波形被记录,并且经受傅里叶变换以得到功率谱 31(图 3B)。通过确定功率谱 30 和 31 之间的比值,获取可流动样本对于太赫兹波的吸收频谱 32(图 3C)。

[0045] 在这种方法中,空隙 13 的体积足够小,并且仅需要微量的样本。因此,这种方法在其中要检查昂贵样本(例如,包含抗体的溶液)的情况下是便利的。

[0046] 而且,在这个实施例中,通过把使用光电导天线的方法作为例子,已经描述了太赫兹波脉冲产生。然而,也可以使用其它方法,如用飞秒激光照射非线性晶体的方法、或使用参数振荡的方法。而且,作为所述探测方法,也可以使用例如使用光电晶体的已知方法。

[0047] (第二实施例)

[0048] 参照图 4 和 5 将描述本发明的第二实施例。在本发明的第二实施例中,如图 4 中所示,光电导天线 33a、33b 提供在平行板波导 10 的两端中。然而,在这个实施例中,不像第一实施例,由高电阻 Si 等制成的半球形透镜不与光电导天线 33a、33b 紧密接触。在这种情况下,不必进行太赫兹波空间传播光学系统的光轴对准,从而可实现系统的尺寸减小。

[0049] 光电导天线 33a、33b 每个典型地在 y 和 z 方向上具有约几毫米至一厘米的尺寸的基片,并且每个在其外表面上提供有天线图案(未表示)。金属板 11a、11b、聚苯乙烯板 12 及空隙 13 的典型尺寸与在第一实施例中描述那些相同。当金属板 11a、11b 的每一块在 y 方向上的长度(厚度)设置到约 5 毫米或更大时,光电导天线 22a、22b 可提供在平行板波导 10 的两端中。

[0050] 可替换地,如图 5 中所示,光电导天线 33a 和 E0 晶体 34(其是具有光电效应的物质(如 ZnTe))可以提供在平行板波导 10 的相应端中。在这种情况下,使用一种利用如下现象的已知技术,其中当通过把飞秒激光照射到光电导天线 33a 上产生的太赫兹波通过空隙 13 并且随后到达 E0 晶体 34 时,E0 晶体 34 对激光的反射依据到达太赫兹波的波振幅而变化,来探测太赫兹波,由此获取太赫兹波的振幅。

[0051] 可替换地,诸如 DAST 晶体或 InP 之类的非线性光学晶体可以提供在平行板波导 10 的端部处,以代替光电导天线 33a。在这种情况下,用飞秒激光直接照射这样一种非线性光学晶体来产生太赫兹波。

[0052] (第三实施例)

[0053] 参照图 6A 和 6B 将描述本发明的第三实施例。按照这个实施例的探测设备具有如下结构,其中由对太赫兹波具有较少吸收/损耗和散射的物质,如聚苯乙烯,制成的空心部件 40 插入在构成平行板波导 10 的金属板 11a、11b 之间。借助于这种结构,例如,当空心部

件 40 的端部连接到管 41 上,并且管 41 的另一端连接到用于注射器 42 的针上时,血液从人体抽样,并且同时引入到所述波导中,从而可容易地获取血液的太赫兹传输频谱。

[0054] 借助于这个实施例,有可能连续地进行可流动样本的抽样和所述样本的测量、感测及分析。

[0055] (第四实施例)

[0056] 参照图 7 和 8 将描述本发明的第四实施例。在第四实施例中,使用其截面是正方形或圆形的波导管,以代替平行板波导。如图 7 中所示,用于可流动样本引入的空心部件 40 提供在具有正方形截面的波导管 50 中。正方形波导管的截面的典型尺寸在 y 和 z 方向的每一个上是 100 μm 至 200 μm 。当使用这种波导管时有如下优点:与其中使用平行板波导的情形相比可实现尺寸减小。

[0057] 而且,在传输线缆的信号线缆与接地线缆之间可以提供能够引入可流动样本的空隙。如图 8 中所示,流动路径 63 提供在传输线缆 60 的信号线缆 61 与接地线缆 62 之间(在该图中表示的例子中是微带线)。当流动路径提供在传输线缆中时,所述样本引入流动路径和所述太赫兹波导部分(传输线缆)可整体形成在相同基片上,从而可实现进一步的尺寸减小。

[0058] (第五实施例)

[0059] 参照图 9 将描述本发明的第五实施例。在具有第一实施例中所述的之类的空隙 13 的平行板波导 10 中,过滤器 14 提供在空隙 13 的部分中。在图 9 中,为了描述方便省略在图 1A 和 1B 中所表明的金属板 11b。在图中,太赫兹波在由左边箭头指示的方向上进入平行板波导 10,并且在由右边箭头指示的方向上从平行板波导 10 离开。这里,假定过滤器 14 所被提供的空隙 13 的一个端部是空隙 13 的第一端,并且与第一端相对的端部是空隙 13 的第二端。例如,当要感测在体液中包含的某种类型的蛋白质时,提供允许水通过但不允许某种类型的蛋白质通过的过滤器(例如,半透膜)。当体液连续地从第二端流入空隙 13 中时,在空隙 13 中所述某种类型的蛋白质的浓度增加,从而在高灵敏度下以高精度测量所述某种类型的蛋白质的传输频谱。

[0060] 借助于这种结构,样本浓度增加并且感测可在相同部分中进行,从而有可能省略诸如样本传送之类的工作。

[0061] (第六实施例)

[0062] 参照图 10 将描述本发明的第六实施例。在具有第一实施例中所述之类的空隙 13 的平行板波导 10 中,专门粘结或吸收在溶液中的给定物质的第一物质 15(例如,生物素 biotin)被涂敷到空隙 13 的内表面上。在图 10 中,为了描述方便省略在图 1A 和 1B 中所表明的金属板 11b。在图中,太赫兹波在由左边箭头指示的方向上进入平行板波导 10,并且在由右边箭头指示的方向上从平行板波导 10 离开。包含专门粘结到所述第一物质 15 上的第二物质(例如,抗生物素蛋白 avidin;未显示)的溶液流入空隙 13 中。在溶液中的第二物质粘结到涂敷到空隙 13 的内表面上的第一物质 15 上,从而改变在太赫兹波的频率范围中第一物质 15 的复合介电常数和吸收频谱,基于这种改变能够以高灵敏度感测所述第二物质。借助于这种结构,除了给定物质的高灵敏度感测之外,有可能基于传输的太赫兹波的频谱,区分非专门吸收到所述物质 15 上的物质和专门吸收到所述物质 15 上的物质。

[0063] 由于本发明的多种显然广泛的不同实施例可形成而不脱离其精神和范围,所以要

理解,本发明除在权利要求书中所限定的之外不限于其具体实施例。

[0064] 本申请要求来自于 2004 年 12 月 27 日提交的日本专利申请 No. 2004-376370 的优先权,该专利申请的全部内容通过参考包括在这里。

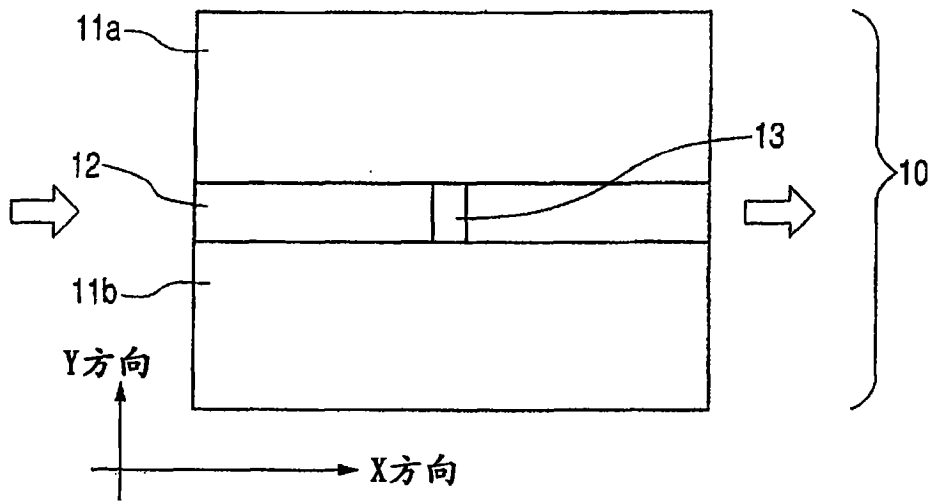


图 1A

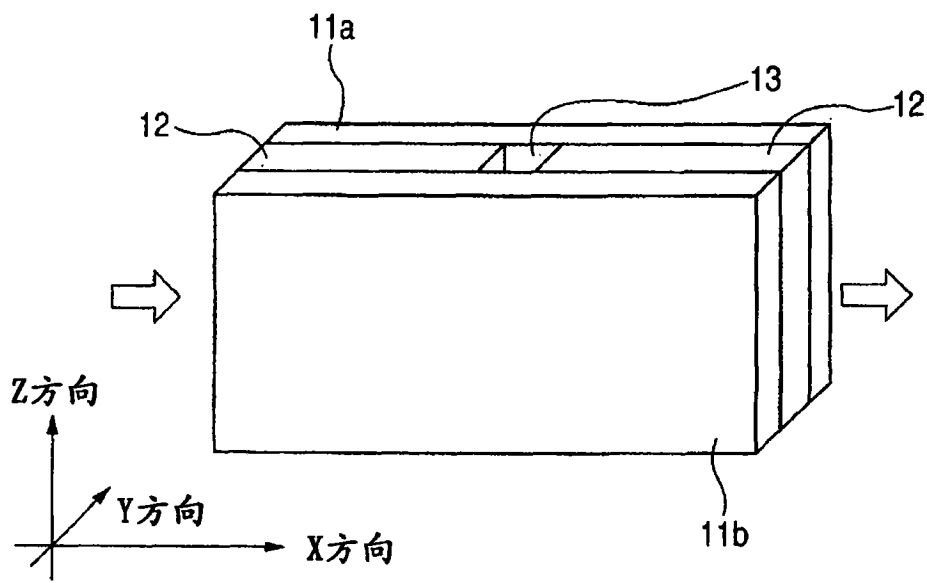


图 1B

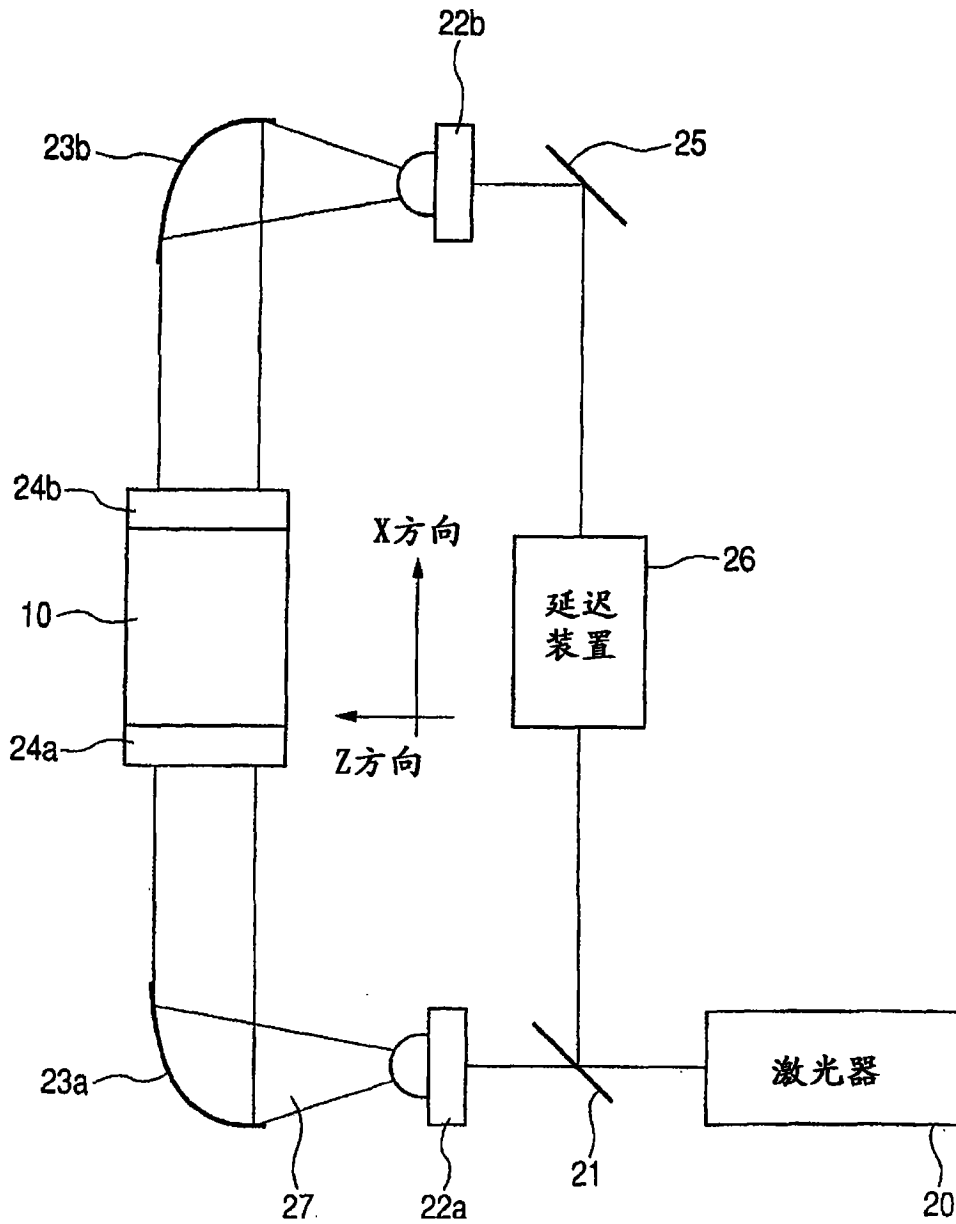


图 2

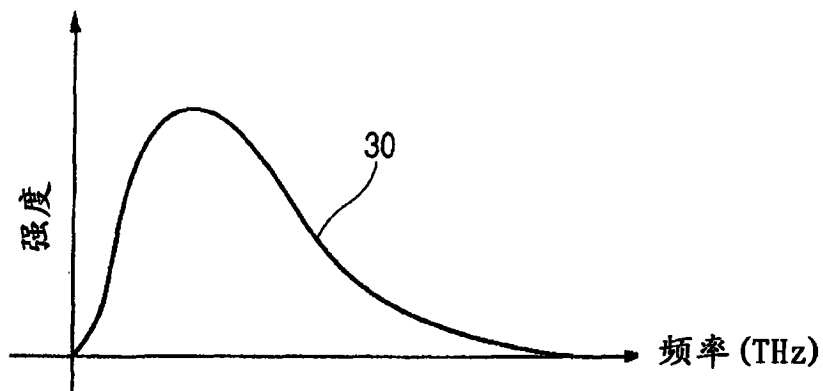


图 3A

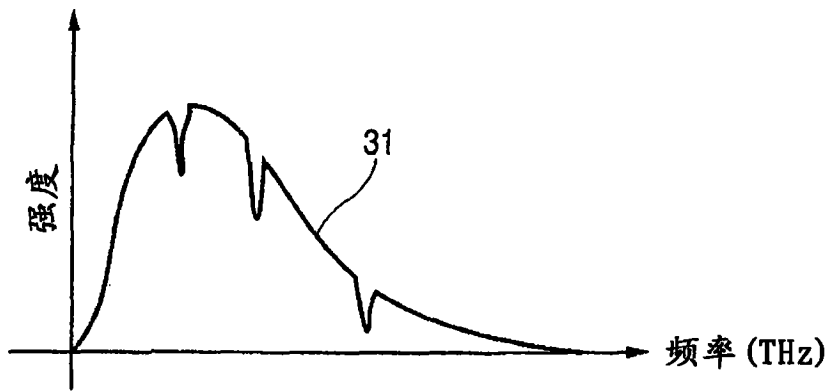


图 3B

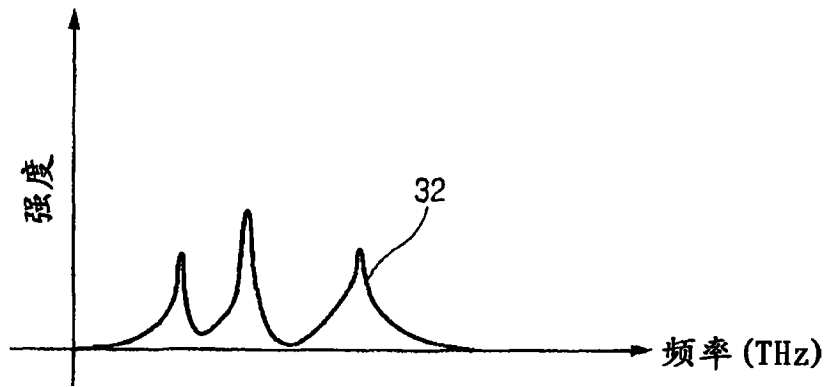


图 3C

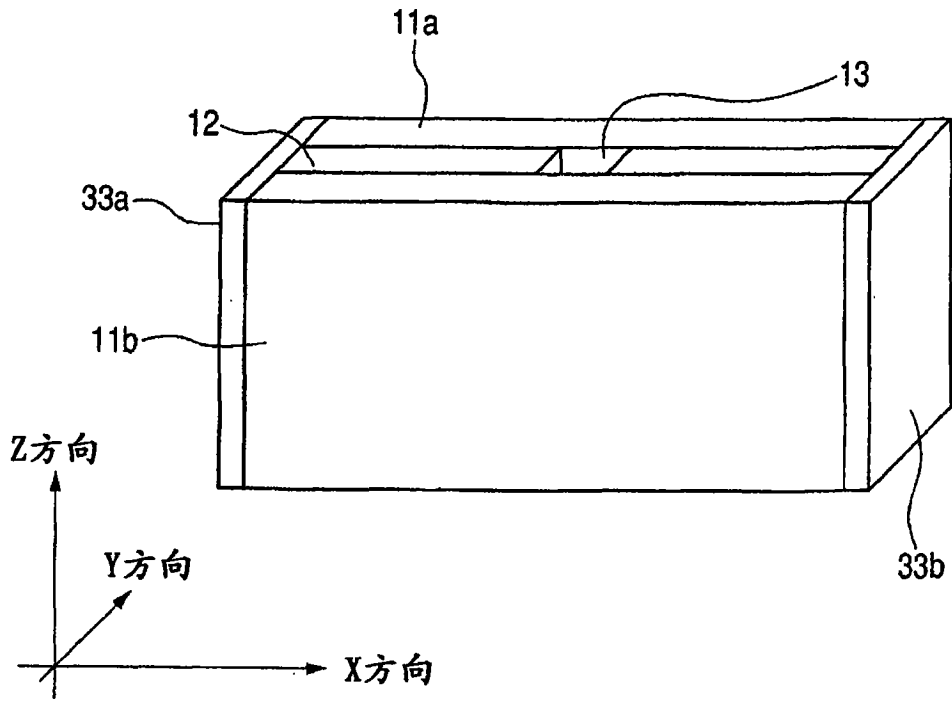


图 4

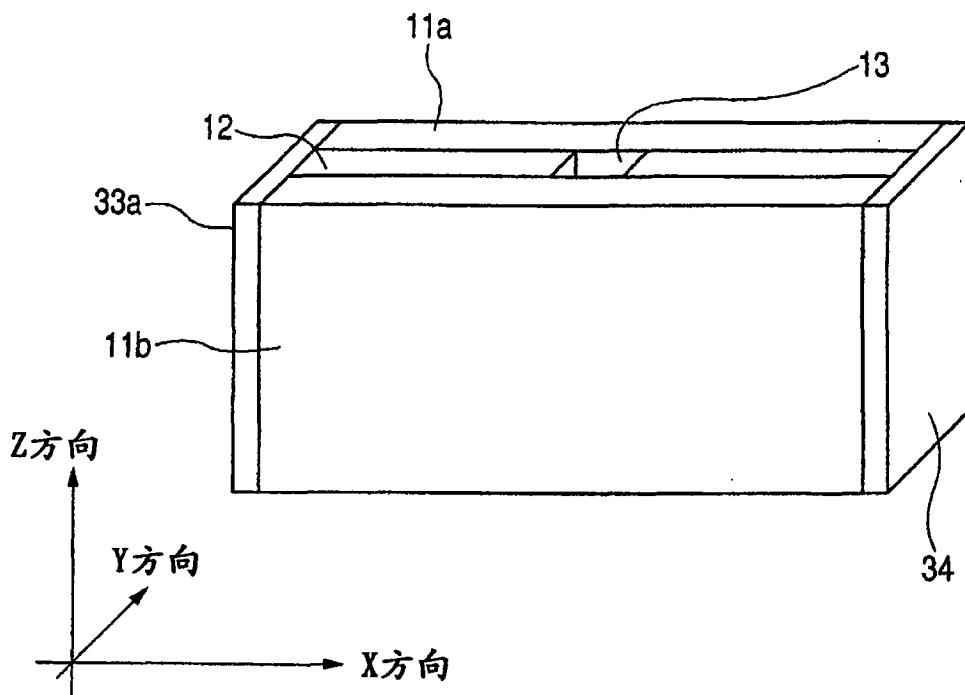


图 5

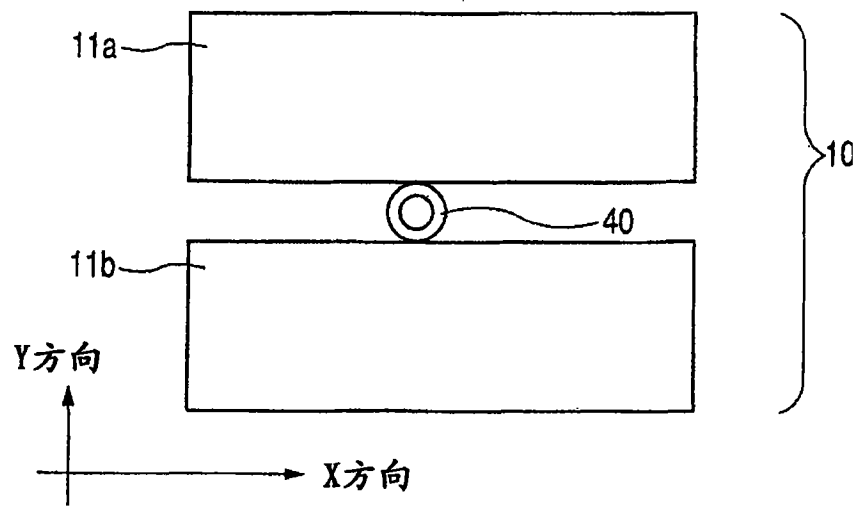


图 6A

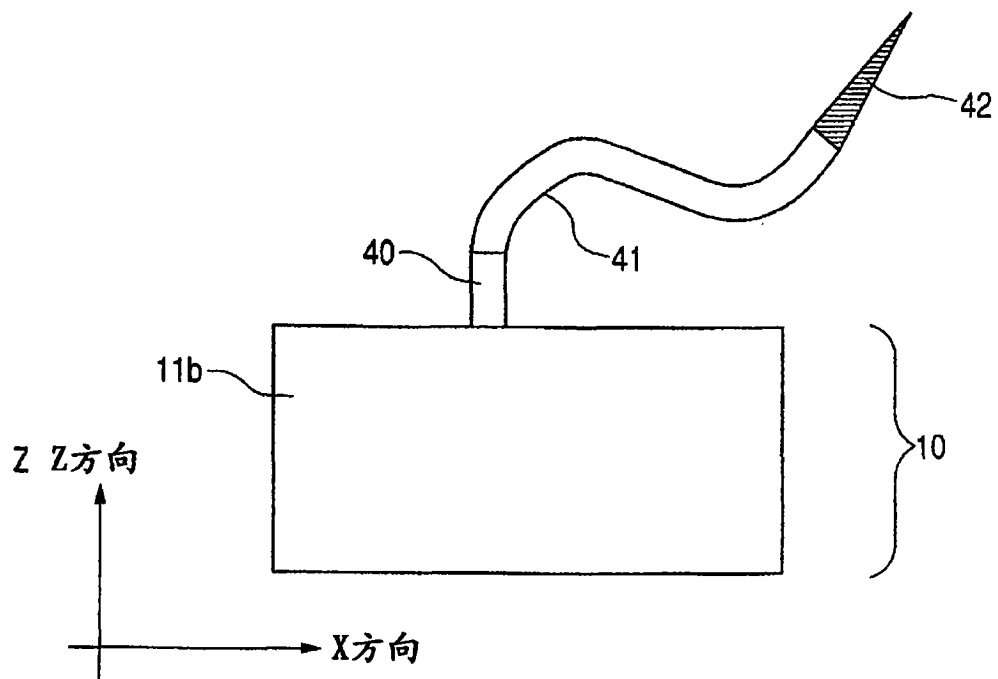


图 6B

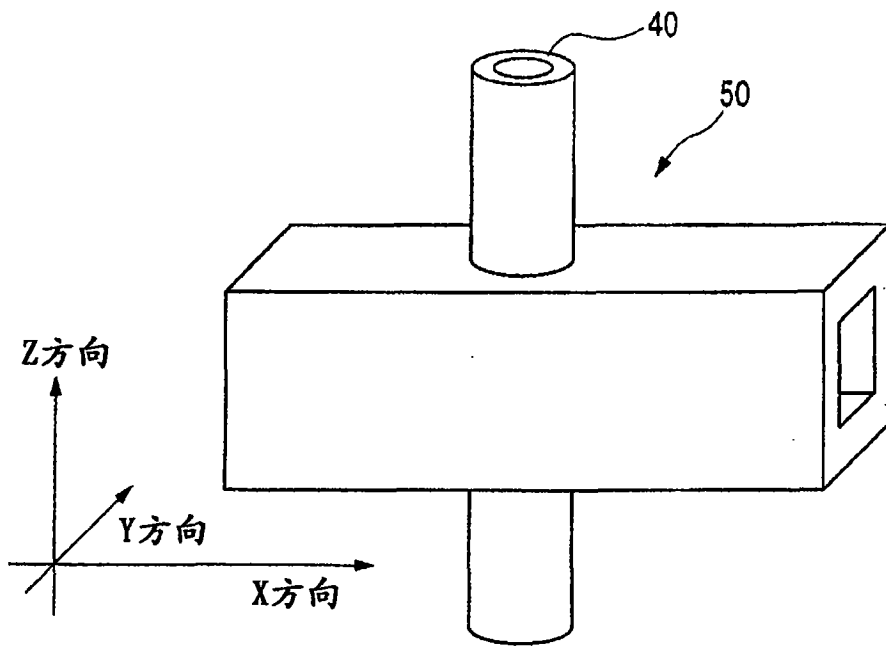


图 7

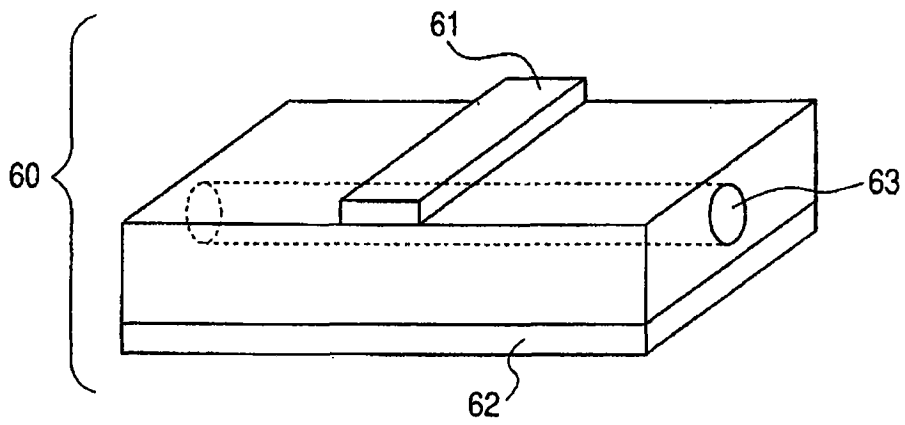


图 8

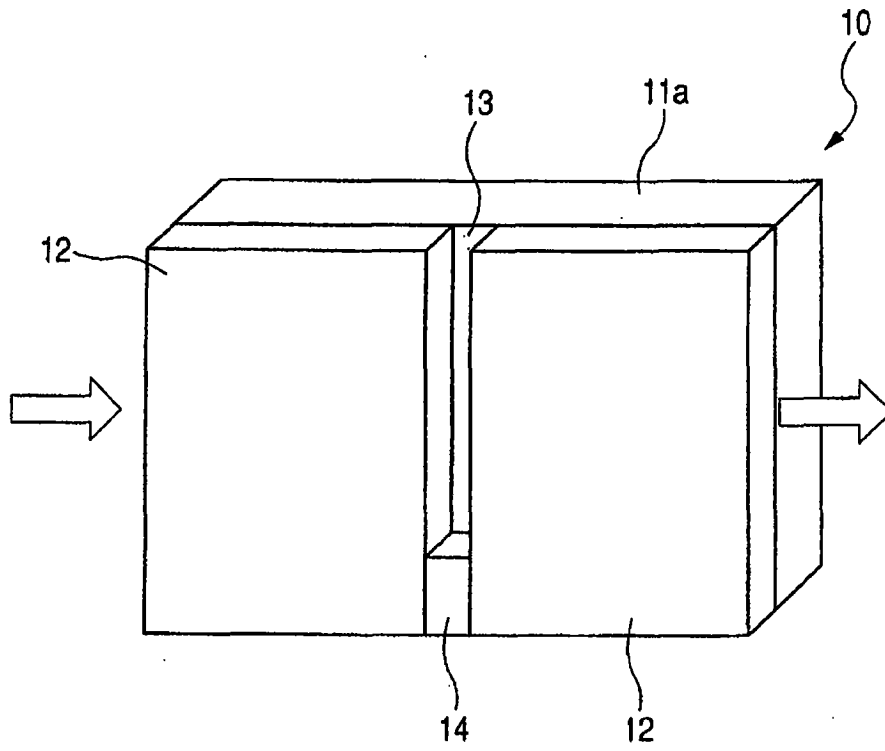


图 9

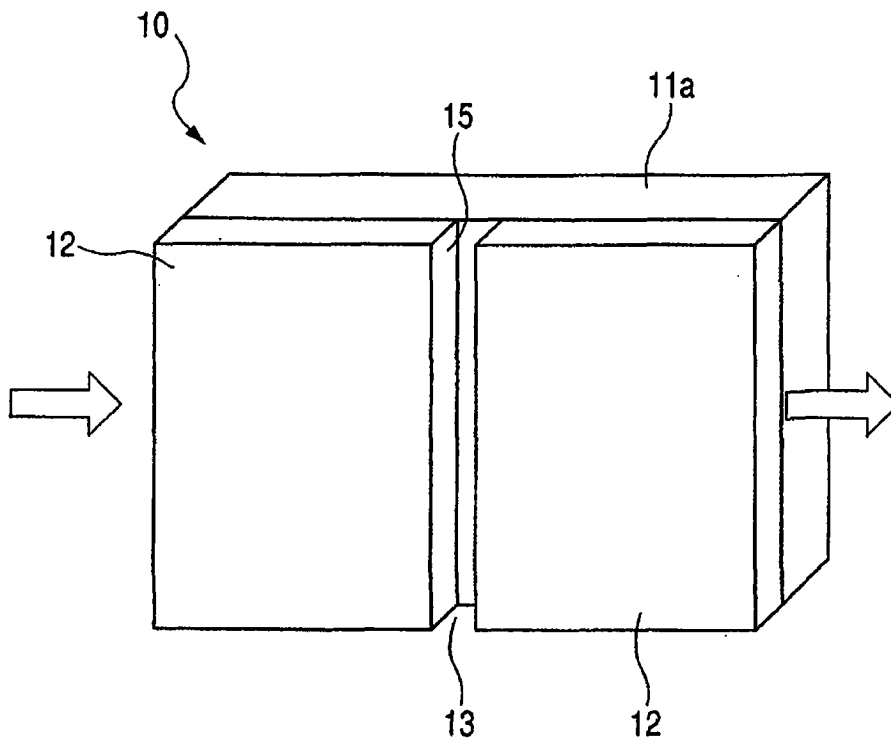


图 10