



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112334821 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 27

(21) 申请号 201980043240.0

(22) 申请日 2019.06.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112334821 A

(43) 申请公布日 2021.02.05

(30) 优先权数据  
2018-124467 2018.06.29 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.12.25

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2019/025883 2019.06.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/004637 JA 2020.01.02

(73) 专利权人 住友大阪水泥株式会社

地址 日本东京千代田区六番町6番地28(邮  
递区号:1028465)

(72) 发明人 宫崎德一 菅又彻

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理  
有限公司 11205  
专利代理人 马爽 臧建明

(51) Int.Cl.  
G02F 1/03 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2007065247 A, 2007.03.15  
JP 2018072605 A, 2018.05.10

审查员 刘营

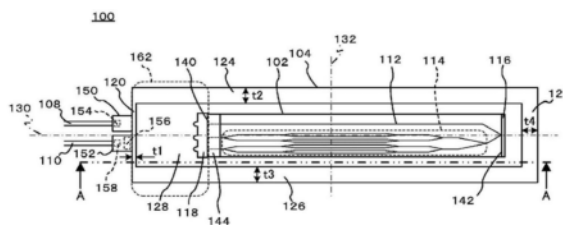
权利要求书2页 说明书22页 附图6页

## (54) 发明名称

光调制器以及使用此光调制器的光模块

## (57) 摘要

本发明提供一种光调制器以及使用此光调制器的光模块。在光调制器中,抑制将由发热电子零件接近配置所引起的特性变动和/或长期可靠性的降低。光调制器包括由光波导所构成的光调制元件及框体,所述框体具有俯视为四边形的底面壁、与底面壁的相互相向的两条边相连的第一短边壁及第二短边壁、以及与所述底面壁的相互相向的另两条边相连的第一长边壁及第二长边壁,保持输入光纤的光输入终端部及保持输出光纤的光输出终端部均固定于所述第一短边壁,所述框体在光输入输出部的至少一部分,具有热阻比所述光输入输出部以外的框体部分更高的高热阻部,所述光输入输出部为从第一短边壁的外表面到与所述第一短边壁相向的光调制元件的第一端部为止的范围。



1. 一种光调制器,包括:

光调制元件,由形成于基板上的光波导构成;以及

框体,收容所述光调制元件,

所述框体具有:底面壁,俯视为四边形;第一短边壁及第二短边壁,与所述底面壁的相互相向的两条边相连;以及第一长边壁及第二长边壁,长度比所述第一短边壁及所述第二短边壁更长,且与所述底面壁的相互相向的另两条边相连,

所述光调制元件收容于由所述底面壁、所述第一长边壁及所述第二长边壁、以及所述第一短边壁及所述第二短边壁所包围的空间内,

光输入终端部及光输出终端部均固定于所述第一短边壁,所述光输入终端部保持向所述光调制元件输入光的输入光纤,所述光输出终端部保持将从所述光调制元件输出的光导向所述框体的外部的输出光纤,

所述光调制元件以所述光调制元件的长度方向的第一端部与所述第一短边壁相向的方式配置,

所述框体在光输入输出部的至少一部分,具有热阻比所述光输入输出部以外的所述框体的部分更高的高热阻部,所述光输入输出部为从所述第一短边壁的外表面到所述光调制元件的所述第一端部为止的范围,所述高热阻部以所述框体的一个壁的平均厚度形成得比与所述一个壁的两侧部相连的两个壁各自的所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄的方式而构成。

2. 根据权利要求1所述的光调制器,其中,

所述第一短边壁的平均厚度形成得比所述第一长边壁及所述第二长边壁各自的所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄,所述第一短边壁构成所述高热阻部。

3. 根据权利要求2所述的光调制器,其中,

所述第一长边壁在所述光输入输出部所含的部分的至少一部分,具有第一薄壁部,所述第一薄壁部具有比所述第一长边壁中所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄的平均厚度,

所述第二长边壁在所述光输入输出部所含的部分的至少一部分,具有第二薄壁部,所述第二薄壁部具有比所述第二长边壁中所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄的平均厚度,

所述第一长边壁的第一薄壁部及所述第二长边壁的第二薄壁部构成所述高热阻部。

4. 根据权利要求2或3所述的光调制器,其中,

所述底面壁在所述光输入输出部所含的部分的至少一部分,具有第三薄壁部,所述第三薄壁部形成得比所述光输入输出部以外的部分的所述底面壁的平均厚度更薄,所述底面壁的第一薄壁部构成所述高热阻部。

5. 根据权利要求4所述的光调制器,其中,

在所述底面壁的第一薄壁部上配置有光学零件。

6. 根据权利要求5所述的光调制器,其中,

配置于所述底面壁的第一薄壁部的所述光学零件的至少一个经由作为独立构件的基座而固定于所述底面壁的第一薄壁部。

7. 根据权利要求2或3所述的光调制器, 其中,

在所述框体, 在后背部配置有驱动所述光调制元件的驱动电路, 所述后背部为从所述光调制元件的与所述第一端部相向的第二端部到所述第二短边壁的内表面为止的范围,

所述底面壁在所述后背部处的平均厚度形成得比在所述光输入输出部处的平均厚度更厚, 或者

所述第一长边壁或所述第二长边壁在所述后背部处的平均厚度形成得比在所述光输入输出部处的平均厚度更厚。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的光调制器, 其中,

在所述光调制元件的所述第一端部固定有光学零件,

所述底面壁在其内表面具有阶差部, 所述阶差部将距所述底面壁的外表面的高度不同的两个平面相连,

所述光调制元件以所述第一端部从所述阶差部突出的方式配置于所述底面壁。

9. 一种光模块, 包括:

如权利要求1至8中任一项所述的光调制器; 以及  
电子零件。

## 光调制器以及使用此光调制器的光模块

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光调制器以及使用此光调制器进行光通信动作的光模块。

### 背景技术

[0002] 近年来,由于通信需求的进一步提高,在长距离光通信中开始应用的数字相干传送(digital coherent transmission)技术也逐渐应用于中距离、短距离等城域(metro)用光通信。这种数字相干传送中,作为光调制器,具代表性地使用利用LiNbO<sub>3</sub>(以下称为LN)基板的双极化四相相移键控(Dual Polarization-Quadrature Phase Shift Keying, DP-QPSK)调制器。以下,将使用LiNbO<sub>3</sub>基板的光调制器称为LN调制器。

[0003] 此种光调制器例如是与配置有驱动器集成电路(Driver Integrated Circuit,驱动器IC)、或数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)的电路板一起安装于进行光通信动作的光模块内而使用,所述驱动器IC输出用于使所述光调制器进行调制动作的电信号,所述DSP对从上位装置输入的信号进行高速处理,并将发送数据输入至所述驱动器IC。

[0004] 在城域(metro)用光通信等短距离用途中,对光模块的小型化的要求特别高,除了光调制器的框体(调制器框体)的小型化以外,正进行各种研究,所述研究用于减小包含光调制器所包括的光纤的余长处理空间的、光调制器总体的安装面积。

[0005] 例如,专利文献1中公开了一种在调制器框体的一个壁将输入光纤与输出光纤邻接配置的、光调制器的结构。此种光调制器中,与在调制器框体的相向的两个壁分别配置输入光纤与输出光纤的结构相比,可将光纤的余长处理空间集中于调制器框体的单侧,从而可减小光调制器总体的安装面积。

[0006] 但是,对装置的小型化的要求不变,从今往后由于小型化要求的进一步提高,而与前述那样的安装面积的减小相辅相成地,光模块框体内的光零件及电子零件的安装密度可能不断提高。其结果为,可预想到下述状况:在光模块框体内,会将驱动器IC或DSP等发热电子零件与光调制器极为接近地配置。

[0007] 一般来说,驱动器IC由于必须输出具有几伏至十几伏的电压振幅的高频信号,因而消耗1W左右的电力。而且,尤其光模块所用的DSP必须对几十Mbs至几百Mbs的信号以高速进行处理,因而消耗10W~30W左右的电力。另外,这些消耗电力主要以热的形式从驱动器IC或DSP释出。

[0008] 另一方面,光调制器在其框体(调制器框体)的内部,包括在特性及可靠性方面对温度相对较敏感的光学结晶(例如所述LN),且收容需要亚微米(submicron)单位的位置精度的光学零件。

[0009] 因此,以往在光模块框体内,光调制器与发热电子零件配置于尽可能远离的位置,以使发热电子零件所发出的热不影响光调制器。而且也提出:为了抑制发热电子零件所发出的热导致光模块框体内的各部的温度上升,而使发热电子零件与光模块框体直接接触,或经由散热凝胶而接触,将来自发热电子零件的热向光模块外散放(例如专利文献2)。

[0010] 但是,光模块框体内所用的光零件及电子零件中,光调制器对光模块框体内的安装面积或容积的占有率非常大,在将此种大的光调制器与电子零件的远离距离确保一定距离以上的方面,光模块的小型化均可能达到极限。即,若光模块的小型化发展,则不可避免将光调制器与发热电子零件接近配置,而期望即便在相对于发热电子零件接近配置的情况下也可避免特性及长期可靠性的降低的光调制器。

[0011] 作为抑制从外部施加的热导致光调制器的可靠性降低等的技术,例如专利文献3中公开:在制造时,为了防止将导入光纤的馈通部焊接固定于框体时的热导致框体内部的光调制元件产生劣化或故障,而将馈通固定部与光调制元件固定部之间的框体的壁厚减薄。

[0012] 但是,专利文献3所记载的结构避免仅在制造时的焊接固定工序中产生的、在几秒至十几秒程度的极短时间内施加的热向光调制元件传递,而并未指示与动作时由从外部持续施加的热所引起的光学特性的变动、或长期可靠性的降低有关的避免对策。

[0013] 进而,光调制器框体通常根据制造容易性的观点、或避免周围温度变动时的应力集中的观点,而设计成具有尽可能均等的壁厚。相对于此,对于安装于光模块框体内的光调制器的调制器框体来说,很少伴随周围温度变动而从四方均等地施加热,大多局部地施加有来自发热电子零件的热。

[0014] 但是,专利文献3所记载的结构避免仅在制造时的焊接固定工序中产生的、在几秒至十几秒程度的极短时间内施加的热向光调制元件传递,而并未指示与运行时由从外部持续施加的热所引起的光学特性的变动、或在动作期间中由持续施加热所导致的长期可靠性的降低有关的避免对策。

[0015] 进而,光调制器框体通常根据制造容易性的观点、或避免周围温度变动时的应力集中的观点,而设计成具有尽可能均等的壁厚。相对于此,对于安装于光模块框体内的光调制器的调制器框体来说,与伴随周围温度变动而从四方均等地施加热的情况不同,大多局部地施加有来自发热电子零件的热。

[0016] 图17为概略地表示专利文献1所示那样的现有的光调制器的结构的平面图。图示的光调制器1700例如包括光调制元件1702、及收容所述光调制元件1702的调制器框体1704。光调制元件1702例如为作为所谓干涉型光调制元件的马赫曾德(Mach-Zehnder)型光调制器,其通过对形成于LN基板上的并行波导间的相位差进行控制,从而利用光的干涉而运行。

[0017] 而且,光调制器1700包括向光调制元件1702输入光的输入光纤1708、及输出经光调制元件1702所调制的光的输出光纤1710。输入光纤1708及输出光纤1710均配置于例如调制器框体1704的图示左侧的一条边的壁。输入光纤1708在从图示左侧的壁导入至调制器框体1704内后,在调制器框体1704内向图示右方延伸。从输入光纤1708输出的光例如入射至由透镜或棱镜等构成的光折回部1712。光折回部1712使来自输入光纤1708的光的传播方向180度折回,而从光调制元件1702的图示右侧的端面入射。入射至光调制元件1702的光在经光调制元件1702调制后,从光调制元件1702的图示左侧的端部出射。另外,从光调制元件1702出射的光例如经由包括极化合成棱镜、波长板及透镜的输出光学系统1714而入射至输出光纤1710,被导向调制器框体1704的外部。

[0018] 此处,调制器框体1704一般来说俯视为大致矩形,以四条边各自的壁厚尽可能变

得均等的方式,在可确保必要刚性的范围内以相同的厚度 $t_{17}$ 构成。实际上,在调制器框体1704的内部,安装有用于从调制器框体1704的外部接收高频信号并输入至光调制元件1702的、未图示的引脚(lead pin)或中继基板等,因而在壁的内表面部分视需要设有凹凸。但是,这些凹凸是为了配置随附的零件而视需要设于有限范围内,并非将调制器框体1704的四方的壁的厚度以明显的程度设为互不均等。图17所示的调制器框体1704应理解为,将四方的边的壁厚概略地表示为具有各边的平均厚度。

[0019] 现有的光调制器1700是以调制器框体1704的四方的边的壁厚(的平均值)成为大致相等的值 $t_{17}$ 的方式构成,且成为关于相对于宽度方向而言的中心线1720及相对于长度方向而言的中心线1722对称的结构。因此,在来自光调制器1700的周围环境的热均等地施加于调制器框体1704的情况下,调制器框体1704的变形被抑制于微小范围,特性的变动或可靠性的降低的程度也得到抑制。此处,所谓壁厚的“平均值”,是指对应的壁或壁的部分厚度的平均值,在所述壁或壁的部分与邻接的壁连接或相交的情况下,也是指不含所述连接或相交部分的、所谓“壁”本身或“壁”的部分本身的厚度的平均值。例如,在对应的壁或壁的部分的内表面(调制器框体内部的面)经由曲线部(R加工部)而与邻接的壁的内表面连接的情况下,是指除了所述曲线部以外的、“壁”本身或“壁”的部分本身的厚度的平均值。

[0020] 但是,在将光调制器1700安装于光模块内的情况下,从邻接配置的发热电子零件传递的热一般来说大致局部地传至调制器框体1704的一部分,并向整个调制器框体1704逐渐发散。因此,在光模块内部,一般来说热并未均等地施加于调制器框体1704。

[0021] 图18示意性地表示将光调制器1700与例如作为发热电子零件的DSP 1800一起安装于光模块的电路板1802上的情况的、调制器框体1704所产生的温度分布。与图示的调制器框体1704重叠表示的黑白的深浅表示各部的温度,越白表示温度越低,越黑表示温度越高。

[0022] 图示中,来自配置于电路板1802上的图示右下的DSP 1800的热主要在电路板1802中传播,从调制器框体1704的图示下侧的边的、与DSP 1800相向的部分,向调制器框体1704流入。然后,从所述部分流入的热朝向整个调制器框体1704向图示左上传播。

[0023] 其结果为,在调制器框体1704,产生如图示那样温度从右下向左上降低的温度梯度。这种温度梯度在整个调制器框体1704的温度伴随环境温度的变化而变化那样的情况下不产生,而是由于DSP 1800作为对于调制器框体1704而言处于非对称位置的偏在热源发挥作用而产生。更具体来说,所述温度梯度是由DSP 1800的尺寸通常小于调制器框体1704的尺寸,且DSP 1800接近调制器框体1704的边的一部分而配置所引起。

[0024] 另外,DSP 1800如上文所述那样作为非对称的偏在热源发挥作用的结果为,如图示那样,沿着与相对于调制器框体1704的宽度方向而言的中心线1720及相对于长度方向而言的中心线1722的任一方向均不同的方向1804(图示白色的虚线箭头)产生所述温度梯度,从而使调制器框体1704产生非对称的温度分布。

[0025] 这种调制器框体1704的非对称的温度分布与“使四方的边的壁厚相同而抑制变形”等现有的调制器框体1704的设计思想所预计的温度变化、即调制器框体1704的“均等的温度变化”大不相同,可能导致超出设计者的预测的特性变动及长期可靠性的降低。

[0026] 另外,作为DSP 1800如上文所述那样作为非对称的偏在热源发挥作用的结果,如图示那样,沿着与相对于调制器框体1704的宽度方向而言的中心线1720及相对于长度方向

而言的中心线1722的任一方向均不同的方向1804(图示白色的虚线箭头)产生所述温度梯度,从而使调制器框体1704产生非对称的温度分布。

[0027] 这种调制器框体1704的非对称的温度分布与“使四方的边的壁厚相同而抑制变形”等现有的调制器框体1704的设计思想所预计的状况、即调制器框体1704的“均等的温度变化”大不相同,可能导致超出设计者的预测的特性变动及长期可靠性的降低。

[0028] 例如,在卓讯科技(Telcodia)或日本工业标准(Japanese Industrial Standards, JIS)等工业标准所规定的、用于预测电子零件及光零件的长期可靠性的加速劣化试验中,在经设定为各种温度(例如100°C、125°C等)的恒温槽中分别放入作为试验对象的光调制器,每当达到规定的经过时间时,测定各个光调制器的特性变动量。即,根据这种加速劣化试验预测的是以均等的温度状态持续使用光调制器1700的情况的长期可靠性。因此,如所述那样在光模块内产生非对称的温度分布的状况下的光调制器1700的长期可靠性可能与所述预测相差大。

[0029] 而且,由于调制器框体1704的所述非对称的温度分布,构成光调制元件1702的基板的面内也产生非对称的温度分布。由此,尤其在如所述那样使用马赫曾德型光调制器那样的干涉型光调制元件作为光调制元件1702的情况下,所述基板上的邻接的并行波导间产生由非对称的温度分布所引起的、互不相同的附加的相位差,对光调制元件1702自身的特性及可靠性也可能产生不良影响。即,对于使用干涉型光调制元件的光调制器来说,料想因与发热电子零件接近配置而长期产生非对称的温度分布,这导致特别明显地产生加速劣化试验等中无法预见的特性变动及可靠性的降低。

[0030] 进而,在如所述那样将发热电子零件接近配置的情况下,从发热电子零件流入至调制器框体的热容易传播至配置于调制器框体内的光调制元件或透镜等光学零件的安装位置,可能产生光调制器的特性变动及导致长期可靠性降低。

[0031] 现有技术文献

[0032] 专利文献

[0033] 专利文献1:日本专利特开2018-72605号公报

[0034] 专利文献2:日本专利特开2016-99508号公报

[0035] 专利文献3:日本专利特开2015-102786号公报

## 发明内容

[0036] 发明所要解决的问题

[0037] 根据所述背景,本发明期望实现一种光调制器,可抑制由将电子零件等热源接近配置所引起的特性变动或长期可靠性的降低。

[0038] 解决问题的技术手段

[0039] 本发明的一实施例包括:光调制元件,由形成于基板上的光波导构成;以及框体,收容所述光调制元件,所述框体具有:底面壁,俯视为四边形;第一短边壁及第二短边壁,与所述底面壁的相互相向的两条边相连;以及第一长边壁及第二长边壁,长度比所述第一短边壁及所述第二短边壁更长,且与所述底面壁的相互相向的另两条边相连,所述光调制元件收容于由所述底面壁、所述第一长边壁及所述第二长边壁、以及所述第一短边壁及所述第二短边壁所包围的空间内,光输入终端部及光输出终端部均固定于所述第一短边壁,所

述光输入终端部保持向所述光调制元件输入光的输入光纤,所述光输出终端部保持将从所述光调制元件输出的光导向所述框体的外部的输出光纤,所述光调制元件以所述光调制元件的长度方向的第一端部与所述第一短边壁相向的方式配置,所述框体在光输入输出部的至少一部分,具有热阻比所述光输入输出部以外的所述框体的部分更高的高热阻部,所述光输入输出部为从所述第一短边壁的外表面到所述光调制元件的所述第一端部为止的范围。

[0040] 根据本发明的另一实施例,所述第一短边壁的平均厚度形成得比所述第一长边壁及所述第二长边壁各自的所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄,所述第一短边壁构成所述高热阻部。

[0041] 根据本发明的另一实施例,所述第一长边壁在所述光输入输出部所含的部分的至少一部分,具有第一薄壁部,所述第一薄壁部具有比所述第一长边壁中所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄的平均厚度,所述第二长边壁在所述光输入输出部所含的部分的至少一部分,具有第二薄壁部,所述第二薄壁部具有比所述第二长边壁中所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄的平均厚度,所述第一长边壁的所述第一薄壁部及所述第二长边壁的所述第二薄壁部构成所述高热阻部。

[0042] 根据本发明的另一实施例,所述底面壁在所述光输入输出部所含的部分的至少一部分,具有第三薄壁部,所述第三薄壁部形成得比所述光输入输出部以外的部分的所述底面壁的平均厚度更薄,所述底面壁的所述第三薄壁部构成所述高热阻部。

[0043] 根据本发明的另一实施例,在所述底面壁的所述第三薄壁部上配置有光学零件。

[0044] 根据本发明的另一实施例,配置于所述底面壁的所述第三薄壁部的所述光学零件的至少一个经由作为独立构件的基座而固定于所述底面壁的所述第三薄壁部。

[0045] 根据本发明的另一实施例,在所述框体,在后背部配置有驱动所述光调制元件的驱动电路,所述后背部为从所述光调制元件的与所述第一端部相向的第二端部到所述第二短边壁的内表面为止的范围,所述底面壁在所述后背部处的平均厚度形成得比在所述光输入输出部处的平均厚度更厚,或者,所述第一长边壁或所述第二长边壁在所述后背部处的平均厚度形成得比在所述光输入输出部处的平均厚度更厚。

[0046] 根据本发明的另一实施例,在所述光调制元件的所述第一端部固定有光学零件,所述底面壁在其内表面具有阶差部,所述阶差部将距所述底面壁的外表面的高度不同的两个平面相连,所述光调制元件以所述第一端部从所述阶差部突出的方式配置于所述底面壁。

[0047] 本发明的另一实施例为一种光模块,包括所述任一个光调制器及电子零件。

[0048] 此外,本说明书中包含2018年6月29日提出申请的日本专利申请:日本专利特愿2018-124467号的所有内容。

[0049] 发明的效果

[0050] 根据本发明,光调制器中,即便在将电子零件等热源接近配置的情况下,也可抑制特性变动和/或长期可靠性的降低。

## 附图说明

[0051] 图1为本发明的第一实施方式的光调制器的平面图。

- [0052] 图2为图1所示的光调制器的AA截面箭视图。
- [0053] 图3为表示将图1所示的光调制器安装于电路基板上的情况的、调制器框体产生的温度分布的一例的图。
- [0054] 图4为本发明的第二实施方式的光调制器的平面图。
- [0055] 图5为图4所示的光调制器的BB截面箭视图。
- [0056] 图6为本发明的第三实施方式的光调制器的平面图。
- [0057] 图7为图6所示的光调制器的CC截面箭视图。
- [0058] 图8为本发明的第四实施方式的光调制器的平面图。
- [0059] 图9为图8所示的光调制器的DD截面箭视图。
- [0060] 图10为本发明的第五实施方式的光调制器的平面图。
- [0061] 图11为图10所示的光调制器的EE截面箭视图。
- [0062] 图12为本发明的第六实施方式的光调制器的平面图。
- [0063] 图13为图12所示的光调制器的FF截面箭视图。
- [0064] 图14为本发明的第七实施方式的光调制器的平面图。
- [0065] 图15为图14所示的光调制器的GG截面箭视图。
- [0066] 图16为本发明的第八实施方式的光模块的平面图。
- [0067] 图17为表示现有的光调制器的结构的平面图。
- [0068] 图18为表示将现有的光调制器安装于电路基板上的情况的、调制器框体产生的温度分布的一例的图。
- [0069] [符号的说明]
- [0070] 100、400、600、800、1000、1200、1400、1700:光调制器
- [0071] 102、1702:光调制元件
- [0072] 104、404、604、1204、1404、1704:调制器框体
- [0073] 108、1708:输入光纤
- [0074] 110、1710:输出光纤
- [0075] 112:输入波导
- [0076] 114:调制部
- [0077] 116:光反射膜
- [0078] 118:微透镜阵列
- [0079] 120、420、620、1220、1420:第一短边壁
- [0080] 122、422、622、1222、1422:第二短边壁
- [0081] 124、424、624、1224、1424:第一长边壁
- [0082] 126、426、626、1226、1426:第二长边壁
- [0083] 128、428、628、1228、1428:底面壁
- [0084] 130、1720:相对于宽度方向而言的中心线
- [0085] 132、1722:相对于长度方向而言的中心线
- [0086] 140:第一端部
- [0087] 142:第二端部
- [0088] 144:玻璃砖

- [0089] 150:光输入终端部
- [0090] 152、852:光输出终端部
- [0091] 154、158:透镜
- [0092] 156:极化合成部
- [0093] 160、460、660、1260、1460:盖
- [0094] 162、462、662、1262、1462:光输入输出部
- [0095] 390、1612、1800:DSP
- [0096] 392、1606、1802:电路基板
- [0097] 464、664、670、672、1264、1270、1272、1464、1470、1472:薄壁部
- [0098] 876:光学零件群
- [0099] 1078:基座
- [0100] 1280、1480:后背部
- [0101] 1282:驱动器IC
- [0102] 1484:薄壁内表面
- [0103] 1486:调制器固定面
- [0104] 1488:阶差部
- [0105] 1600:光模块
- [0106] 1602:光模块框体
- [0107] 1608:LD
- [0108] 1610:PD
- [0109] 1712:光折回部
- [0110] 1714:输出光学系统。

### 具体实施方式

[0111] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0112] 本发明将现有技术中忌避与发热电子零件接近配置的光调制器构成为可进行所述接近配置的光器件,并且开拓作为也可积极有助于改善光模块内的热环境的器件的利用途径。

[0113] 即,本发明的光调制器为了使调制器框体自身作为散热片(heat sink)或优良导热体积极发挥作用,而调整调制器框体的侧壁厚。而且,此时并非如现有技术那样避免向光调制元件传热,而是立于与之前完全不同的构想,设为热容易传导至整个光调制元件的框体结构,另一方面,针对搭载光学零件的光输入输出部,设为不易传热的结构。由此,可避免光调制元件的非对称的温度分布,并且避免向光学零件传热,可避免光调制器总体的特性变动及长期可靠性的降低。

[0114] 具体来说,本发明的光调制器在构成所述光调制器的调制器框体的、光输入输出部的至少一部分,设有热阻比光输入输出部以外的调制器框体的部分更高的高热阻部,所述光输入输出部为从配置有输入光纤及输出光纤的一个壁的外表面到与所述一个壁相向的光调制元件的其中一个端部为止的范围。由此,即便在增大调制器框体的壁厚而将所述调制器框体用作来自发热电子零件的热的传播路径的情况下,也可抑制光调制器的特性变

动的产生和/或长期可靠性的降低。

[0115] [第一实施方式]

[0116] 首先,对第一实施方式进行说明。本实施方式的光调制器包含下述结构作为特征结构:配置有输入光纤及输出光纤的调制器框体的一个壁的平均厚度形成得比与所述一个壁的两侧部相连的两个壁各自的、所述光输入输出部以外的部分的平均厚度薄,而构成高热阻部。

[0117] 图1为表示本发明第一实施方式的光调制器100的结构的平面图,图2为光调制器100的AA截面箭视图。光调制器100包括:光调制元件102;调制器箱体104,收容光调制元件102;输入光纤108,向光调制元件102输入光;以及输出光纤110,将从光调制元件102输出的光导向调制器箱体104的外部。

[0118] 此外,调制器箱体104经气密密封,因此实际上无法看到调制器箱体104的内部,但图1中,为了容易理解调制器箱体104内部的结构,而以实线表示调制器箱体104内部的构成元件。

[0119] 调制器箱体104由金属(例如不锈钢、可伐合金(Kovar)等)构成,俯视为矩形或四边形(例如长方形或大致长方形)。即,调制器箱体104具有俯视为四边形的底面壁128、以及与底面壁128的相互相向的另两条边(图示左右的边)相连的第一短边壁120及第二短边壁122。而且,调制器箱体104具有长度比第一短边壁120及第二短边壁122更长的、与底面壁128的相互相向的两条边(图1的图示上下的两边)相连的第一长边壁124及第二长边壁126。另外,光调制元件102收容于由第一短边壁120、第二短边壁122、第一长边壁124、第二长边壁126及底面壁128所包围的空间内。

[0120] 此处,光调制元件102中,将与配置有后述的光输入终端部150及光输出终端部152的第一短边壁120相向的端部称为第一端部140,将与第一端部140相向的端部称为第二端部142。因此,第二端部142与第二短边壁122相向。

[0121] 此外,在调制器箱体104的俯视图时,将沿着所述调制器箱体104的宽度方向的中心且沿图示左右方向延伸的线设为相对于宽度方向而言的中心线130,以及将沿着调制器箱体104的长度方向的中心且沿图示上下方向延伸的线设为相对于长度方向而言的中心线132。

[0122] 光调制元件102为由形成于基板上的光波导构成的波导型光调制器。具体来说,本实施方式中,光调制元件102由设于例如LiNbO<sub>3</sub>基板上的光波导构成。光调制元件102具有供来自输入光纤108的光入射的输入波导112、包含进行光调制动作用的光波导群的调制部114、以及设于第二端部142的构成光折回部的光反射膜116。

[0123] 调制部114例如使在沿光调制元件102的长度方向延伸的多个光波导内传播的光干涉而进行调制动作用。具体来说,调制部114为DP-QPSK光调制器,其包括四个马赫曾德型光波导、以及分别设于所述马赫曾德型光波导上且对在光波导内传播的光进行调制的四个射频(Radio Frequency, RF)电极(未图示)。

[0124] 光调制元件102的第一端部140为光输入输出端,其将来自输入光纤108的光输入至输入波导112,并且将经调制部114调制的光输出。图示右侧的第二端部142为通过光反射膜116使光折回的光折回端。在第一端部140,例如通过粘着而固定有作为光学零件的微透镜阵列118。而且,在第一端部140的附近的基板表面,例如通过粘着而固定有用于增强光学

零件的粘着强度的玻璃砖 (glass block) 144。

[0125] 在调制器框体104的第一短边壁120,固定有保持输入光纤108的光输入终端部150及保持输出光纤110的光输出终端部152。在光输入终端部150的内部,配置有作为使来自输入光纤108的光准直化的光学零件的透镜154。而且,在光输出终端部152的内部,配置有作为光学零件的透镜158及极化合成部156。极化合成部156由波长板及极化合成棱镜所构成,将从光调制元件102的调制部114输出的两束光(DP-QPSK调制器的情况下为正交的X轴端口与Y轴端口的偏振波)进行极化合成并以一束光的形式输出。透镜158将极化合成部156所输出的光聚光并输入至输出光纤110。

[0126] 根据所述结构,从输入光纤108输入的光在经光输入终端部150内的透镜154准直化后,由设于光调制元件102的第一端部140的微透镜阵列118聚光,并输入至光调制元件102的输入波导112。输入至输入波导112的光在第二端部142中由光反射膜116反射,并输入至调制部114。输入至调制部114的光在经所述调制部114调制后,从第一端部140输出。从第一端部140输出的来自调制部114的光经微透镜阵列118准直化,并由光输出终端部152内的极化合成部156进行极化合成。所述经极化合成的光由光输出终端部152内的透镜158聚光并与输出光纤110耦合,由输出光纤110导向调制器框体104的外部。

[0127] 如图2那样,光调制元件102固定于底面壁128的内表面(图示上表面)。图2中,在调制器框体104的图示上部的开口部,也图示有构成调制器框体104的一部分的盖160。盖160将收容有光调制元件102的调制器框体104的内部空间气密密封,因而例如缝焊于图1中第一短边壁120、第二短边壁122及第一长边壁124、第二长边壁126所构成的四边。

[0128] 此外,在调制器框体104的内部,可能设有用于输入使光调制元件102运行的高频信号的多个引脚、或用于将从所述多个引脚输入的高频信号引导至光调制元件102的各RF电极的中继基板等(均未图示)。因此,在调制器框体104的第一短边壁120、第二短边壁122、第一长边壁124、第二长边壁126的内表面和/或底面壁128的内表面,可能设有凹凸。但是,本实施方式中,为了避免不必要的详细说明而容易理解,图1、图2中,将调制器框体104的第一短边壁120、第二短边壁122、第一长边壁124、第二长边壁126及底面壁128记载为具有均一厚度。以下,图4至图15也应同样地理解。

[0129] 尤其本实施方式的光调制器100中,图1中,调制器框体104中,图示左侧的第一短边壁120的壁厚 $t_1$ 形成得比第一长边壁124及第二长边壁126的、光输入输出部162以外的部分的壁厚 $t_2$ 、壁厚 $t_3$ 更薄(即,以更小的值形成),所述光输入输出部162为从第一短边壁120的外表面到光调制元件102的第一端部140为止的范围。即,具有 $t_1 < t_2$ 且 $t_1 < t_3$ 的关系。此处,在光调制器100安装于光模块内的电路基板的情况下,以具有壁厚 $t_2$ 及壁厚 $t_3$ 的第一长边壁124、第二长边壁126中的任一者朝向作为安装于所述电路基板上的发热电子零件的例如DSP的安装侧的方式配置。

[0130] 此外,如上文所述,本实施方式中,图1、图2中,并未示出可能设于实际的调制器框体104中的、用于配置引脚或中继基板等的凹凸。因此,图1、图2所示的第一短边壁120、第二短边壁122、第一长边壁124、第二长边壁126及底面壁128的壁厚在具有所述凹凸的情况下,应理解为表示各个壁的平均壁厚。即,本实施方式中,壁厚 $t_1$ 为第一短边壁120的壁厚的平均值。而且,壁厚 $t_2$ 、壁厚 $t_3$ 分别为第一长边壁124及第二长边壁126的、光输入输出部162以外的部分的壁厚的平均值。以下,当本说明书中提及壁厚时,只要无特别说明,则是指对应

的壁或壁的一部分的壁厚的平均值(平均壁厚)。

[0131] 此外,本说明书中,所谓壁厚的“平均值”,是指对应的壁或壁的部分厚度的平均值,即便于所述壁或壁的部分与邻接的壁连接或相交的情况下,也是指不含所述连接或相交的部分的、所谓“壁”本身或“壁”的部分本身的厚度的平均值。例如,在对应的壁或壁的部分的内表面(调制器框体内部的面)经由曲线部(R加工部)而与邻接的壁的内表面连接的情况下,是指将所述曲线部除外的、“壁”本身或“壁”的部分本身的厚度的平均值。

[0132] 此处,关于光输入输出部162以外的部分的、第一长边壁124的壁厚 $t_2$ 及第二长边壁126的壁厚 $t_3$ ,理想的是比作为现有的光调制器中通常所用的壁厚 $t_2$ 的1.5mm左右的值大,例如设为2.0mm以上且3.0mm以下的范围,以实现比现有的光调制器的长边壁更低的热阻。而且,第一短边壁120的壁厚 $t_1$ 例如理想的是设定为0.5mm以上且1.0mm以下的值的范围。通过如此构成,可确保调制器框体104的刚性且实现安装空间的省空间化,并且将第一长边壁124及第二长边壁126用作从调制器框体104的外部流入的热的传播路径,而使调制器框体104作为接近配置的发热电子零件的散热片发挥功能。

[0133] 例如,在第一长边壁124及第三长边壁为具有凹凸的结构的情况下,可设为分别以厚度1.7mm~4mm的范围来形成第一长边壁124及第三长边壁,且将作为各自的平均壁厚的壁厚 $t_2$ 及壁厚 $t_3$ 设定为2.0mm以上且3.0mm以下的值的范围。而且,例如在第一短边壁120为具有凹凸的结构的情况下,可设为以厚度0.3mm~1mm的范围来形成第一短边壁120,且将作为平均壁厚的壁厚 $t_1$ 设定为0.5mm以上至1.0mm以下的值的范围。

[0134] 具有所述结构的光调制器100中,第一长边壁124的壁厚 $t_2$ 及第二长边壁126的壁厚 $t_3$ 设定得较现有的光调制器厚,因而可减小沿着调制器框体104的长边的、第一长边壁124及第二长边壁126的热阻,使调制器框体104的长度方向的温度梯度与现有的光调制器(例如,图17所示的光调制器1700)相比而减小。另外,若如上所述那样调制器框体104的长度方向的温度梯度减小,则以调制器框体104总体观察时的温度梯度的方向成为与图18所示的方向1804相比而更接近长度方向的方向。其结果为,可抑制包含光调制元件102的光调制器100总体的非对称的温度分布,而抑制特性变动及长期可靠性的降低。

[0135] 而且,如上文所述,即便在热在第一长边壁124及第二长边壁126流动的情况下,也可抑制调制器框体104产生非对称的温度分布,因而可将第一长边壁124及第二长边壁126用作来自接近配置的发热电子零件的热的传播路径。因此,可将光调制器100用作发热电子零件的散热片和/或优良导热体,而用作可积极有助于改善光模块内的热环境的器件。此外,通过如上文所述那样,相对于现有的平均壁厚1.5mm而将第一长边壁124的壁厚 $t_2$ 及第三长边壁的壁厚 $t_3$ 设为2.0mm以上且3.0mm以下的值的范围,且将第一短边壁120的壁厚 $t_1$ 设为0.5mm以上且1.0mm以下的值的范围,从而上文所述的非对称的温度梯度的抑制效果变得特别明显,且也可进一步提高光调制器100的作为散热片的功能。

[0136] 此外,光调制器100中,光输入输出部162所含的第一短边壁120的壁厚 $t_1$ 形成得比第一长边壁124及第二长边壁126的、光输入输出部162以外的部分的壁厚 $t_2$ 、壁厚 $t_3$ 更薄,第一短边壁120自身构成高热阻部。

[0137] 因此,光调制器100中,即便将发热电子零件接近配置的情况下,也可抑制热向配置于光输入终端部150及光输出终端部152的内部的输入光纤108等及透镜154等光学零件流入,而抑制光调制器100的特性变动的产生和/或长期可靠性的降低。此种结构中,通过进

一步如上文所述那样将第一长边壁124的壁厚 $t_2$ 及第二长边壁126的壁厚 $t_3$ 设定得比现有的光调制器更厚,从而减小因发热电子零件等而产生的调制器框体104的温度梯度,进一步抑制特性变动及长期可靠性的降低。

[0138] 图3示意性地表示将光调制器100与例如作为发热电子零件的DSP 390一起安装于光模块的电路基板392上的情况的、调制器框体104产生的温度分布。与图示的调制器框体104重叠表示的黑白的深浅表示各部的温度,越白则表示温度越低,越黑则表示温度越高。如图示那样,光调制器100中,例如热沿着比现有的光调制器的壁厚更厚的第一长边壁124及第二长边壁126流动,结果在第一长边壁124侧及第二长边壁126侧两者中,沿着相对于宽度方向而言的中心线130的温度梯度变得平缓。而且,其结果为,调制器框体104产生的温度分布的对称性提高。

[0139] 由此,即便在对发热电子零件接近配置光调制器100的情况下,也使调制器框体104产生的应力减小且分散。而且,调制器框体104的温度分布的对称性提高,由此比收容于调制器框体104内的干涉型光调制元件即光调制元件102的温度分布更具有对称性。其结果为,构成光调制元件102的并行波导间的光路长变化或相位变化的差减小,光调制元件102的特性变动(例如动作点变动)也得到抑制。

[0140] 而且,调制器框体104的温度分布成为更具有对称性的状态的结果为,光模块内的调制器框体104接近如恒温槽中的长期可靠性试验那样置于均一温度环境的状态。因此,调制器框体104的长期可靠性接近利用恒温槽的长期可靠性试验结果,因而可比现有的结构进一步提高长期可靠性。

[0141] 此外,所述实施方式中,关于图1所示的第二短边壁122的壁厚 $t_4$ 及图2所示的底面壁128中光输入输出部162以外的部分的壁厚 $t_5$ ,从温度分布的对称性或放热、刚性等观点来看越大越好,例如理想的是分别为 $t_4 > t_2$ 且 $t_4 > t_3$ 、及 $t_5 > t_2$ 且 $t_5 > t_3$ 。

[0142] 而且,本实施方式中,通过使第一短边壁120的壁厚 $t_1$ 比第一长边壁124的壁厚 $t_2$ 及第二长边壁126的壁厚 $t_3$ 更薄,而构成高热阻部,但不限于此。例如,也可代替将第一短边壁120的平均壁厚形成得薄至壁厚 $t_1$ 来构成高热阻部,而利用传热率比构成第一长边壁124、第二长边壁126和/或底面壁128的材料(更详细来说,为这些壁中光输入输出部162以外的部分的材料)更低的其他材料来构成第一短边壁120的材料,由此将第一短边壁120构成为高热阻部。

[0143] [第二实施方式]

[0144] 接下来,对本发明的第二实施方式进行说明。本实施方式的光调制器包含下述结构作为特征结构:在底面壁中,在作为从配置有输入光纤及输出光纤的第一短边壁的外表面到光调制元件的第一端部为止的范围的、光输入输出部的至少一部分,具有薄壁部,此薄壁部形成得比所述光输入输出部以外的部分的底面壁的平均厚度更薄,所述底面壁的薄壁部构成高热阻部。

[0145] 图4为表示第二实施方式的光调制器400的结构的平面图。而且,图5为图4所示的光调制器400的BB截面箭视图。此外,图4及图5中,分别对于与图1及图2的第一实施方式的光调制器100相同的构成元件及壁厚,使用与图1及图2中的符号相同的符号,援用上文所述的光调制器100的有关说明。而且,图4中,为了容易理解光调制器400的结构,与图1同样地,也以实线来表示在装配完成的状态下无法看到的内部的结构。

[0146] 光调制器400具有与光调制器100同样的结构,但具有调制器框体404来代替调制器框体104的方面不同。调制器框体404具有与调制器框体104的第一短边壁120、第二短边壁122、第一长边壁124、第二长边壁126同样的第一短边壁420、第二短边壁422、第一长边壁424及第二长边壁426。即,以下述方式构成:相对于作为从第一短边壁420的外表面到光调制元件102的第一端部140为止的范围的光输入输出部462以外的部分的、第一长边壁424的壁厚 $t_2$ 及第二长边壁426的壁厚 $t_3$ ,第一短边壁420的壁厚 $t_1$ 成为 $t_1 < t_2$ 且 $t_1 < t_3$ 。

[0147] 但是,调制器框体404在具有底面壁428来代替底面壁128的方面,与调制器框体104不同。如图5所示,底面壁428在光输入输出部462的至少一部分,具有薄壁部464(图示点状阴影部),此薄壁部464具有比光输入输出部462以外的部分的底面壁428的壁厚 $t_{51}$ 更薄的壁厚 $t_{52}$ 。此处,薄壁部464相当于第三薄壁部。此外,图5中,也图示有构成框体406的一部分的盖460。

[0148] 图4所示的调制器框体404与图1所示的调制器框体104同样地,并未示出可能设于实际的调制器框体404中的、用于配置引脚或中继基板等的凹凸。即,图4所示的第一短边壁420、第二短边壁422、第一长边壁424、第二长边壁426及底面壁428的壁厚应理解为表示各个壁或壁的部分的平均壁厚。此外,在薄壁部464例如包含深度或开口尺寸不同的多个凹凸等的情况下,所述薄壁部464的范围可定义为包含这些凹凸的区域。

[0149] 具有所述结构的光调制器400与光调制器100同样地,热沿着比现有的光调制器的壁厚更厚的第一长边壁424及第二长边壁426流动,结果在第一长边壁424侧及第二长边壁426侧两者中,温度梯度变得平缓,调制器框体404产生的温度分布的对称性提高。由此,即便在对发热电子零件接近配置光调制器400的情况下,也抑制光调制器400的特性变动及长期可靠性的降低。

[0150] 而且,光调制器400中,第一短边壁420与光调制器100的第一短边壁120同样地,以比光输入输出部462以外的部分的第一长边壁424及第二长边壁426的壁厚 $t_2$ 、壁厚 $t_3$ 更薄的壁厚 $t_1$ 形成,来构成高热阻部。另外,进而在底面壁428,也形成薄壁部464,此薄壁部464具有比光输入输出部462以外的部分的壁厚 $t_{51}$ 更薄的壁厚 $t_{52}$ ,来构成高热阻部。由此,光调制器400中,可利用薄壁部464而也抑制从底面壁428经由第一短边壁420向光输入终端部150及光输出终端部152流入的热,与光调制器100相比,进一步抑制光调制器400的特性变动的产生和/或长期可靠性的降低。

[0151] 此外,本实施方式中,除了以壁厚 $t_1$ 形成第一短边壁420而设为高热阻部以外,还在底面壁428设置薄壁部464而设为高热阻部,但不限于此。例如,也可仅由底面壁428的薄壁部464来构成高热阻部,且第一短边壁420以与 $t_2$ 、 $t_3$ 同等的壁厚构成。

[0152] 而且,也可与第一实施方式同样地,代替以壁厚 $t_1$ 来形成第一短边壁420,而将第一短边壁420的材料设为传热率比构成光输入输出部462以外的部分的第一长边壁424、第二长边壁426和/或底面壁428的部分的材料更低的材料,由此将第一短边壁420构成为高热阻部。而且,也可代替在底面壁428形成薄壁部464,而将与薄壁部464对应的底面壁428的部分的材料设为传热率比构成光输入输出部462以外的部分的第一长边壁424、第二长边壁426和/或底面壁428的部分的材料更低的材料,由此将与薄壁部464对应的部分构成为高热阻部。

[0153] [第三实施方式]

[0154] 接下来,对本发明的第三实施方式进行说明。本实施方式的光调制器包含下述结构作为特征结构:在与配置有输入光纤及输出光纤的第一短边壁相连的第一长边壁及第二长边壁各自的、作为从第一短边壁的外表面到光调制元件的第一端部为止的范围的光输入输出部的至少一部分,分别具有第一薄壁部及第二薄壁部,所述第一薄壁部及第二薄壁部具有比第一长边壁及第二长边壁中光输入输出部以外的部分的平均壁厚更薄的平均壁厚。另外,第一薄壁部及第二薄壁部构成高热阻部。

[0155] 图6为表示第三实施方式的光调制器600的结构平面图。而且,图7为图6所示的光调制器600的CC截面箭视图。此外,图6及图7中,分别对于与图1及图2的第一实施方式的光调制器100相同的构成元件,使用与图1及图2中的符号相同的符号,援用上文所述的光调制器100的有关说明。而且,图6中,为了容易理解光调制器600的结构,而与图1同样地,也以实线来表示在装配完成的状态下无法看到的内部的结构。此外,图7中,也示出图6中省略图示的构成调制器框体604的一部分的盖660。

[0156] 光调制器600具有与光调制器100同样的结构,但具有调制器框体604来代替调制器框体104的方面不同。调制器框体604具有与调制器框体104的第一短边壁120、第二短边壁122、第一长边壁124、第二长边壁126及底面壁128分别同样的第一短边壁620、第二短边壁622、第一长边壁624、第二长边壁626及底面壁628。

[0157] 但是,第一短边壁620以比第一长边壁624及第二长边壁626中的、作为从第一短边壁620的外表面到光调制元件102的第一端部140为止的范围的光输入输出部662以外的部分的壁厚 $t_{21}$ 及壁厚 $t_{31}$ 更薄的壁厚 $t_{11}$ 构成,而构成高热阻部。

[0158] 而且,底面壁628在光输入输出部662的至少一部分,形成有薄壁部664(图示点状阴影部),此薄壁部664具有比底面壁628中光输入输出部662以外的部分的壁厚 $t_{53}$ 更薄的壁厚 $t_{54}$ 。

[0159] 进而,在第一长边壁624,在光输入输出部662的至少一部分,形成有薄壁部670(图示右斜阴影部),此薄壁部670具有比第一长边壁624中光输入输出部662以外的部分的壁厚 $t_{21}$ 更薄的壁厚 $t_{22}$ 。而且,在第二长边壁626,在光输入输出部662的至少一部分,形成有薄壁部672(图示左斜阴影部),此薄壁部672具有比第二长边壁626中光输入输出部662以外的部分的壁厚 $t_{31}$ 更薄的壁厚 $t_{32}$ 。

[0160] 此处,薄壁部670、薄壁部672、薄壁部664分别对应于第一薄壁部、第二薄壁部、第三薄壁部。

[0161] 具有所述结构的光调制器600与光调制器100同样地,热沿着比现有的光调制器的壁厚更厚的第一长边壁624及第二长边壁626流动,结果在第一长边壁624侧及第二长边壁626侧两者中,温度梯度变得平缓,调制器框体604产生的温度分布的对称性提高。由此,即便在对发热电子零件接近配置光调制器600的情况下,也抑制光调制器600的特性变动及长期可靠性的降低。

[0162] 而且,光调制器600中,第一短边壁620、薄壁部664、薄壁部670、薄壁部672构成高热阻部,因而可有效地抑制在安装于光模块等的情况下从作为发热电子零件的DSP等流入至调制器框体604的热流入至光输入终端部150及光输出终端部152。由此,光调制器600中,与光调制器100相比,可进一步抑制光调制器600的特性变动的产生和/或长期可靠性的降低。

[0163] 此外,本实施方式中,第一长边壁624及第二长边壁626以壁厚 $t_{21}$ 、壁厚 $t_{31}$ 成为 $t_{21} < t_{31}$ 的方式构成。这种结构例如在下述情况下方便,即:在将光调制器600安装于光模块时,可能规定为在任一长边壁侧安装发热电子零件。通过使安装发热电子零件侧的长边壁(本实施方式中,例如为第二长边壁626)的壁厚比另一长边壁的壁厚厚,从而与将所述两个长边壁设为相互相同壁厚的结构相比,能以相同的重量使来自发热电子零件的热更有效地向电路基板传播。

[0164] 但是,即便将第一长边壁624及第二长边壁626的壁厚 $t_{21}$ 、壁厚 $t_{31}$ 设为 $t_{21} = t_{31}$ ,与由第一短边壁620、薄壁部664、薄壁部670、薄壁部672构成的高热阻部所得的对特性变动及长期可靠性降低的抑制效果也不改变。

[0165] 而且,本实施方式中,设有薄壁部664、薄壁部670、薄壁部672,但不限于此。即便不设置薄壁部664而仅设置薄壁部670、薄壁部672,也可针对所述特性变动及可靠性降低而获得一定的抑制效果。

[0166] [第四实施方式]

[0167] 接下来,对本发明的第四实施方式进行说明。本实施方式的光调制器具有与第三实施方式的光调制器600同样的结构,在底面壁628的薄壁部664上配置有光学零件。

[0168] 图8为表示第四实施方式的光调制器800的结构的平面图,图9为图8所示的光调制器800的DD截面箭视图。此外,图8及图9中,对于与图6、图7的第三实施方式的光调制器600及图1、图2的第一实施方式的光调制器100相同的构成元件及壁厚,使用与图6、图7及图1、图2中的符号相同的符号,援用上文所述的光调制器400及光调制器100的有关说明。而且,图8中,为了容易理解光调制器800的结构,而与图1及图4同样地,也以实线来表示在装配完成的状态下无法看到的内部的结构。

[0169] 光调制器800具有与光调制器600同样的结构,但以下方面不同:包括光输出终端部852来代替光输出终端部152,并且在调制器框体604的底面壁628的、构成高热阻部的薄壁部664,配置有光学零件群876。光输出终端部852具有与光输出终端部152同样的结构,但不具有极化合成部156的方面与光输出终端部152不同。

[0170] 光学零件群876例如包含与光调制器600的光输出终端部152内所配置的极化合成部156等光学零件具有同样功能的光学零件,例如包含波长板及极化合成棱镜。

[0171] 一般来说,在光输出终端部内配置光学零件有利于光调制器的小型化,另一方面,光学零件的与尺寸、形状和/或特性有关的限制变多,光学零件的选项受限。而且,与在调制器框体内配置光学零件的结构相比,从光调制元件的光输出端面到光学零件为止的距离变长,因而即便在从光调制元件出射的光的出射角因温度变动等而稍许变动的情况下,光学零件的光的入射点也大幅度地变动,光学特性的温度特性容易变差。

[0172] 相对于此,光调制器800中,在调制器框体604的底面壁628的薄壁部664配置光学零件群876,因而例如构成光学零件群876的极化合成棱镜或波长板等的、与形状(尺寸)或特性(例如与光入射点有关的相依性)相关的限制得到缓和。因此,这些光学零件的选项变广。而且,与在光输出终端部152内配置极化合成部156的结构相比,可减小从光调制元件102的第一端部140到例如具有极化合成棱镜等的光学零件群876为止的距离。因此,也可抑制相对于伴随温度变动的来自光调制元件102的光的出射角度的变动的、光学特性的变化。

[0173] 此外,光学零件群876中,可根据光调制器800所需求的功能等,而包含一个或多个

任意的光学零件。例如,可将输出光纤110牵引至调制器框体604的内部,使配置于光输出终端部852的透镜158也包含于光学零件群876。而且,也可将输入光纤108牵引至调制器框体604的内部,使配置于光输入终端部150的透镜154也包含于光学零件群876。

[0174] [第五实施方式]

[0175] 接下来,对本发明的第五实施方式进行说明。本实施方式的光调制器具有与第四实施方式的光调制器800同样的结构,且包含下述结构作为特征结构:配置于底面壁628的薄壁部664上的光学零件的至少一个经由独立构件构成的基座而固定于薄壁部664。

[0176] 图10为表示第五实施方式的光调制器1000的结构的平面图,图11为图10所示的光调制器1000的EE截面箭视图。此外,图10及图11中,对于与图8、图9的第四实施方式的光调制器800相同的构成元件及壁厚,使用与图8、图9中的符号相同的符号,援用上文所述的光调制器800的有关说明。而且,图10中,为了容易理解光调制器1000的结构,而与图8同样地,也以实线来表示在装配完成的状态下无法看到的内部的结构。

[0177] 光调制器1000具有与光调制器600同样的结构,但以下方面不同:在调制器框体604的底面壁628的、构成高热阻部的薄壁部664,经由基座1078而配置有光学零件群876。

[0178] 具有所述结构的光调制器1000可在底面壁628的薄壁部664与光学零件群876之间,夹持例如由传热率低材料(例如陶瓷等)构成的基座1078,并且可夹持两个热交界面(即,薄壁部664与基座1078之间的交界面、及基座1078与光学零件群876之间的交界面)。因此,可大幅度地抑制从薄壁部664到光学零件的传热。此处,所述交界面理想的是以传热率比调制器框体604的材料低的粘着剂(例如环氧系粘着剂)固定。

[0179] 而且,光调制器1000中,可在基座1078上安装由多个光学零件构成的光学零件群876后,在将这些光学零件在基座1078上组装成一体化的状态下,将基座1078及光学零件群876配置于底面壁628的薄壁部664。因此,光学零件的操作变容易,并且可减少制造工时,也可减少制造偏差。

[0180] 此外,本实施方式中,配置于薄壁部664的光学零件全部构成光学零件群876,并经由基座1078而固定于薄壁部664上,但不限于此。也可根据光学零件的热耐性、或制造光调制器1000时的调整的容易度等,而使配置于薄壁部664上的光学零件的至少一个构成光学零件群876,并经由基座1078而固定于薄壁部664上。

[0181] [第六实施方式]

[0182] 接下来,对本发明的第六实施方式进行说明。本实施方式的光调制器包含下述结构作为特征结构:在后背部配置有驱动光调制元件的驱动电路,所述后背部为从光调制元件的与第一端部相向的第二端部到调制器框体的第二短边壁的内表面为止的范围。而且,也包含下述结构作为特征结构:调制器框体的底面壁在所述后背部处的平均厚度形成得比作为从第一短边壁的外表面到光调制元件的第一端部为止的范围的光输入输出部处的平均厚度更厚,或者,第一长边壁或第二长边壁在所述后背部处的平均厚度形成得比所述光输入输出部处的平均厚度更厚。

[0183] 图12为表示第六实施方式的光调制器1200的结构的平面图,图13为图12所示的光调制器1200的FF截面箭视图。此外,图12及图13中,对于与图10、图11的第五实施方式的光调制器1000相同的构成元件及壁厚,使用与图10、图11中的符号相同的符号,援用上文所述的光调制器1000的有关说明。而且,图12中,为了容易理解光调制器1200的结构,而与图10

同样地,也以实线来表示在装配完成的状态下无法看到的内部的结构。

[0184] 光调制器1200具有与光调制器1000同样的结构,但具有调制器框体1204来代替调制器框体604的方面不同。调制器框体1204具有与调制器框体604的第一短边壁620、第二短边壁622、第一长边壁624、第二长边壁626及底面壁628同样的第一短边壁1220、第二短边壁1222、第一长边壁1224、第二长边壁1226及底面壁1228。

[0185] 其中,第一短边壁1220以具有下述壁厚 $t_{12}$ 的方式形成,而构成高热阻部,所述壁厚 $t_{12}$ 比第一长边壁1224及第二长边壁1226中的、作为从第一短边壁1220的外表面到光调制元件102的第一端部140为止的范围的光输入输出部1262以外的部分的壁厚 $t_{25}$ 、壁厚 $t_{35}$ 更薄。

[0186] 而且,图13中,底面壁1228在光输入输出部1262的至少一部分,形成有薄壁部1264,此薄壁部1264具有比底面壁1228中光输入输出部以外的部分的壁厚 $t_{55}$ 更薄的壁厚 $t_{56}$ 。此外,图13中,也记载有图12中省略记载的、构成调制器框体1204的一部分的盖1260。

[0187] 回到图12,进而在第一长边壁1224,在光输入输出部1262的至少一部分,形成有薄壁部1270,此薄壁部1270具有比第一长边壁1224中的光输入输出部1262以外的部分的壁厚 $t_{25}$ 更薄的壁厚 $t_{26}$ 。而且,在第二长边壁1226,在光输入输出部1262的至少一部分,形成有薄壁部1272,此薄壁部1272具有比第二长边壁1226中光输入输出部1262以外的部分的壁厚 $t_{35}$ 薄的壁厚 $t_{36}$ 。

[0188] 此处,薄壁部1270、薄壁部1272、薄壁部1264对应于第一薄壁部、第二薄壁部及第三薄壁部,分别构成高热阻部。

[0189] 进而,在薄壁部1264上,经由基座1078而固定有光学零件群876。

[0190] 而且,调制器框体1204中,在作为从光调制元件102的第二端部142到第二短边壁1222的内表面为止的范围的后背部1280,配置有驱动器IC 1282,此驱动器IC 1282包括驱动光调制元件102的驱动电路。

[0191] 尤其光调制器1200中,调制器框体1204的底面壁1228在后背部1280处的壁厚 $t_{57}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{58}$ (即,作为在光输入输出部1262处的平均壁厚的壁厚 $t_{58}$ )更厚。而且,第一长边壁1224及第二长边壁1226各自在后背部1280处的壁厚 $t_{27}$ 、壁厚 $t_{37}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{28}$ 、壁厚 $t_{38}$ (即,作为各自在光输入输出部1262处的平均壁厚的壁厚 $t_{28}$ 、壁厚 $t_{38}$ )更厚。

[0192] 具有所述结构的光调制器1200与光调制器100同样地,热沿着比现有的光调制器的壁厚更厚的第一长边壁1224及第二长边壁1226流动,结果在第一长边壁1224侧及第二长边壁1226侧两者,温度梯度变得平缓,调制器框体1204产生的温度分布的对称性提高。由此,即便在对发热电子零件接近配置光调制器1200的情况下,也抑制光调制器1200的特性变动及长期可靠性的降低。

[0193] 而且,光调制器1200与第一实施方式~第五实施方式的光调制器100、光调制器400、光调制器600、光调制器800、光调制器1000同样地,具有构成高热阻部的薄壁部1264等,由此可抑制将发热电子零件接近配置的情况的特性变动和/或长期可靠性降低。而且,除此以外,光调制器1200中,将驱动光调制元件102的驱动器IC 1282邻接于光调制元件102而配置,因而从驱动器IC 1282到光调制元件102的高频信号的传送距离变短,可大幅度地提高光调制动作总体的高频特性。

[0194] 驱动器IC 1282为通常可能产生1W左右的热的发热电子零件,在如以往那样在光模块内在光调制器的外部接近配置的情况下,作为相对于光调制器而偏在的热源发挥作用,可能使光调制器的框体产生非对称的温度分布。相对于此,光调制器1200中,在调制器框体1204中,在与光输入输出部1262相向的一侧的后背部1280配置有驱动器IC 1282,且所述后背部1280的底面壁1228的壁厚 $t_{57}$ 形成得比光输入输出部1262的底面壁1228的壁厚 $t_{58}$ 更厚。而且,关于第一长边壁1224及第二长边壁1226,在配置有驱动器IC 1282的后背部1280处的壁厚 $t_{27}$ 及壁厚 $t_{37}$ 分别形成得比光输入输出部1262处的第一长边壁1224及第二长边壁1226的壁厚 $t_{28}$ 、壁厚 $t_{38}$ 更厚。

[0195] 由此,光调制器1200中,可使驱动器IC 1282所产生的热关于调制器框体1204的宽度方向大致对称地流动,使由所述热所引起的调制器框体1204的温度分布大致对称地产生。即,关于光调制器1200,可将现有技术中作为偏在热源发挥作用的驱动器IC 1282配置于调制器框体1204的内部的、不产生非对称的温度分布的位置,来改善光模块内的光调制器1200自身的热环境,并且也确保驱动器IC 1282的散热。

[0196] 此外,本实施方式中,底面壁1228中,在后背部1280处的壁厚 $t_{57}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{58}$ 更厚,且第一长边壁1224及第二长边壁1226中,在后背部1280处的壁厚 $t_{27}$ 及壁厚 $t_{37}$ 分别形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{28}$ 及壁厚 $t_{38}$ 更厚,但不限于此。调制器框体1204只要具备以下任一必要条件,则能以一定的水准获得与所述相同的效果:

[0197] • 底面壁1228中,在后背部1280处的壁厚 $t_{57}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{58}$ 更厚;

[0198] • 第一长边壁1224中,在后背部1280处的壁厚 $t_{27}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{28}$ 更厚;或者

[0199] • 第二长边壁1226中,在后背部1280处的壁厚 $t_{37}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{38}$ 更厚。

[0200] [第七实施方式]

[0201] 接下来,对本发明的第七实施方式进行说明。本实施方式的光调制器包含下述结构作为特征结构:在光调制元件的第一端部固定有光学零件,调制器框体的底面壁在其内表面,具有距所述底面壁的外表面的高度不同的两个平面,光调制元件以其第一端部从所述两个平面所构成的阶差部突出的方式配置于底面壁。

[0202] 图14为表示第七实施方式的光调制器1400的结构的平面图,图15为图14所示的光调制器1400的GG截面箭视图。此外,图14及图15中,对于与图12、图13的第六实施方式的光调制器1200相同的构成元件及壁厚,使用与图12、图13中的符号相同的符号,援用上文所述的光调制器1200的有关说明。而且,图14中,为了容易理解光调制器1400的结构,而与图12同样地,也以实线来表示在装配完成的状态下无法看到的内部的结构。

[0203] 光调制器1400与光调制器1200同样地,在光调制元件102的第一端部140,例如通过粘着而固定有作为光学零件的微透镜阵列118。

[0204] 光调制器1400具有与光调制器1200同样的结构,但具有调制器框体1404来代替调制器框体1204的方面不同。调制器框体1404具有与调制器框体1204的第一短边壁1220、第二短边壁1222、第一长边壁1224、第二长边壁1226及底面壁1228同样的第一短边壁1420、第

二短边壁1422、第一长边壁1424、第二长边壁1426及底面壁1428。

[0205] 其中,第一短边壁1420以具有比第一长边壁1424及第二长边壁1426中的、光输入输出部1462以外的部分的壁厚 $t_{25}$ 、壁厚 $t_{35}$ 更薄的壁厚 $t_{12}$ 的方式形成,而构成高热阻部,所述光输入输出部1462为从第一短边壁1420的外表面到光调制元件102的第一端部140为止的范围。

[0206] 而且,图15中,底面壁1428在光输入输出部1462的至少一部分,形成有薄壁部1464,此薄壁部1464具有比底面壁1428中光输入输出部1462以外的部分的壁厚 $t_{55}$ 更薄的壁厚 $t_{56}$ 。此外,图15中,也记载有图14中省略记载的、构成调制器框体1404的一部分的盖1460。

[0207] 回到图14,进而在第一长边壁1424,在光输入输出部1462的至少一部分,形成有薄壁部1470,此薄壁部1470具有比第一长边壁1424中光输入输出部1462以外的部分的壁厚 $t_{25}$ 更薄的壁厚 $t_{26}$ 。而且,在第二长边壁1426,在光输入输出部1462的至少一部分,形成有薄壁部1472,此薄壁部1472具有比第二长边壁1426中光输入输出部1462以外的部分的壁厚 $t_{35}$ 更薄的壁厚 $t_{36}$ 。

[0208] 此处,薄壁部1470、薄壁部1472、薄壁部1464对应于第一薄壁部、第二薄壁部及第三薄壁部,分别构成高热阻部。

[0209] 进而,在薄壁部1464上,经由基座1078而固定有光学零件群876。

[0210] 而且,调制器框体1404中,在作为从光调制元件102的第二端部142到第二短边壁1422的内表面为止的范围的后背部1480,配置有驱动器IC 1282,此驱动器IC 1282包括驱动光调制元件102的驱动电路。

[0211] 而且,调制器框体1404的底面壁1428在后背部1480处的壁厚 $t_{57}$ 形成得比在光输入输出部1462处的壁厚 $t_{59}$ (即,作为在光输入输出部1462处的平均壁厚的壁厚 $t_{59}$ )更厚。而且,第一长边壁1424及第二长边壁1426各自在后背部1480处的壁厚 $t_{27}$ 、壁厚 $t_{37}$ 形成得比在光输入输出部1462处的壁厚 $t_{29}$ 、壁厚 $t_{39}$ (即,作为各自在光输入输出部1462处的平均壁厚的壁厚 $t_{29}$ 、壁厚 $t_{39}$ )更厚。

[0212] 进而,光调制器1400中,调制器框体1404的底面壁1428在其内表面,具有作为图15中的薄壁部1464的上表面的薄壁内表面1484、以及固定有光调制元件102的调制器固定面1486来作为距所述底面壁1428的外表面的高度不同的两个平面。而且,薄壁内表面1484与调制器固定面1486构成阶差部1488。另外,光调制元件102以第一端部140从薄壁内表面1484及调制器固定面1486所构成的阶差部1488向薄壁内表面1484的方向突出的方式,配置于底面壁1428的调制器固定面1486。

[0213] 具有所述结构的光调制器1400中,光调制元件102中的第一端部140的部分从阶差部1488突出,因而作为对热或温度相对较敏感的光学零件的微透镜阵列118与第一端部140的固定部远离底面壁1428。由此,进一步抑制向所述固定部传热。其结果为,进一步抑制由发热电子零件的接近配置所引起的特性变动及长期可靠性的降低。

[0214] 此外,本实施方式中,作为固定于第一端部140的光学零件,示出微透镜阵列118,但不限于此。可在光调制元件102的第一端部140,固定有任意的光学零件。这种光学零件例如可设为波长板、间隔件用玻璃板、透镜、棱镜、偏振合波器(Polarization Beam Combiner,PBC)、波长板、准直器(collimator)、各向异性结晶、蓝宝石板、玻璃板、毛细管等

的任一个或多个。

[0215] 此外,本实施方式中,薄壁部1464、薄壁部1470、薄壁部1472是遍及光输入输出部1462的全域而形成,因而作为光输入输出部1462的平均壁厚的壁厚 $t_{59}$ 、壁厚 $t_{29}$ 、壁厚 $t_{39}$ 与以均一的厚度形成的薄壁部1464、薄壁部1470、薄壁部1472的壁厚 $t_{56}$ 、壁厚 $t_{26}$ 、壁厚 $t_{36}$ 的关系为 $t_{59}=t_{56}$ 、 $t_{29}=t_{26}$ 、 $t_{39}=t_{36}$ 。但是,不限于于此。薄壁部1470、薄壁部1472只要设于光输入输出部1462的至少一部分即可。

[0216] 而且,本实施方式中,调制器框体1404的底面壁1428在其内表面所具有的两个平面中的一者是由作为薄壁部1464的上表面的薄壁内表面1484所构成,但不限于此。所述两个平面中的一者只要至少与调制器固定面1486形成阶差部,则可设为薄壁内表面1484以外的、形成于光输入输出部1462内的平面。此时,薄壁部1464可形成于光输入输出部1462的至少一部分而非其整个区域。

[0217] [第八实施方式]

[0218] 接下来,对本发明的第八实施方式进行说明。本实施方式为一种光模块,包括所述任一实施方式的光调制器以及电子零件。

[0219] 图16为表示第八实施方式的光模块1600的结构的平面图。光模块1600在光模块框体1602内收容光调制器800及电路板1606。在电路板1606,除了搭载光调制器800以外,还搭载作为发送光的光源的激光二极管(Laser Diode,LD)1608、及作为接收光的光接收器的光电二极管(Photo Diode,PD)1610。而且,在电路板1606,搭载构成用于使这些光零件运行的电子电路的电子零件。图16中,作为主要且发热量多的电子零件的一例,示出用于数字信号处理的DSP 1612。

[0220] 但是,在电路板1606上,可根据光模块1600所需要的功能而搭载其他光零件或电子零件。这种电子零件中,例如包含用于驱动光调制器100的驱动器IC等。由此,光模块1600例如经由光调制器800向一个传送路光纤(未图示)输出信号光(发送光),及利用PD 1610来接收其他传送路光纤(未图示)所传送的光信号(接收光)。

[0221] 光模块1600中,尤其光调制器800是以在壁厚比第一长边壁624更厚的第二长边壁626侧隔开规定的间隔 $g$ 而接近配置有DSP 1612的方式,安装于电路板1606上。此处,间隔 $g$ 例如为5mm。

[0222] 具有所述结构的光模块1600中,使用由发热电子零件的接近配置所引起的特性变动及长期可靠性降低得到抑制的光调制器800,因而可缓和光调制器800与电子零件的远离距离的限制而实现光模块1600的小型化,且将光模块1600所输出的发送光的传送品质维持得高,并且也抑制光模块1600总体的长期可靠性的降低。

[0223] 此外,本实施方式中,使用光调制器800来构成光模块1600,但不限于此。也可代替光调制器800而将光调制器100、光调制器400、光调制器600、光调制器1000、光调制器1200或光调制器1400配置于图16所示的电路板1606上的与光调制器800相同的位置,而构成光模块1600。

[0224] 如以上所说明那样,本发明的光调制器100等包括由形成于基板上的光波导构成的光调制元件102、以及收容光调制元件的调制器框体104等。调制器框体104等具有俯视为四边形的底面壁128等、与底面壁128等的相互相向的两条边相连的第一短边壁120等及第二短边壁122等、以及长度比第一短边壁120等及第二短边壁122等更长且与底面壁128等的

相互相向的另两条边相连的第一长边壁124等及第二长边壁126等。而且,光调制元件102收容于由底面壁128等、第一长边壁124等及第二长边壁126等、以及第一短边壁120等及第二短边壁122等所包围的空间内。而且,光输入终端部150及光输出终端部152等均固定于第一短边壁120等,所述光输入终端部150保持向光调制元件102输入光的输入光纤108,所述光输出终端部152保持将从光调制元件102输出的光导向调制器框体104等的外部的输出光纤110。进而,光调制元件102以所述光调制元件102的长度方向的第一端部140与第一短边壁120等相向的方式配置。另外,调制器框体104等在光输入输出部162等的至少一部分,具有热阻比光输入输出部162等以外的调制器框体104等的部分更高的高热阻部,所述光输入输出部162为从第一短边壁120等的外表面到光调制元件102的第一端部140为止的范围。

[0225] 根据所述结构,即便在作为光通信装置的光模块内将光调制器100等接近于DSP 390等发热电子零件而配置的情况下,也可提高调制器框体104产生的温度分布的对称性,以及抑制热向可能配置有光纤或光学零件的第一短边壁120等传播,而抑制光调制器100等的特性变动和/或长期可靠性的降低。而且,可通过在光输入输出部162等设置高热阻部来抑制特性变动及长期可靠性降低,且将光输入输出部162等以外的调制器框体104等的壁厚增厚,而使发热电子零件的热传递,因而可将光调制器100等用作可积极有助于改善光模块内的热环境的、散热片和/或优良导热体。

[0226] 而且,光调制器100中,第一短边壁120的壁厚 $t_{11}$ 形成得比第一长边壁124及第二长边壁126各自的光输入输出部162以外的部分的壁厚 $t_2$ 及壁厚 $t_3$ 更薄,第一短边壁120构成高热阻部。根据所述结构,可提高调制器框体104产生的温度分布的对称性,且进而通过将第一短边壁120自身构成为高热阻部,而抑制热向输入光纤108、输出光纤110及透镜154等光学零件流入,从而抑制光调制器100的特性变动及长期可靠性降低。

[0227] 而且,光调制器600中,第一长边壁624在光输入输出部662所含的部分的至少一部分,具有薄壁部670,此薄壁部670为具有比第一长边壁624中光输入输出部662以外的部分的壁厚 $t_{21}$ 薄的壁厚 $t_{22}$ 的第一薄壁部。而且,第二长边壁626在光输入输出部662所含的部分的至少一部分,具有薄壁部672,此薄壁部672为具有比第二长边壁626中光输入输出部662以外的部分的壁厚 $t_{31}$ 更薄的壁厚 $t_{32}$ 的第二薄壁部。另外,第一长边壁624的薄壁部670及第二长边壁626的薄壁部672构成高热阻部。

[0228] 根据所述结构,可将调制器框体604的第一长边壁624及第二长边壁626的一部分构成为高热阻部,容许与发热电子零件接近配置而将光调制器600用作散热片和/或优良导热体,且进一步抑制光调制器600的特性变动及长期可靠性降低。

[0229] 而且,光调制器400中,底面壁428在光输入输出部462所含的部分的至少一部分,具有薄壁部464,所述薄壁部464为以比光输入输出部462以外的部分的底面壁428的壁厚 $t_{51}$ 更薄的壁厚 $t_{52}$ 形成的第三薄壁部,所述薄壁部464构成高热阻部。根据所述结构,可将调制器框体404的底面壁428的一部分构成为高热阻部,容许与发热电子零件接近配置而将光调制器600用作散热片和/或优良导热体,且进一步抑制光调制器600的特性变动及长期可靠性降低。

[0230] 而且,光调制器800中,在构成设于底面壁628的高热阻部的、作为第三薄壁部的薄壁部664上,配置有由极化合成棱镜等光学零件所构成的光学零件群876。根据所述结构,可减少从出射光的光调制元件102的第一端部140到光学零件为止的距离,而在即便从光调制

元件102出射的光的出射角伴随温度特性等而变动的情况下,也可抑制光向所述光学零件的入射点的变动范围,而抑制特性变动。

[0231] 而且,光调制器1000中,由配置于底面壁628的薄壁部664的光学零件的至少一个所构成的光学零件群876经由作为独立构件的基座1078而固定于底面壁628的薄壁部664上。根据所述结构,可在薄壁部664与基座1078之间、及基座1078与光学零件群876之间分别夹持热交界面,因而可抑制热向光学零件流入而抑制特性变动及长期可靠性的降低。而且,可将多个光学零件在基座1078上构成为一个光学零件群876,因而可减少制造工数并且减少制造偏差。

[0232] 而且,光调制器1200中,在后背部1280配置有驱动器IC 1282,所述后背部1280为从光调制元件102的与第一端部140相向的第二端部142到第二短边壁1222的内表面为止的范围,所述驱动器IC 1282包含驱动光调制元件102的驱动电路。而且,底面壁1228在后背部1280处的壁厚 $t_{57}$ 形成得比在光输入输出部1262处的底面壁1228的壁厚 $t_{58}$ 更厚,或者,第一长边壁1224或第二长边壁1226各自在后背部1280处的壁厚 $t_{27}$ 或壁厚 $t_{37}$ 形成得比在光输入输出部1262处的壁厚 $t_{28}$ 或壁厚 $t_{38}$ 更厚。

[0233] 根据所述结构,在调制器框体1204的内部配置驱动器IC 1282,因而可使高频特性提高。而且,可将驱动器IC 1282配置于相对于调制器框体1204的宽度方向对称的位置,因而可抑制由将驱动器IC 1282配置于调制器框体1204内所引起的、调制器框体1204的非对称的温度分布的产生,而抑制特性变动及长期可靠性的降低。

[0234] 而且,光调制器1400中,在光调制元件102的第一端部140固定有作为光学零件的微透镜阵列118,底面壁1428在其内表面,具有薄壁内表面1484与调制器固定面1486所构成的阶差部1488,所述薄壁内表面1484与调制器固定面1486为距底面壁1428的外表面的高度不同的两个平面。另外,光调制元件102以第一端部140从阶差部1488突出的方式配置于底面壁1428的调制器固定面1486。根据所述结构,可抑制向光调制元件102的第一端部140的微透镜阵列118及固定部流入的热,而进一步抑制特性变动及长期可靠性的降低。

[0235] 而且,本发明的光模块1600包括第一实施方式至第七实施方式的光调制器800等、以及DSP 1612等电子零件。根据所述结构,使用由发热电子零件的接近配置所引起的特性变动及长期可靠性降低得到抑制的光调制器800等,因而可缓和光调制器800等与电子零件的远离距离的限制而实现光模块1600的小型化,且将光模块1600所输出的发送光的传送品质维持得高,并且也抑制光模块1600总体的长期可靠性的降低。

[0236] 此外,本发明不限于所述实施方式的结构,可在不偏离其主旨的范围内以各种方式实施。

[0237] 例如,可将第一实施方式至第七实施方式中说明的特征结构的一个或多个任意组合而构成光调制器。

[0238] 而且,第一实施方式至第七实施方式中,光调制元件102由形成于 $\text{LiNbO}_3$ 基板上的光波导构成,但不限于此。例如,光调制元件102可由InP等半导体构成,也可由硅光(Si photonics)的光元件构成。其中,在使用由形成于 $\text{LiNbO}_3$ 基板上的光波导构成的光调制元件作为光调制元件102的情况下,通常与使用InP等半导体的光调制元件等相比,调制器框体的长度方向的尺寸变大,因而可更合适地发挥抑制特性变动及长期可靠性的降低的效果、以及作为对发热电子零件的散热片和/或优良导热体的效果。

[0239] 而且,所述各实施方式中,设为将输入光纤108与输出光纤110均固定于第一短边壁120等的结构,因而使用通过第二端部142的光反射膜116使光折回的光调制元件102,但不限于此。也可代替光调制元件102而使用任意结构的光调制元件。例如,也可代替光调制元件102,而如专利文献1所记载那样,将光调制元件与构成光折回部的光学零件构成为分立的零件。而且,也可作为作为光折回部而将由平面光波导(Planar Lightwave Circuit, PLC)等构成的弯曲波导设于光调制元件的一个端部的结构。

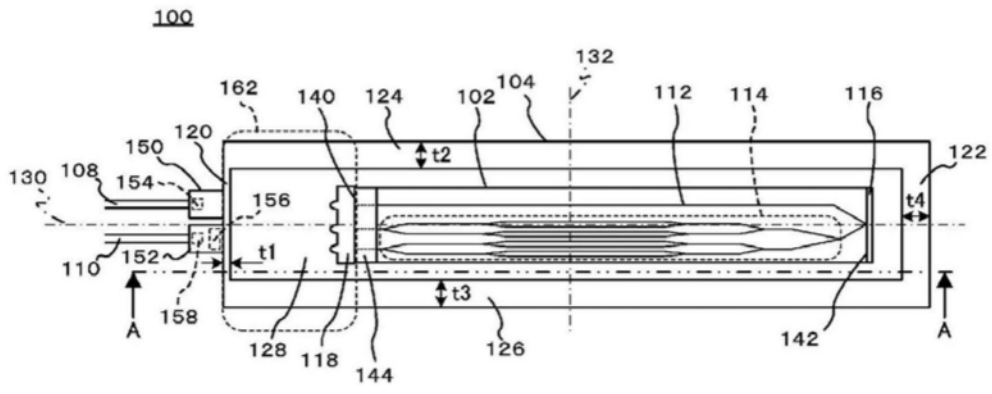


图1

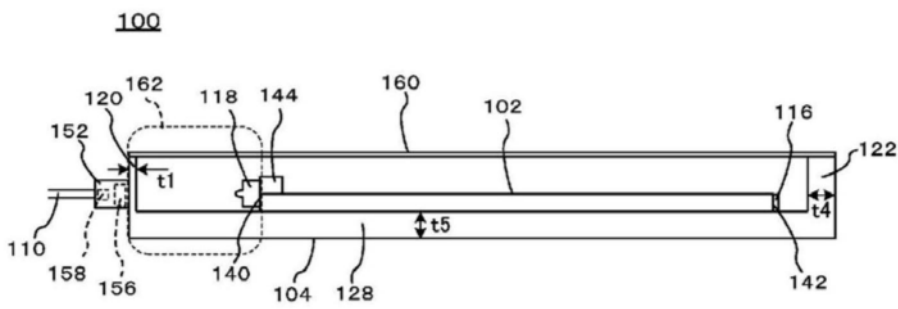


图2

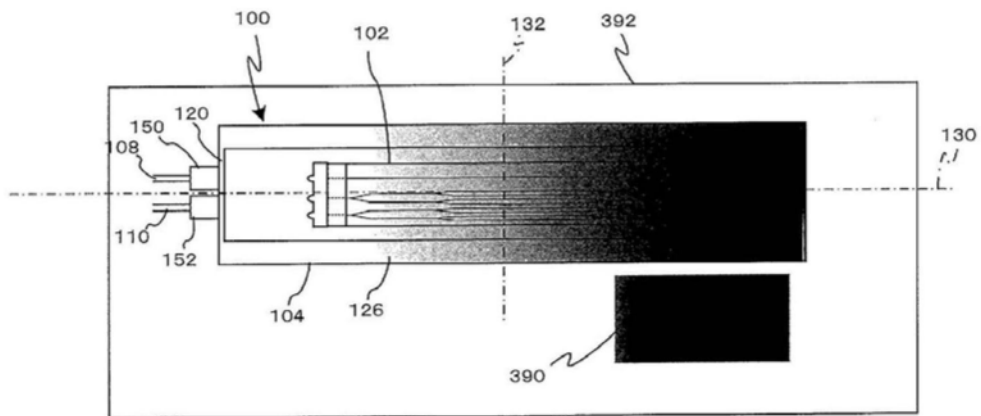


图3

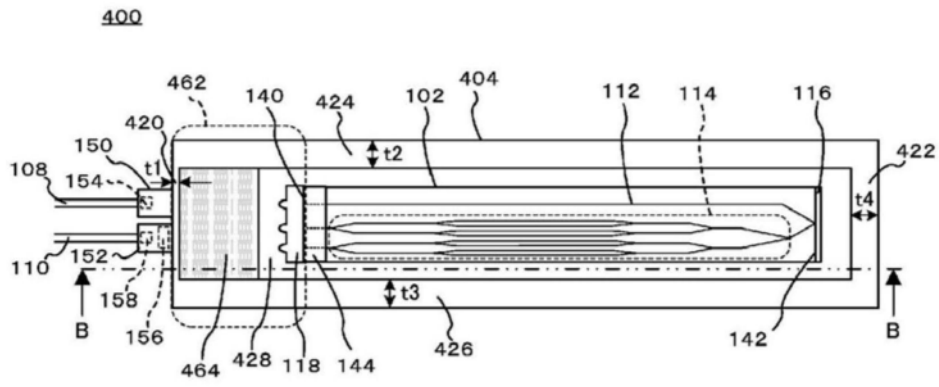


图4

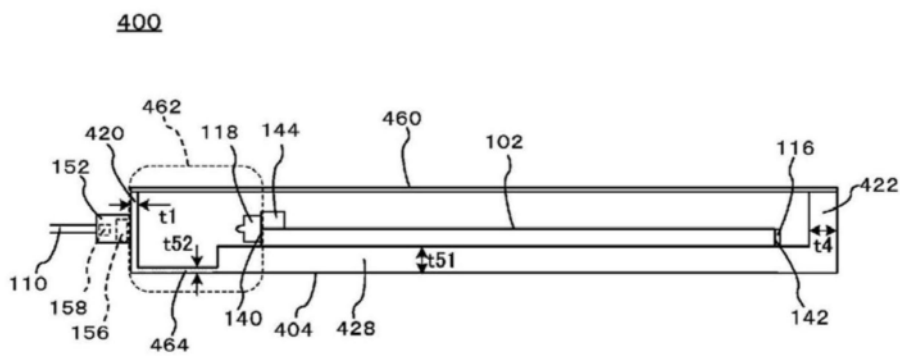


图5

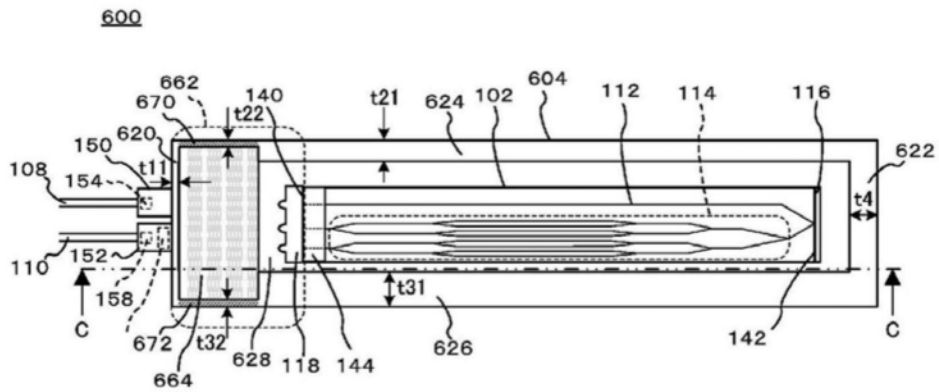


图6

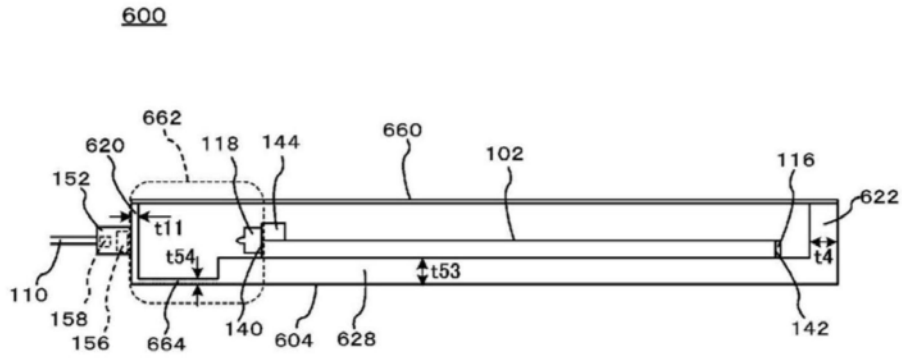


图7

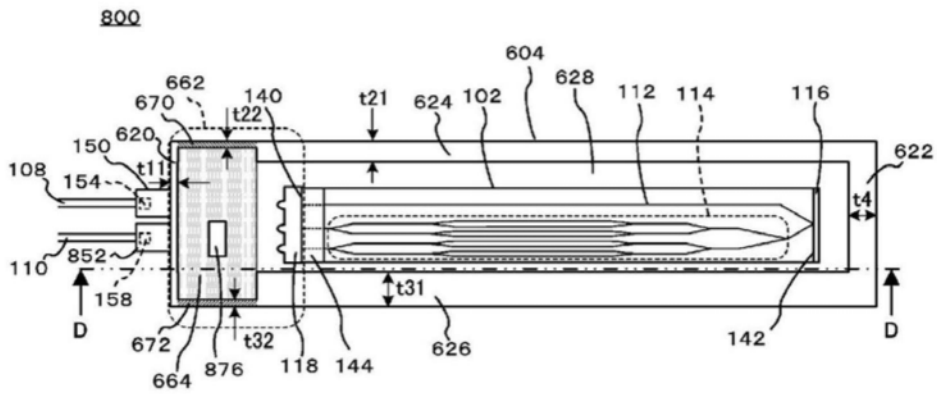


图8

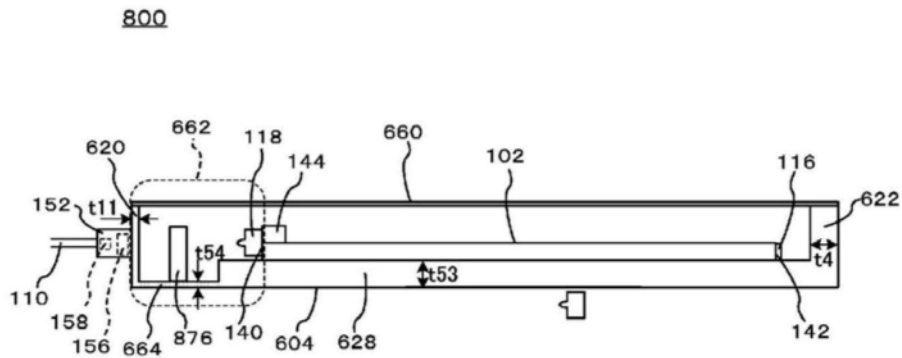


图9



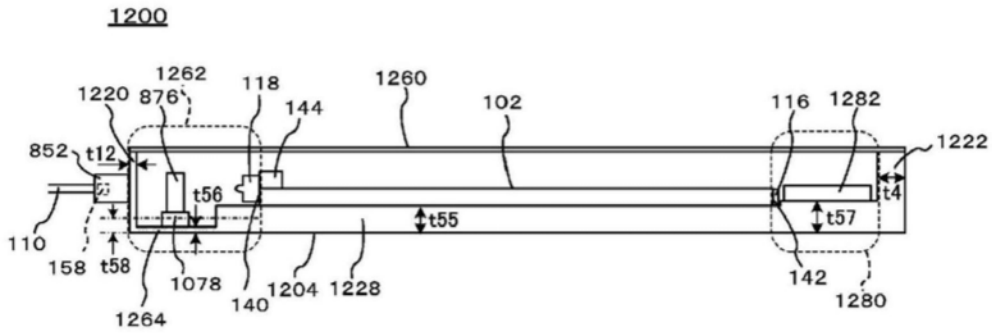


图13

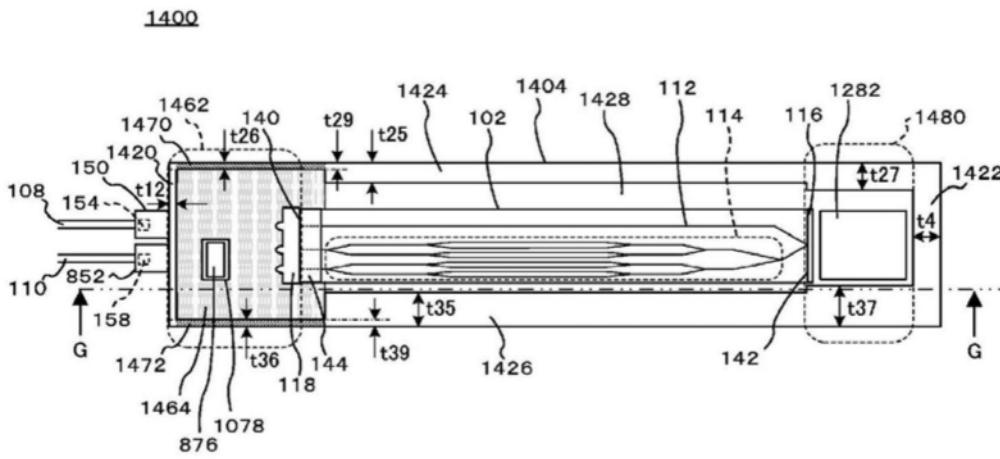


图14

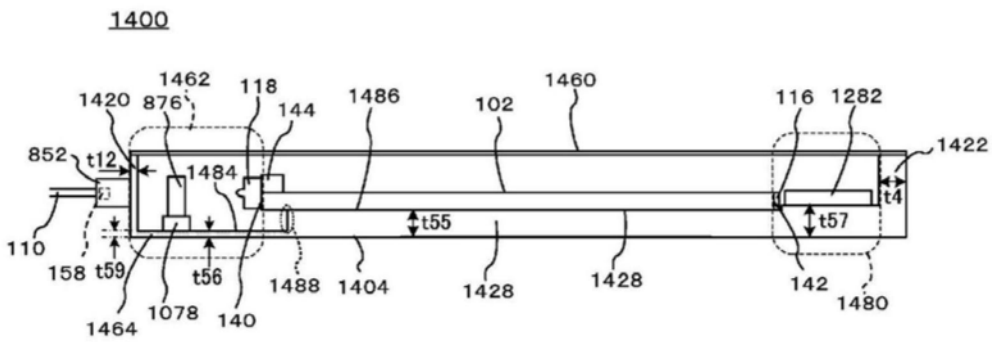


图15

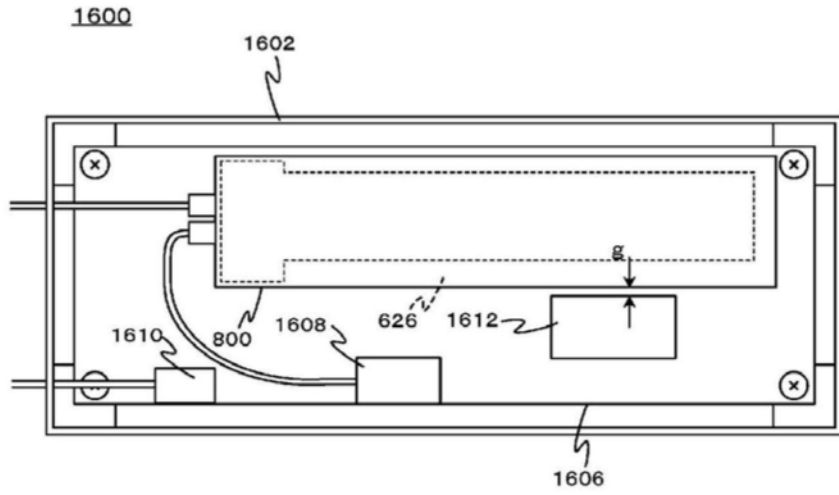


图16

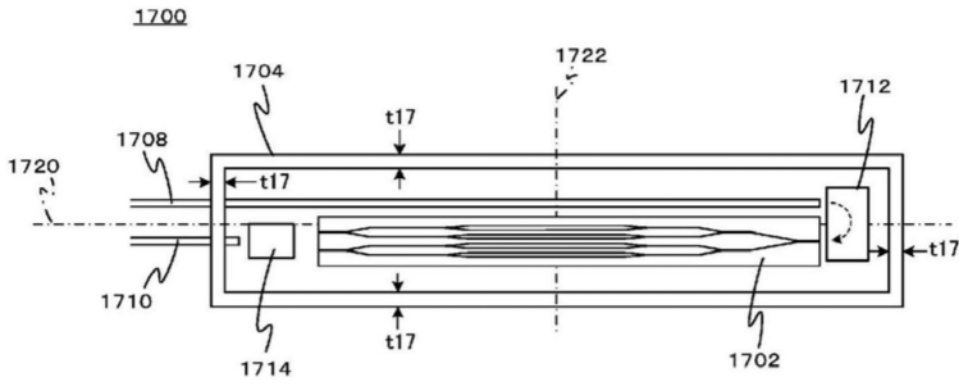


图17

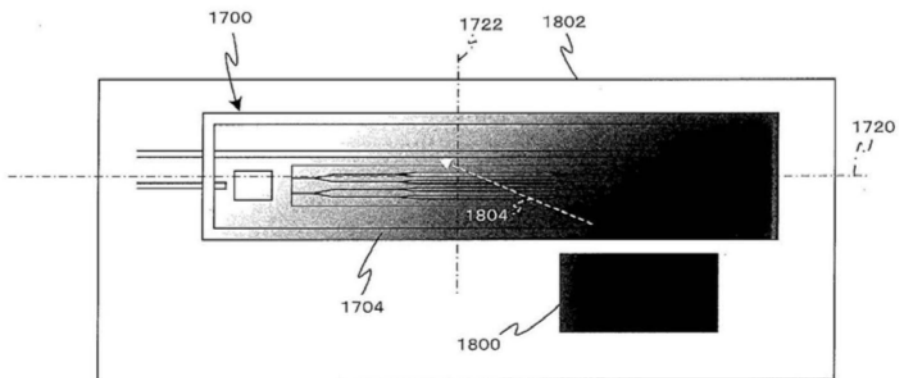


图18