



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101019053 B

(45) 授权公告日 2011.09.28

(21) 申请号 200480043452.2

2 页, 附图 1.

(22) 申请日 2004.05.05

US 6668116 B2, 2003.12.23, 说明书第 4-5、8 栏, 附图 1-3.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2006.12.26

US 20010033714 A1, 2001.10.25, 全文.

CN 1399152 A, 2003.02.26, 全文.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2004/014084 2004.05.05

WO 03036343 A2, 2003.05.01, 说明书第 6-7、9、11 页, 附图 2-6.

(87) PCT 申请的公布数据

W02005/114288 EN 2005.12.01

审查员 董春艳

(73) 专利权人 尼奥弗托尼克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·科尔 M·格雷罗 K·珀切斯

A·J·蒂克纳 K·麦格里尔

D·门彻 P·D·阿斯卡尼奥

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

G02B 6/34 (2006.01)

G02B 6/293 (2006.01)

(56) 对比文件

US 20020097961 A1, 2002.07.25, 说明书第

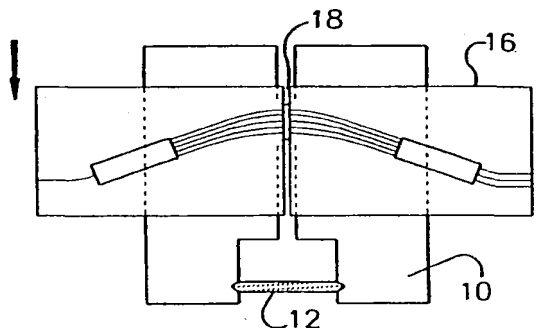
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 22 页

(54) 发明名称

利用可变宽度凹槽的无热 AWG 和低功耗 AWG

(57) 摘要

本发明公开了光集成电路, 其具有横穿透镜或波导光栅的间隙 (18) 和可控制地定位在间隙 (18) 的每侧的光集成电路上的致动器 (12)。结果, 减轻了光集成电路 (例如, 阵列波导光栅) 的热敏感性。本发明还公开了采用间隙 (18) 和致动器 (12) 制造光集成电路的方法。



1. 一种光集成电路,包括:

具有第一热膨胀系数的基座,所述基座包括用铰链分开的第一区域和第二区域,所述铰链能够使所述第一区域相对于所述第二区域旋转的方式对所述第一区域进行旋转调节;

所述基座上的阵列波导芯片,所述阵列波导芯片包括透镜、光学耦合到所述透镜的波导光栅以及横穿所述透镜的凹槽,所述凹槽将所述透镜分成在所述基座的第一区域之上的第一透镜部分以及在所述基座的第二区域之上的第二透镜部分;和

具有第二热膨胀系数的致动器,所述致动器连接所述基座的所述第一区域和所述第二区域,

其中,所述第二热膨胀系数不同于所述第一热膨胀系数;并且

所述致动器和基座材料的尺寸或形状被选择成使得由所述致动器的热膨胀或收缩引起的中心波长偏移抵消由所述阵列波导芯片的温度变化引起的中心波长偏移。

2. 如权利要求 1 所述的光集成电路,其中,所述凹槽包括波片。

3. 如权利要求 1 所述的光集成电路,其中,所述凹槽完全横穿所述阵列波导芯片,从而形成所述阵列波导芯片的第一片和所述阵列波导芯片的第二片,所述阵列波导芯片的第一片由所述基座的所述第一区域支撑,所述阵列波导芯片的第二片由所述第二区域支撑。

4. 如权利要求 1 所述的光集成电路,其中,所述阵列波导芯片包括至少一个光学耦合到第一透镜的输入波导,至少一个光学耦合到第二透镜的输出波导,光学耦合到所述第一透镜和所述第二透镜的所述波导光栅,并且所述凹槽横穿所述第一透镜、所述第二透镜和所述波导光栅之一。

5. 一种光集成电路,包括:

阵列波导芯片,其包括衬底、透镜、光学耦合到所述透镜的波导光栅以及横穿所述透镜和所述波导光栅之一的凹槽,所述衬底具有第一热膨胀系数,所述阵列波导芯片包括用铰链分开的第一区域和第二区域;和

具有第二热膨胀系数的致动器,所述致动器连接所述阵列波导芯片的所述第一区域和所述第二区域,并且在其最低工作温度下保持足以保持与所述第一区域和第二区域接触的力;

其中,所述第二热膨胀系数不同于所述第一热膨胀系数,并且

所述致动器和基座材料的尺寸或形状被选择成使得由所述致动器的热膨胀或收缩引起的中心波长偏移抵消由所述阵列波导芯片的温度变化引起的中心波长偏移。

6. 如权利要求 5 所述的光集成电路,其中,所述第二热膨胀系数和所述第一热膨胀系数之间的差至少是 100%。

7. 如权利要求 5 所述的光集成电路,其中,所述凹槽具有等于或大于 3 微米并且等于或小于 30 微米的宽度。

8. 如权利要求 5 所述的光集成电路,其中,所述阵列波导芯片包括至少一个光学耦合到第一透镜的输入波导,至少一个光学耦合到第二透镜的输出波导,光学耦合到所述第一透镜和所述第二透镜的所述波导光栅,并且所述凹槽横穿所述第一透镜、所述第二透镜和所述波导光栅之一。

9. 如权利要求 5 所述的光集成电路,其中,所述阵列波导芯片位于具有第三热膨胀系

数的基座之上,所述基座包括用铰链分开的第一区域和第二区域,其中所述铰链位于所述波导光栅的中心部分之下。

10. 一种制造光集成电路的方法,包括:

提供具有第一热膨胀系数的基座,所述基座被成形为包括用铰链分开的第一区域和第二区域;

将阵列波导芯片连接到所述基座上,所述阵列波导芯片包括透镜和光学耦合到所述透镜的波导光栅;

在所述阵列波导芯片中形成凹槽,所述凹槽横穿所述透镜,产生所述基座的第一区域之上的所述透镜的第一部分以及所述基座的第二区域之上的所述透镜的第二部分;和将具有第二热膨胀系数的致动器连接到所述基座上,所述致动器连接所述基座的所述第一区域和所述第二区域,

其中,所述第二热膨胀系数不同于所述第一热膨胀系数,并且,所述第二热膨胀系数被选择为引起所述透镜的第一部分和所述透镜的第二部分之间的角度变化,所述角度变化偏移聚焦到所述波导光栅中的波长以实现与由与温度相关的所述阵列波导芯片的折射率引起的中心波长偏移在量值上相等并且在方向上相反的中心波长偏移。

11. 一种制造光集成电路的方法,包括:

提供阵列波导芯片,所述阵列波导芯片包括衬底、透镜和光学耦合到所述透镜的波导光栅,所述衬底具有第一热膨胀系数;

将所述阵列波导芯片成形为包括用凹槽分开并用铰链连接的包括所述透镜的第一部分的第一区域和具有所述透镜的第二部分的第二区域;和

将具有第二热膨胀系数的致动器连接到所述阵列波导芯片上,所述致动器连接所述阵列波导芯片的所述第一区域和所述第二区域,并且具有设定为提供具有期望的中心波长的特定信道的通带的可调节长度,

其中,所述第二热膨胀系数不同于所述第一热膨胀系数,所述凹槽横穿所述透镜,并且,所述致动器和基座材料的尺寸或形状被选择成使得由所述致动器的热膨胀或收缩引起的中心波长偏移抵消由所述阵列波导芯片的温度变化引起的中心波长偏移。

## 利用可变宽度凹槽的无热 AWG 和低功耗 AWG

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光集成电路领域,并更特别地涉及用于提供具有不受温度影响的中心波长的阵列波导的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 光集成电路(OIC)以许多形式出现,诸如 $1\times N$ 分光器、光学开关、波分复用器(WDM)、解复用器、光分插复用器(OADM)等。这些OIC在构建光学网络中被采用,其中在光学网络中,光信号在光学器件之间传输以用于承载数据。例如,在经由电导线传输电信号的电信网络和数据通信网络内的传统信号交换,正在由传输光学(例如,光)信号的光纤和光路所代替。这些光学信号可通过调制技术而承载数据或其它信息,以用于通过光学网络传输这种信息。OIC允许光学信号的分支、耦合、切换、分离、复合和解复用,而不需要光介质和电介质之间的中间转换。

[0003] 这种光路包括在平面衬底上具有光波导的平面光波光路(PLC),其能够用于将光学信号从许多输入光纤中的一根经由某一路径发送到许多输出光纤中的任何一根或光路。PLC使得有可能达到与通过采用一般与半导体工业相关的制造技术获得的光纤组件相比的更高密度、更大生产量和更多样化的功能。例如,PLC包含已知为利用光刻加工形成在硅晶片衬底上的波导的光径,其中波导由折射率比芯片衬底或外包层高的传输介质制成,以便沿光径引导光。通过利用先进的光刻和其它加工,PLC被制造成将多个组件和功能集成到单个光学芯片中。

[0004] 特别是PLC和OIC的重要应用通常涉及包括密集波分复用(DWDM)的波分复用(WDM)。DWDM允许各自承载独立信息的不同波长的光学信号经由光学网络中的单个光学信道或光纤传输。当前的复用光学系统在每根光纤中采用多达160个波长。

[0005] 为了在这种网络中提供先进的复用和解复用(例如,DWDM)及其它功能,已经研制了PLC形式的阵列波导光栅(AWG)。现有的AWG能够提供高达80信道或者波长间隔近达50GHz的复用或解复用。如图1所示,常规的解复用AWG 2包括单个输入端口3和多个输出端口4。多波长的光(例如,来自网络中的光纤,未示出)在输入端口3被接收,并经由输入光径或波导6提供给输入透镜5。

[0006] 输入透镜5使多波长的光扩散到有时称为波导光栅的波导7的阵列中。每个波导7从输入透镜5到输出透镜8具有不同的光径长度,在输出透镜8的输入端处导致取决于波长的不同的相位倾斜。这种相位倾斜继而影响光在输出透镜8中通过相长干涉而重组的状况。输出透镜8因此经由单独的输出波导9在输出端口4提供不同的波长,借此AWG 2能够用于将进入输入端口3的光信号在输出端口4解复用成两个或更多解复用的信号。可替换地,AWG 2能够用于将来自端口4的光信号在端口3复用成具有两个或更多波长成分的复用信号。

[0007] 关于诸如图1的常规AWG 2的OIC的问题是温度敏感性。因为波导材料通常具有随温度而变的折射率,所以复用器/解复用器的信道波长随着温度变化而偏移。这种偏移

在硅基器件中一般是  $0.01\text{nm}/\text{E}^\circ\text{C}$  的数量级,在 InP 基器件中是  $0.1\text{nm}/\text{E}^\circ\text{C}$  的数量级。这种波长偏移会导致采用 AWG 2 的通信系统中的信号损失和 / 或串话干扰。由于通信系统采用越来越小的信道间隔来设计,所以即使很小的随温度而变的波长偏移也会对系统性能造成显著的影响。目前,AWG 必须具备器件工作温度的有源稳定,以便使其性能可接受。这种稳定一般通过增加电阻加热器、温度传感器、有源电子器件来实现,在有些情况下也增加热电冷却器来实现。即使 AWG 是无源滤光器,目前它还需要相当数量的电子器件和一些瓦特的功率来有效地工作。

#### [0008] 发明内容

[0009] 下面给出本发明的简化概要,以便提供本发明一些方面的基本理解。这个概要不是本发明广泛的概述。这意味着既不确定本发明的关键或决定性的要素,也不限定本发明的范围。相反,这个概要的唯一目的是以简化的形式给出本发明的一些构思,作为后面给出的更详细的描述的前序。

[0010] 本发明提供了无热的光集成电路,和用于使光集成电路绝热从而减轻和 / 或克服与常规光集成电路和其它器件有关的缺陷的方法。本发明还包括用于制造 OIC 的方法及利用凹槽和致动器减轻温度敏感性的方法。明显的功耗降低,也是由于在本发明的另一方面中采用温度响应机械致动器而产生的。本发明还提供了 OIC 装置及减轻和 / 或克服与常规 OIC 和其它器件有关的缺陷的机械光束控制的方法。本发明还涉及制造 OIC 的方法和在 OIC 中利用供机械光束控制用的致动器来减轻温度敏感性的方法。

[0011] 根据本发明的一方面,提供了一种光集成电路,其包含具有用铰链分开的第一区域和第二区域的基座,以及在基座上的 AWG 芯片,其中凹槽横穿透镜和波导光栅之一的一个或多个,并且致动器连接基座的第一区域和第二区域。基座和致动器具有不同的热膨胀系数。致动器随着温度变化而膨胀和 / 或收缩,导致第一区域和其上的 AWG 芯片的至少一部分,相对于第二区域上的 AWG 芯片的部分而移动。因此,可以减轻与波导随温度而变的折射率相关的波长偏移。

[0012] 根据本发明的另一方面,提供了一种光集成电路,其包含具有横穿透镜和波导光栅的一个或多个的凹槽的 AWG 芯片。AWG 芯片包含用铰链连接并用凹槽分开的第一区域和第二区域。致动器连接 AWG 芯片的第一区域和第二区域。AWG 芯片衬底和致动器具有不同的热膨胀系数。致动器随着温度变化而膨胀和 / 或收缩,导致 AWG 芯片的第一区域相对于第二区域移动。因此,可以减轻与波导随温度而变的折射率相关的波长偏移。

[0013] 本发明的另一方面提供了一种制造 OIC 的方法,该 OIC 能够减轻与波导随温度而变的折射率相关的波长偏移。OIC 的制造包括在 AWG 芯片中形成凹槽,使得致动器能够响应温度变化而引起芯片的不同部分之间的相对移动。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供了一种致动器,其具有连接到第二致动器本体部分的第一致动器本体部分,其中第一致动器本体部分具有第一热膨胀系数,第二致动器本体部分具有第二热膨胀系数。本发明的另一方面提供了由 OIC 采用的致动器。OIC 包括具有波导的第一区域,具有波导的第二区域和连接到第一区域和第二区域的连接区域。连接区域可以包括第一透镜,其将第一区域的波导光耦合到第二区域的波导。致动器位于例如邻近第一区域的位置,以便于机械光束控制。

[0015] 本发明的又一方面提供了一种制造 OIC 的方法。该方法包括提供基座,在第一区

域中形成至少一个波导,在第二区域中形成至少一个波导,以及形成连接区域,该连接区域包括将第一区域的至少一个波导耦合到第二区域的至少一个波导的第一透镜。然后,将第一区域和第二区域相互滚动切割(scroll-dice),使得剩余的机械连接主要通过连接区域来提供。此后,将致动器置于第一区域和第二区域之间。

[0016] 为了实现上述及有关目的,在此结合下面的描述和附图来描述本发明的某些说明性方面。然而,这些方面仅表现出可以采用本发明的原理的各种方式中的一些,并且本发明应该包括所有这些方面和它们的等价物。当结合附图考虑时,根据本发明的以下详细的描述,本发明的其它优点和新颖特征将变得显而易见。

### 附图说明

- [0017] 图 1 是常规 AWG 复用器 / 解复用器器件的示意性俯视平面图。
- [0018] 图 2 是根据本发明的一个方面的基座或承板 (riser) 的示意性俯视平面图。
- [0019] 图 3 是根据本发明的一个方面的 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0020] 图 4 是图 3 的 OIC 的横断面视图。
- [0021] 图 5 是根据本发明的一个方面的另一基座或承板的示意性俯视平面图。
- [0022] 图 6 是根据本发明的一个方面的另一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0023] 图 7 是根据本发明的一个方面的又一基座或承板的示意性俯视平面图。
- [0024] 图 8 是根据本发明的一个方面的又一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0025] 图 9 是根据本发明的一个方面的又一基座或承板的示意性俯视平面图。
- [0026] 图 10 是根据本发明的一个方面的又一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0027] 图 11 是根据本发明的一个方面的又一基座或承板的示意性俯视平面图。
- [0028] 图 12 是根据本发明的一个方面的又一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0029] 图 13 是根据本发明的一个方面的 AWG 芯片的示意性俯视平面图。
- [0030] 图 14 是根据本发明的一个方面的另一 AWG 芯片的示意性俯视平面图。
- [0031] 图 15 是根据本发明的一个方面的 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0032] 图 16 是根据本发明的一个方面的另一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0033] 图 17 是根据本发明的一个方面的又一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0034] 图 18 是根据本发明的一个方面的又一 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0035] 图 19 是绘出非温度稳定的常规 AWG 和根据本发明的一个方面的 AWG 的 CW 变化 (y 轴) 与温度 (x 轴) 变化的关系的图。
- [0036] 图 20 是示例性 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0037] 图 21 是图 20 的 OIC 的横断面视图。
- [0038] 图 22 是根据本发明一方面的示例性致动器的透视图。
- [0039] 图 23 是根据本发明一方面的致动器的组件的横断面视图。
- [0040] 图 24 是采用根据本发明一方面的图 22 的致动器的图 20 的 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0041] 图 25 是根据本发明一方面的致动器的透视图。
- [0042] 图 26 是根据本发明一方面的致动器的透视图。
- [0043] 图 27 是根据本发明一方面的致动器的示意性俯视平面图。

- [0044] 图 28 是根据本发明一方面的致动器的示意性俯视平面图。
- [0045] 图 29 是采用根据本发明一方面的图 28 的致动器的 OIC 的横断面视图。
- [0046] 图 30 是根据本发明一方面的致动器的示意性俯视平面图。
- [0047] 图 31 是根据本发明一方面的致动器的横断面视图。
- [0048] 图 32 是图 31 的致动器的示意性俯视平面图。
- [0049] 图 33 是根据本发明一方面的致动器的横断面视图。
- [0050] 图 34 是图 33 的致动器的示意性俯视平面图。
- [0051] 图 35 是采用根据本发明一方面的致动器的 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0052] 图 36 是具有图 35 的致动器的 OIC 的俯视横断面视图。
- [0053] 图 37 是采用根据本发明一方面的致动器的 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0054] 图 38 是采用根据本发明一方面的致动器的 OIC 的示意性俯视平面图。
- [0055] 图 39 是具有图 38 的致动器的 OIC 的横断面视图。
- [0056] 图 40 是采用根据本发明一方面的致动器的 OIC 的横断面视图。
- [0057] 图 41 是根据本发明一方面的致动器的示意性视图。
- [0058] 图 42 是采用根据本发明一方面的楔形物 (wedge) 的 OIC 的示意性俯视图。

### 具体实施方式

[0059] 现在将参照附图描述本发明的各个方面,其中在全文中相同的附图标记用于指相同的元件。本发明通过采用机械光束控制来减轻光集成电路的温度敏感性。

[0060] 本发明通过采用光束偏转、利用具有能够彼此相对移动的两个或更多不同区域或片的 OIC 或 AWG,提供了无热 OIC 和具有低功耗的 OIC。这种相对移动导致与两个片的运动成比例的 OIC 的中心波长 (CW) 或给定信道的峰值传输波长的偏移。OIC 被设计成使得由两个片的运动导致的 CW 变化的程度与 OIC 中固有的 CW 变化 (该变化由 OIC 的膨胀 / 收缩以及波导折射率与温度的依赖关系导致) 在量值上相等、在符号上相反,那么器件具有接近零的净 CW 温度依赖关系,从而具有大致不受温度影响的中心波长,因此称为无热。

[0061] 当 OIC 的温度升高或降低时,一个或多个区域波导的折射率会变化。为了补偿这种基于温度的折射率变化,致动器由于温度变化而膨胀 / 收缩,导致凹槽中的 AWG 芯片的边缘发生移动 (例如,旋转)。由温度变化导致的移动 (旋转) 对应于或补偿波导中由温度变化所导致的由于随温度而变的折射率而引起的波长偏移。这样,能够减轻与波导随温度而变的折射率变化相关的波长偏移。因此,在采用 OIC 的通信系统中的信号损失和 / 或串话干扰能够减少。

[0062] 一般来说,AWG 芯片被置于基座上。基座具有分离并连接基座的第一区域和第二区域的铰链。铰链连接第一区域和第二区域,而允许基座的第一区域和第二区域彼此相对移动。一般,铰链是基座 (或者 下面所述的 AWG 衬底) 的相对窄的带。致动器被连接到基座的第一区域和第二区域,并且致动器的膨胀 / 收缩可导致第一和第二区域绕铰链移动。致动器和基座具有不同的热膨胀系数。在 AWG 芯片中至少接近铰链上面的位置形成有凹槽或间隙。在凹槽一侧的一部分或一片 AWG 芯片在基座的第一区域上面并且由基座的第一区域支撑,而在凹槽另一侧的另一部分或另一片 AWG 芯片在基座的第二区域上面并且由基座的第二区域支撑。因此,由致动器的膨胀 / 收缩引起的第一和第二区域绕铰链的移动,导致两

部分或两片 AWG 芯片彼此相对移动。

[0063] 可替换地,致动器连接两部分或两片 AWG 芯片,并且致动器的膨胀/收缩可以引起两部分或两片 AWG 芯片彼此相对移动。致动器和 AWG 芯片衬底具有不同的热膨胀系数。基座以允许 AWG 芯片的部分或片之间的这种移动的方式来构造(如上所述)。

[0064] 可替换地,上述机构能够应用于包含大约一半 AWG 芯片但配备有反射镜的结构。在这种结构中,通过将波导光栅或透镜靠近反射镜定位,但不直接固定到反射镜(以允许移动),来形成凹槽。致动器和 AWG 芯片/反射镜衬底具有不同的热膨胀系数。

[0065] 尽管详尽地讨论了包含波导光栅的 AWG 芯片,但是 OIC 可以包含 Mach-Zehnder 干涉仪。在这种情况下,凹槽横穿 Mach-Zehnder 器件的臂或波导。

[0066] AWG 芯片中的凹槽的宽度或 AWG 芯片和反射镜之间(后面也称为凹槽)的宽度足够允许移动,以便偏移 CW。在一个实施例中,凹槽的宽度大约等于或大于 1 微米并且大约等于或小于 50 微米。在另一实施例中,凹槽的宽度大约等于或大于 3 微米并且大约等于或小于 30 微米。在又一实施例中,凹槽的宽度大约等于或大于 5 微米并且大约等于或小于 25 微米。在又一实施例中,凹槽的宽度大约等于或大于 7 微米并且大约等于或小于 20 微米。AWG 芯片可以包含多于一个凹槽。凹槽或间隙在它横穿透镜、波导光栅或邻近反射镜时可以是直的、弯的,具有对称形状或非对称形状。在凹槽是非对称的实施例中,凹槽在它横穿透镜或波导光栅时的宽度可以变化,但仍保持在上述宽度参数内。在宽度超过 50 微米时,插入损耗影响开始变得明显。

[0067] 致动器和基座之间、致动器和 AWG 芯片衬底之间、或者致动器和 AWG 芯片/反射镜衬底之间的热膨胀系数的差,足够通过致动器的膨胀/收缩引起两部分或两片 AWG 芯片的相互移动。在一个实施例中,热膨胀系数的差(例如,在致动器和基座之间)至少是大约 25%。在另一实施例中,热膨胀系数的差至少是大约 100%(换句话说,致动器可以至少是基座的值的两倍)。在又一实施例中,热膨胀系数的差至少是大约 200%(换句话说,致动器可以至少是基座的值的 3 倍)。在一个实施例中,无热 OIC 包含采用位于波导光栅下面(诸如在波导光栅的中心部分下面)的铰链安装在基座或承板上面的 AWG 芯片。例如,参照图 2 至 4,示出这种 OIC 的实例和制造 OIC 的方法。

[0068] 具体地说,参照图 2,基座 10(有时称为承板)被提供。基座 10 被配置成包含分离并连接第一区域 11 和第二区域 13 的铰链 14。基座由具有第一热膨胀系数的材料制成。基座可以由金属、金属合金或硬塑料材料制成。这些金属的实例包括铝、黄铜、青铜、铬、铜、金、铁、镁、镍、钨、铂、银、不锈钢、锡、钛、钨、锌、锆、Hastelloy®、Kovar®、殷钢、Monel®、Inconel® 等的一种或多种。

[0069] 具有第二热膨胀系数的制动器 12 被提供用于连接基座 10 的第一区域 11 和第二区域 13,其中第二热膨胀系数不同于基座 10 的第一热膨胀系数。基座能够由于铰链 14 而弯曲。即,第一区域 11 和第二区域 13 可以沿箭头方向绕铰链 14 旋转。

[0070] 致动器 12 可以由金属(诸如铝、黄铜、青铜、铬、铜、金、铁、镁、镍、钨、铂、银、不锈钢、锡、钛、钨、锌、锆、Hastelloy®、Kovar®、殷钢、Monel®、Inconel®)、陶瓷材料(诸如氧化铝或硅酸铝)、聚合物材料(诸如硅橡胶或人造橡胶、聚碳酸酯、聚烯烃、聚酰胺、聚酯、液晶聚合物、聚合物复合材料(与碳纤维、石墨或玻璃纤维结合的聚合物))等的一种或



多种制成。聚合物复合材料的一个实例是 DuPont's Zytel<sup>®</sup> 玻璃纤维增强尼龙。可替换地,致动器 12 可以是包含许多不同材料的机械组合件,其作为整体被设计成具有特定的热膨胀系数(不同于基座 10 的热膨胀系数)。

[0071] 可替换地,机械致动器 12 可以是压电元件、电致伸缩致动器、螺线管、电动机(诸如伺服电动机、线性电动机或步进电动机)、或耐加热的热膨胀部件。当致动器 12 是压电元件、螺线管、电动机、或耐加热的热膨胀部件之一时,可将一个或多个温度传感器设置在连接到反馈回路的波导光栅内(控制器和/或处理器也可以包括在反馈回路中),其中反馈回路被连接到致动器。由传感器检测的温度变化导致发送给控制器和/或处理器的信号,控制器和/或处理器继而引起致动器的机械致动。在另一实施例中,在 2001 年 10 月 24 日提交的、题为“Mechanical Beam Steering for Optical Integrated Circuits”的共同未决美国序列号 09/999,692(现在的美国专利 6,603,892)以及相关的概念中描述了致动器或组块,将其引用在此作为参考。

[0072] 参照图 3,AWG 芯片 16 用任何适合的方法固定在基座 10 上。例如,可使粘合剂(诸如 UV 固化粘合剂)位于 AWG 芯片 16 和基座 10 之间。AWG 芯片 16 被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。AWG 芯片 16 的衬底可以由二氧化硅、硅、InP、GaAs 等的一种或多种制成。输入波导、波导光栅、和输出波导可以独立地由铌酸锂(LiNbO<sub>3</sub>)或其它无机晶体、掺杂二氧化硅、无掺杂二氧化硅、玻璃、热光聚合物、电光聚合物、和半导体(诸如磷化铟(InP))的一种或多种制成。包层可以围绕各种波导。应该注意,致动器 12 可以在 AWG 芯片 16 固定到基座 10 之前或之后连接到基座 10 上。尽管没有示出,但是可切割 AWG 芯片 16 和/或基座 10,以便最小化凹槽 18 的长度;即,以便极大地增加在凹槽不横穿波导光栅(或下面描述的透镜)的位置处的凹槽的宽度。

[0073] 在这个实施例中,AWG 芯片 16 位于基座上面,使得波导光栅直接在基座 10 的铰链 14 上面。在 AWG 芯片 16 中形成横穿波导光栅的间隙或凹槽 18。凹槽 18 一直垂直地穿过 AWG 芯片 16,可以将 AWG 芯片 16 分成两个不同的片,或者也可以不将 AWG 芯片 16 分成两个不同的片。AWG 芯片用任何适合的方式切割,这些方式包括利用切割锯(dicing saw)、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在凹槽 18 一侧的 AWG 芯片 16 的一个部分由基座 10 的第一区域 11 支撑,而在凹槽 18 另一侧的 AWG 芯片 16 的另一部分由基座 10 的第二区域 13 支撑。

[0074] 参照图 4,沿图 3 中的箭头示出了图 3 的结构侧视图。间隙 18 在垂直方向上完全通过 AWG 芯片 16。间隙 18 位于光栅中心或光栅中心附近,或者与光栅的波导成直角或接近直角。尽管将凹槽 18 内的 AWG 芯片 16 的内边缘显示为垂直于基座 10 的表面,但是可任选地将凹槽 18 形成为与基座表面的法线成小角度,以便减轻在光穿越凹槽 18 时的光的背反射。例如,可将凹槽 18 形成为与基座表面的法线成大约等于或大于 5° 并且大约等于或小于 15° 的角。

[0075] 在间隙或凹槽 18 内,可任选地形成诸如半波片的波片(未示出)。另外或可替换地,间隙或凹槽 18 可以充满折射率大致与波导光栅的波导匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。效果仅微弱地取决于折射率匹配物质的折射率,所以不必要严格地控制该物质的折射率。仍然可替换地,AWG 芯片 16(在凹槽 18 中)的内部面对的边缘可以涂敷有抗反射

膜并保持暴露于空气中。

[0076] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 12 以不同于基座 10 的速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 18 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,并对波导光栅中不同的波导引起不同的相位延迟,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0077] 在另一实施例中,无热 OIC 包含用位于透镜之一下面的铰链安装在基座或承板上的 AWG 芯片。例如,参照图 5 至 8,示出这种 OIC 的实例和制造 OIC 的方法。

[0078] 具体地说,参照图 5,提供基座 20。基座 20 被配置成包含分离并连接第一区域 21 和第二区域 23 的铰链 24。基座由具有第一热膨胀系数的材料制成。提供具有第二热膨胀系数的致动器 22,用于连接基座 20 的第一区域 21 和第二区域 23,其中第二热膨胀系数与基座 20 的第一热膨胀系数不同。基座能够由于铰链 24 而弯曲。即,第一区域 21 和第二区域 23 可以沿箭头方向绕铰链 24 旋转。

[0079] 参照图 6,AWG 芯片 26 通过任何适合的方法固定到基座 20 上。例如,可使粘合剂位于 AWG 芯片 26 和基座 20 之间。AWG 芯片 26 被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。基座 20、衬底、致动器 22、和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。应该注意,致动器 22 可以在 AWG 芯片 26 固定到基座 20 之前或之后连接到基座 20 上。

[0080] 在这个实施例中,AWG 芯片 26 位于基座上面,使得透镜之一直接在基座 20 的铰链 24 上。在横穿透镜的 AWG 芯片 26 中形成间隙或凹槽 28。凹槽 28 可以在透镜的中间、在透镜的输入/输出波导侧附近、或在透镜的波导光栅侧附近形成。凹槽 28 一直垂直地穿过 AWG 芯片 26,并且可以将 AWG 芯片 26 分成两个不同的片或不将 AWG 芯片 26 分成两个不同的片。凹槽以任何适合的方式形成,包括利用切割锯、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在凹槽 28 一侧的 AWG 芯片 26 的一个部分由基座 20 的第一区域 21 支撑,而在凹槽 28 另一侧的 AWG 芯片 26 的(包含波导光栅的)另一部分由基座 20 的第二区域 23 支撑。

[0081] 间隙或凹槽 28 可以任选地充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。效果仅微弱地取决于折射率匹配物质的折射率,所以不必要严格地控制物质的折射率。可替换地,AWG 芯片 26(在凹槽 28 中)的内部面对的边缘可以任选地涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0082] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 22 以不同于基座 20 的速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 28 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,特别是,引起由凹槽 28 横穿的透镜的两个区域之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWGCW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0083] 具体地说,参照图 7,提供基座 30。基座 30 被配置成包含分离并连接第一区域 31 和第二区域 33 的铰链 34。基座由具有第一热膨胀系数的材料制成。提供具有第二热膨胀系数的致动器 32,用于连接基座 30 的第一区域 31 和第二区域 33,其中第二热膨胀系数与基座 30 的第一热膨胀系数不同。基座能够由于铰链 34 而弯曲。即,第一区域 31 和第二区域 33 可以沿箭头方向绕铰链 34 旋转。在这个实施例中,基座 30 的形状被剪裁成下述的 AWG 芯片 36 的形状。

[0084] 参照图 8, AWG 芯片 36 用任何适合的方法固定到基座 30 上。例如,可使粘合剂位于 AWG 芯片 36 和基座 30 之间。使 AWG 芯片 36 适应其上的阵列波导光栅。AWG 芯片 36 被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。基座 30、衬底、致动器 32 和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。应该注意,致动器 32 可以在 AWG 芯片 36 固定到基座 30 之前或之后连接到基座 30 上。

[0085] 在这个实施例中,AWG 芯片 36 位于基座上面,使得透镜之一直接在基座 30 的铰链 34 上面。在横穿透镜的 AWG 芯片 36 中形成间隙或凹槽 38。凹槽 38 一直垂直地穿过 AWG 芯片 36,并且可以将 AWG 芯片 36 分成两个不同的片或不将 AWG 芯片 36 分成两个不同的片。凹槽以任何适合的方式形成,包括利用切割锯、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在凹槽 38 一侧的 AWG 芯片 36 的一个部分由基座 30 的第一区域 31 支撑,而在凹槽 38 另一侧的 AWG 芯片 36 的(包括波导光栅的)另一部分由基座 30 的第二区域 33 支撑。可剪裁 AWG 芯片 36 的形状,以便消除不在输入/输出波导、透镜、波导光栅任何一个附近的衬底,并且/或者以便留出用于安装致动器的适当空间。例如,图 8 的 AWG 芯片 36 具有剪裁的形状,而图 6 的 AWG 芯片 26 就没有。

[0086] 间隙或凹槽 38 可以任选地充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。效果仅微弱地取决于折射率匹配物质的折射率,所以不必要严格地控制物质的折射率。可替换地,AWG 芯片 36(在凹槽 38 中)的内部面对的边缘可以任选地涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0087] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 32 以不同于基座 30 的速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 38 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,特别是,引起由凹槽 38 横穿的透镜的两个区域之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0088] 在又一实施例中,无热 OIC 包含用位于波导光栅和反射镜下面的铰链安装在基座或承板上的 AWG 芯片。例如,参照图 9 和 10,示出这种 OIC 的实例和制造 OIC 的方法。

[0089] 具体地说,参照图 9,提供基座 40。基座 40 被配置成包含分离并连接第一区域 41 和第二区域 43 的铰链 44。提供具有第二热膨胀系数的致动器 42,用于连接基座 40 的第一区域 41 和第二区域 42,其中第二热膨胀系数与基座 40 的第一热膨胀系数不同。基座能够由于铰链 44 而弯曲。即,第一区域 41 和第二区域 43 可以沿箭头方向绕铰链 44 旋转。

[0090] 参照图 10, AWG 芯片 46 和反射镜 47 用任何适合的方法固定到基座 40 上。例如, 可使粘合剂位于 AWG 芯片 46 或反射镜 47 与基座 40 之间。AWG 芯片 46 被示出具有衬底、输入波导 52、透镜 50、在透镜和反射镜 47 之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导 54。基座 40、衬底、致动器 42 和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。AWG 芯片 46 和反射镜 47 被定位成使凹槽或间隙 48 存在于两者之间。反射镜 47 起到将来自波导光栅的背光反射到波导光栅中的作用。应该注意, 致动器 42 可以在 AWG 芯片 46 固定到基座 40 之前或之后连接到基座 40 上。

[0091] 在这个实施例中, AWG 芯片 46 和反射镜 47 位于基座 40 上面, 使得波导光栅和反射镜 47 直接在基座 40 的铰链 44 上面。间隙或凹槽 48 横穿波导光栅。凹槽 48 将 AWG 芯片 46 与反射镜 47 完全分离。AWG 芯片 46 在凹槽 48 的一侧并且由基座 40 的第一区域 41 支撑, 而反射镜 47 在凹槽 48 的另一侧并且由基座 40 的第二区域 43 支撑。

[0092] 在间隙或凹槽 48 内, 可以任选地形成诸如四分之一波片的波片 (未示出)。另外或可替换地, 间隙或凹槽 48 可以充满折射率大致与波导光栅的波导匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。效果仅微弱地取决于折射率匹配物质的折射率, 所以不必要严格地控制物质的折射率。仍然是可替换地, AWG 芯片 46 (在凹槽 48 中) 的内部面对的边缘可以抛光或涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0093] 随着结构的温度发生变化, 由于热膨胀系数的差别, 致动器 42 以不同于基座 40 的速度改变长度。这引起在 AWG 和反射镜 47 之间的角度发生变化, 并对波导光栅中不同的波导引起不同的相位延迟, 并因此引起装置的 CW 发生偏移。特别是, 反射镜的安装角度被用于选择 AWG CW, 并且作为温度的函数的由致动器提供的反射镜的旋转程度被用于抵消 AWG = s 热响应。选择致动器和基座材料的尺寸和形状, 使得由致动器的热膨胀 / 收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果, AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量, 以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0094] 在又一实施例中, 无热 OIC 包含用位于透镜和反射镜下面的铰链安装在基座或基板上的 AWG 芯片。例如, 参照图 11 和 12, 示出这种 OIC 的实例和制造 OIC 的方法。

[0095] 具体地说, 参照图 11, 提供基座 60。基座 60 被配置成包含分离并连接第一区域 61 和第二区域 63 的铰链 64。提供具有第二热膨胀系数的致动器 62, 用于连接基座 60 的第一区域 61 和第二区域 63, 其中第二热膨胀系数与基座 60 的第一热膨胀系数不同。基座能够由于铰链 64 而弯曲。即, 第一区域 61 和第二区域 63 可以沿箭头方向绕铰链 64 旋转。

[0096] 参照图 12, AWG 芯片 66 和反射镜 67 用任何适合的方法固定到基座 60 上。例如, 可使粘合剂位于 AWG 芯片 66 或反射镜 67 与基座 60 之间。AWG 芯片 66 被示出具有衬底、输入波导 72、第一透镜 70、折叠的第二透镜 76、在第一透镜 70 和折叠的第二透镜 76 之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导 74。基座 60、衬底、致动器 62 和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。AWG 芯片 66 和反射镜 67 定位成使凹槽或间隙 68 存在于两者之间。反射镜 67 起到将来自折叠透镜 76 的背光反射到折叠透镜 76 中以便其可进入波导光栅的作用。应该注意, 致动器 62 可以在 AWG 芯片 66 固定到基座 60 之前或之后连接到基座 60 上。

[0097] 在这个实施例中, AWG 芯片 66 和反射镜 67 位于基座 60 上面, 使得折叠透镜 76 和反射镜 67 直接在基座 60 的铰链 64 上面。间隙或凹槽 68 横穿透镜 76。凹槽 68 将 AWG 芯

片 66 与反射镜 67 完全分离。AWG 芯片 66 在凹槽 68 的一侧并由基座 60 的第一区域 61 支撑,而反射镜 67 在凹槽 68 的另一侧并由基座 60 的第二区域 63 支撑。

[0098] 间隙或凹槽 68 可以任选地被抛光,和任选地充满折射率大致与波导光栅的波导匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。效果仅微弱地取决于折射率匹配物质的折射率,所以不必要严格地控制物质的折射率。可替换地,AWG 芯片 66(在凹槽 68 中)的内部面对的边缘可以任选地涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0099] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 62 以不同于基座 60 的速度改变长度。这引起透镜 76 和反射镜 67 之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。特别是,反射镜的安装角度被用于选择 AWG CW,并且作为温度的函数的由致动器提供的反射镜的旋转程度被用于抵消 AWG = s 热响应。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。

[0100] 凹槽或间隙可以在 AWG 芯片安装在基座之前或之后在 AWG 芯片中形成。参照图 13,示出了适合于安装在图 2 的基座上的 AWG 芯片 86。AWG 芯片 86 被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。在 AWG 芯片 86 中形成横穿波导光栅但不横穿整个芯片的间隙或凹槽 88。AWG 芯片 86 位于基座上面,使得波导光栅直接在基座 10 的铰链 14 上面(参照图 2)。如果不是已经被形成,则在 AWG 芯片 86 中形成横穿波导光栅但不横穿整个芯片的间隙或凹槽 88。凹槽 88 一直垂直地穿过 AWG 芯片 86,但是不将 AWG 芯片 86 分成两个不同的片。凹槽 88 以任何适合的方式形成,包括湿蚀刻或 RIE。在凹槽 88 一侧的 AWG 芯片 86 的一个部分 87 由基座 10 的第一区域 11 支撑,而在凹槽 88 另一侧的 AWG 芯片 86 的另一部分 89 由基座 10 的第二区域 13 支撑。

[0101] 然后,用任何适合的方式同时切割 AWG 芯片 86 和(在芯片下面的)基座,诸如利用水喷射、线锯、激光等,以提供除了 AWG 芯片 86 大致与基座重叠之外均与图 3 相似的结构。该切割剪裁 AWG 芯片 86 的功能性特征周围的结构的形状,特别是,剪裁凹槽 88 附近的结构的形状,使得凹槽 88 将 AWG 芯片 86 分成两个不同的片,并且使凹槽 88 上面和下面的 AWG 芯片 86 的部分不再将芯片保持为单个的片。然后添加连接基座的两个区域或芯片的两片的致动器。

[0102] 在间隙或凹槽 88 内,可以任选地形成诸如半波片的波片(未示出)。另外或可替换地,间隙或凹槽 88 可以充满折射率大致与波导光栅的波导匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。

[0103] 参照图 14,示出了适合于安装在图 7 的基座上的 AWG 芯片 96。AWG 芯片 96 被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。

[0104] 在这个实施例中,AWG 芯片 96 位于基座上面,使得透镜之一直接在基座 20 的铰链 24 上(参照图 5)。在将芯片连接到基座之前或之后,在 AWG 芯片 96 中形成横穿透镜的间隙或凹槽 98。凹槽 98 一直垂直地穿过 AWG 芯片 96,但是不将 AWG 芯片 96 分成两个不同的片。凹槽 98 用任何适合的方式形成。在凹槽 98 一侧的 AWG 芯片 96 的一个部分 97 由基座

20 的第一区域 21 支撑,而在凹槽 98 另一侧的 AWG 芯片 96 的(包含波导光栅的)另一部分 98 由基座 20 的第二区域 23 支撑。

[0105] 然后,用任何适合的方式同时切割 AWG 芯片 96 和(在芯片下面的)基座,诸如利用水喷射、线锯、激光等,以提供除了 AWG 芯片 96 大致与基座重叠之外均与图 8 相似的结构。该切割剪裁 AWG 芯片 96 的功能性特征周围的结构形状,特别是,剪裁凹槽 98 附近的结构的形状,使得凹槽 88 将 AWG 芯片 96 分成两个不同的片,并且使凹槽 88 上面和下面的 AWG 芯片 96 的部分不再将芯片保持为单个的片。然后添加连接基座的两个区域或芯片的两片的致动器。

[0106] 间隙或凹槽 98 可以充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。可替换地,AWG 芯片 96(在凹槽 98 中)的内部面对的边缘可以涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0107] 尽管图 2 至 8 示出了具有完全将 AWG 芯片分成两片的凹槽的 AWG 芯片,但是可替换地,凹槽可将 AWG 芯片分成两个区域。在另一普通实施例中,AWG 芯片可设置有铰链、在 AWG 芯片中形成两个区域的间隙或凹槽、和连接用铰链分离并连接的 AWG 芯片的两个区域的致动器,并且可任选地被固定到常规基座或如在图 2、5、7、9 和 11 的一个或多个中描述的基座上。如果采用基座,则基座必须允许由致动器引起的 AWG 芯片绕铰链的移动。由于 OIC 芯片不是两个不同的片,所以基座不是必需的。

[0108] 参照图 15,AWG 芯片 110 被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间具包含多个波导的波导光栅、和输出波导。致动器 112 连接由凹槽 116 划分的芯片的两个区域。AWG 芯片 110 包含铰链 114。衬底、致动器 112、和波导可以由结合图 2 和图 3 描述的这些特征的任何材料制成。

[0109] 在 AWG 芯片 110 中形成横穿一个或多个透镜的间隙或凹槽 116。凹槽 116 一直垂直地穿过 AWG 芯片 110。凹槽 116 用任何适合的方式形成,包括利用切割锯、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在这个实施例中,优选的是化学蚀刻(诸如活性离子蚀刻(RIE))。尽管没有示出,但凹槽 116 可以横穿波导光栅,而不是横穿透镜,并且铰链 114 可以看上去位于波导光栅上面。

[0110] 在间隙或凹槽 116 内,可以任选地形成诸如半波片的波片(未示出),特别是,当凹槽横穿波导光栅时。另外或可替换地,间隙或凹槽 116 可以充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。仍然可替换地,AWG 芯片 110(在凹槽 116 中)的内部面对的边缘可以涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0111] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 112 以不同于 AWG 芯片 110 的衬底的速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 116 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,特别是引起由凹槽 116 横穿的透镜的两个区域之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0112] 参照图 16,AWG 芯片 120 的另一实施例被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二

透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。致动器 122 连接由凹槽 126 划分的芯片的两个区域。AWG 芯片 120 包含铰链 124。衬底、致动器 122、和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。

[0113] 在 AWG 芯片 120 中形成横穿一个或多个透镜的间隙或凹槽 126。凹槽 126 一直垂直地穿过 AWG 芯片 120。凹槽 126 用任何适合的方式形成,包括利用切割锯、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在这个实施例中,优选的是化学蚀刻(诸如活性离子蚀刻(RIE))。尽管没有示出,但凹槽 126 可以横穿波导光栅,而不是横穿透镜,铰链 124 可看上去位于波导光栅上面。

[0114] 在间隙或凹槽 126 内,可以任选地形成诸如半波片的波片(未示出),特别是,当凹槽横穿波导光栅时。另外或可替换地,间隙或凹槽 126 可以充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。仍然可替换地,AWG 芯片 120(在凹槽 126 中)的内部面对边缘可以涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0115] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 122 以不同于 AWG 芯片 120 的衬底的速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 126 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,特别是引起由凹槽 126 横穿的透镜的两个区域之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0116] 参照图 17,AWG 芯片 130 的又一实施例被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。致动器 132 连接由凹槽 136 划分的芯片的两个区域。AWG 芯片 130 包含两个铰链 134。衬底、致动器 132、和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。

[0117] 在 AWG 芯片 130 中形成横穿一个或多个透镜的间隙或凹槽 136。凹槽 136 一直垂直地穿过 AWG 芯片 130。凹槽 136 用任何适合的方式形成,包括利用切割锯、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在这个实施例中,优选的是化学蚀刻(诸如活性离子蚀刻(RIE))。尽管没有示出,但凹槽 136 可以横穿波导光栅,而不是横穿透镜,并且铰链 134 可看上去位于波导光栅的上面和下面。

[0118] 在间隙或凹槽 136 内,可以任选地形成诸如半波片的波片(未示出),特别是,当凹槽横穿波导光栅时。另外或可替换地,间隙或凹槽 136 可以充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。仍然可替换地,AWG 芯片 130(在凹槽 136 中)的内部面对边缘可以涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0119] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 132 以不同于 AWG 芯片 130 的衬底的速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 136 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,特别是引起由凹槽 136 横穿的透镜的两个区域之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG

中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0120] 参照图 18,AWG 芯片 140 的又一实施例被示出具有衬底、输入波导、第一透镜、第二透镜、在两个透镜之间包含多个波导的波导光栅、和输出波导。致动器 142 连接由凹槽 146 划分的芯片的两个区域。AWG 芯片 140 包含两个铰链 144。衬底、致动器 142、和波导可以由结合图 2 和 3 描述的这些特征的任何材料制成。

[0121] 在 AWG 芯片 140 中形成横穿一个或多个透镜的间隙或凹槽 146。凹槽 146 一直垂直地穿过 AWG 芯片 140。凹槽 146 用任何适合的方式形成,包括利用切割锯、水喷射切割、化学蚀刻、激光切片机、线锯、EDM 等方式。在这个实施例中,优选的是化学蚀刻(诸如活性离子蚀刻(RIE))。尽管没有示出,但凹槽 146 可以横穿波导光栅,而不是横穿透镜,并且铰链 144 可看上去位于波导光栅的上面和下面。

[0122] 在间隙或凹槽 146 内,可以任选地形成诸如半波片的波片(未示出),特别是,当凹槽横穿波导光栅时。另外或可替换地,间隙或凹槽 136 可以充满折射率大致与透镜匹配的粘合剂、凝胶体、聚合物或液体。仍然可替换地,AWG 芯片 140(在凹槽 146 中)的内部面对的边缘可以涂敷有抗反射膜并保持暴露于空气中。

[0123] 随着结构的温度发生变化,由于热膨胀系数的差别,致动器 142 以不同于 AWG 芯片 140 的衬底速度改变长度。这引起 AWG(在凹槽 146 的任意一侧)的两个区域之间的角度发生变化,特别是引起由凹槽 146 横穿的透镜的两个区域之间的角度发生变化,并引起透镜和输入(或输出)波导的一部分发生偏转,以相对于光的聚焦点移动波导,从而偏移聚焦到波导光栅中的波长,并因此引起装置的 CW 发生偏移。选择致动器和基座材料的尺寸和形状,使得由致动器的热膨胀/收缩引起的 CW 偏移精确地平衡由于温度的变化而导致的 AWG 中的 CW 偏移。结果,AWG CW 不受温度的影响。也可以调谐施加到致动器的预偏置量,以为 AWG 调谐正确的 CW。

[0124] 在图 15 至 18 的一些实施例中,当聚合物占据横穿透镜或波导光栅(或在反射镜和 AWG 芯片之间)的凹槽时,如果聚合物具有不同于 AWG 芯片 110 衬底的热膨胀系数的期望的热膨胀系数,则聚合物可以起致动器的作用。

[0125] 参照图 19,该图示出了非温度稳定的常规 AWG 和根据本发明制成的无热 AWG 对温度的不同 CW 变化/响应。如图所示,随着温度的增加,常规 AWG 的 CW 不断增加地变化。相反,随着温度增加,根据本发明制成的无热 AWG 的 CW 基本保持不变。

[0126] 参照图 20 和 21,其示出了示例性的光集成电路(OIC)200。OIC200 包括例如在衬底 208 上沉积的一层或多层光学层 204。光学层 204 和衬底 208 可以统称为芯片 210。光学层 204 可以与衬底 208 共同延伸(例如,具有大致相同的空间边界)。光学层 204 能够以受控制的方式传输光。光学层 204 可以包括二氧化硅层,并且衬底 208 可以包括硅晶片的一部分。

[0127] OIC 200 还可以包括芯片载体 212。芯片载体 212 可以与特殊区域中的芯片 210 共同延伸和/或不与其它区域中的芯片 210 共同延伸。例如,在芯片延伸区域 214 中,芯片 210 物理地延伸超出芯片载体 212。在载体延伸区域 218 中,芯片载体 212 物理地延伸超出芯片 210。芯片延伸区域 214 例如可以用于方便将光纤连接到芯片 210。

[0128] 光学层 204 包括第一区域 216、第二区域 220 和连接区域 224。例如,滚动切割(例



如,利用水喷射、激光切片机和 / 或线锯)可以用于机械地隔离第一区域 216 和第二区域 220,通过连接区域 224 留下整体的连接,并通常在第一区域 216 和第二区域 220 之间形成间隙 228。在一个实例中,芯片载体 212 在间隙 228 的区域中与光学层 204 共同延伸。在另一实例中,芯片载体 212 在间隙 228 的区域中不与光学层 204 共同延伸。在第三个实施例中,芯片载体 212 在间隙 228 的有些部分中与光学层 204 共同延伸,而在间隙 228 的其它部分中不与光学层 204 共同延伸。

[0129] 第一区域 216 可以包括第一区域波导 232(例如,光学波导和 / 或板条形波导)。第二区域 220 可以包括第二区域波导 236(例如,光学波导和 / 或板条形波导)。连接区域 224 可以包括第一透镜 240。第一透镜 240 可以将来自第一区域波导 232 的光扩散到第二区域波导 236 中。可替换地,第一透镜 240 可以将来自第二区域波导 236 的光聚焦到第一区域波导 232 中。任选地,01C 200 可以包括第二透镜 244。

[0130] 暂时参照图 21,其示出了沿图 20 的 01C 的线 250-250 截取的横断面视图。接下来转到图 22,其示出了根据本发明一方面的示例性致动器 400。致动器 400 包括第一致动器本体部分 410 和第二致动器本体部分 420。致动器 400 随着温度的变化而膨胀和 / 或收缩。在一个实施例中,期望致动器 400 的膨胀和 / 或收缩在指定为“工作温度范围”的温度范围内与温度大致成线性关系(致动器 400 的长度变化与温度的变化大致是线性关系)。在另一实施例中,致动器 400 在 01C 的工作温度范围内施加力。

[0131] 根据本方面的一方面,致动器 400 可以用作 01C 的组件,以方便减轻和 / 或克服与常规光集成电路和其它装置相关的缺点的机械光束控制。例如,致动器 400 可以用于 01C 中,以便减轻 01C 的温度敏感性。致动器 400 具有第一端部 412 和第二端部 416。尽管详尽地讨论了包含波导光栅的 AWG 芯片,但 01C 也可以包含 Mach-Zehnder 干涉仪。

[0132] 第一致动器本体部分 410 和 / 或第二致动器本体部分 420 可以由金属(诸如,铝、黄铜、青铜、铬、铜、金、铁、锰、镍、钨、铂、银、不锈钢、锡、钛、钨、锌、锆、**Hastelloy®**、**Kovar®**、殷钢、**Monel®**、**Inconel®**)、陶瓷材料(诸如,氧化铝或硅酸铝)、聚合物材料(诸如硅橡胶或人造橡胶、聚酰胺复合物(诸如,**Zytel®**或玻璃纤维增强尼龙)、聚碳酸酯、聚烯烃、聚酯、交联聚合物(诸如,硅橡胶)、PEEK、聚合物复合材料(例如,碳纤维、石墨和 / 或玻璃纤维)、液晶聚合物)等的一种或多种制成。

[0133] 第一致动器本体部分 410 具有第一热膨胀系数。类似地,第二致动器本体部分 420 具有第二热膨胀系数。在一个实例中,第一热膨胀系数大致与第二热膨胀系数类似。在另一实例中,第一热膨胀系数大于第二热膨胀系数。在第三个实例中,第一热膨胀系数小于第二热膨胀系数。

[0134] 当用作 01C 200 的一部分时,致动器 400 施加的力可以是在趋于增宽间隙 228 的方向,在这种情况下,致动器 400 处于压缩状态并且在这里被称为“压缩状态致动器”。可替换地,施加的力可以在趋于使间隙 228 变窄的方向,在这种情况下,致动器 400 处于拉紧状态并且在这里被称为“拉伸状态”致动器。对于处于压缩状态的致动器 400,如果致动器的长度足够长,使得它在其最低工作温度下不失去接触(例如,与第一区域 216 或第二区域的任意一个的接触),则致动器在其最低工作温度下仍保持着力(例如,在 210 和 220 之间)。在装置的最低规定储存温度下也应该保持接触(例如,与两个区域)。因为致动器 400 的长度可以有窄的容差并且间隙 228 的宽度受到加工偏差的影响,所以对于致动器 400 有利

的是具有可调节的长度 LA,使得能够对它进行调节以满足特殊 AWG(例如,在 AWG 中已经切割了间隙 228 之后)的要求。

[0135] 而且,可以调节致动器长度 LA,以提供具有期望中心波长(CW)的 AWG 的特殊信道的通带。这种调节可以用于校正材料的光学性能的加工偏差,该加工误差会导致期望的 CW(例如,设计的)和制造时的 CW 之间的轻微差异。具有可调节的长度的第三个优点是安装过程可以简化。在致动器 400 具有其最终的期望长度时安装致动器 400 会很困难,因为在那个长度它将施加力(例如,在区域之间)。因此,优选的是在将致动器 400 插入间隙 228 中时暂时使致动器 400 短于期望的最终长度,随后使其伸长到期望的最终长度,使得力(例如,在区域之间)仅仅在致动器 400 伸长时才发生作用。另外,对于特殊的 OIC 几何形状(例如,切掉),难以计算为提供抵消温度变化对材料折射率的影响的光束操纵程度所需的致动器 400 的 CTE 的先验值。出于这个原因,使致动器 400 具有这样的 CTE 值是有用的,该 CTE 值可以在所需值的最大估计值和最小估计值之间调节。

[0136] 第一致动器本体部分 410 被连接到第二致动器本体部分 420。例如,第一致动器本体部分 410 可以通过焊接、压接(crimping)、粘合、熔合和/或其它适合的方式连接到第二致动器本体部分 420。尽管在图 22 中将第一致动器本体部分 410 和第二致动器本体部分 420 描绘为圆柱形,但应该理解的是,本发明可以采用任何适合形状的第一致动器本体部分 410 和/或第二致动器本体部分 420。

[0137] 暂时参照图 23,在一个实施例中,第二致动器本体部分 420 包括三个组件部分 430、434、438。三个组件部分 430、434、438 可以包括具有相似或不同的热膨胀系数的适合材料。在一个实例中,一个组件部分 430 和另一组件部分 438 包括具有第一热膨胀系数的第一材料,并且第二组件部分 434 包括具有第二热膨胀系数的第二材料。组件部分 430、434、438 可以在适当的位置连接(例如,点焊),以实现第二致动器本体部分 420 和/或致动器 400 的适当的整体热膨胀系数。

[0138] 接下来,参照图 24,其示出了根据本发明一方面采用致动器 400 的图 20 的 OIC。例如,致动器 400 通常可以包含在间隙 228 内。致动器 400 随着温度的变化而膨胀和/或收缩,使第一区域 216 和/或至少一部分连接区域 224 相对于第二区域 220 移动。致动器 400 可以保持在适当的位置(例如,运动地和/或利用粘合剂)。

[0139] 载体延伸区域可以设计成便于致动器 400 的安装。在一个实例中,芯片载体 212 可以配置有包括部分第一区域 210 和部分芯片载体 212 的第一接触区域 254。在这个实例中,在第一接触区域 254 周围,部分第一区域 210 和部分芯片载体 212 可以与致动器 400 形成物理接触。在另一实施例中,芯片载体 212 可以配置有第二接触区域 258,该第二接触区域 258 可以是芯片的延伸。第一端部 412 可以与第一接触区域 254 形成接触,第二端部 416 可以与第二接触区域 258 形成接触。

[0140] 在一个实施例中,致动器 400 在装置的正常工作的范围(例如,在大约  $-20^{\circ}\text{C}$  至大约  $+95^{\circ}\text{C}$  的范围)内响应于温度的变化而使第一区域 216 相对于第二区域 220 移动大约等于或大于 0.5 微米并且大约等于或小于 100 微米。在另一实施例中,致动器 400 使第一区域 216 相对于第二区域 220 移动大约等于或大于 5 微米并且大约等于或小于 50 微米。在第三实施例中,致动器 400 使第一区域 216 相对于第二区域 220 移动大约等于或大于 10 微米并且大约等于或小于 25 微米。在又一实施例中,致动器 400 在每  $^{\circ}\text{C}$  温度变化下改变长度大约

等于或大于 0.01 微米并且大约等于或小于 10 微米。在另一实施例中,致动器 400 在每°C 温度变化下改变长度大约等于或大于 0.1 微米并且大约等于或小于 5 微米。在另一实施例中,致动器 400 在每°C 温度变化下改变长度大约等于或大于 0.2 微米并且大约等于或小于 2 微米。

[0141] 在一个实例中,连接区域 224 充分地变形,以适应第一区域 216 相对于第二区域 220 的旋转。应该理解的是,第一区域 216 和 / 或第二区域 220 也可以变形到某种程度;然而,在这个实例中,优选的是相对旋转主要由连接区域 224 的变形所适应(例如,优选的是连接区域 224 的变形程度大于第一区域 216 或第二区域 220)。为了便于连接区域 224 的变形,连接区域 224 可以设计成和 / 或制造成尽可能窄,而不阻碍光通过它的传播,并且第一区域 216 和第二区域基本上宽于连接区域 224。

[0142] 暂时参照图 20,在一个实例中,连接区域 224 的横断面具有横向尺寸  $L_c$ ,其通常小于连接区域 224 的标称宽度  $W$ 。因此,允许由于诸如来自下面进一步描述的致动器的外力而引起的弯曲。在一个实施例中,连接区域 224 的横断面的横向尺寸  $L_c$  是大约等于或大于 10 微米并且大约等于或小于 10000 微米。在另一实施例中,连接区域 224 的横断面的横向尺寸  $L_c$  是大约等于或大于 100 微米并且大约等于或小于 5000 微米。在第三实施例中,连接区域 224 的横断面的横向尺寸  $L_c$  是大约等于或大于 500 微米并且大约等于或小于 2000 微米。

[0143] 而且,应该理解的是,第一区域 216、连接区域 224 和第二区域 220 可以具有任何适合的几何形状。例如,可以在输入端口(未示出)(例如,从网络中的光纤)接收多波长的光,并且经由第一区域波导 232 传输,并将其提供给第一透镜 240。第一透镜 240 可以将多波长的光处理(例如,扩散)到第二区域波导 226(例如,阵列波导光栅臂)中。第二区域波导 236 然后可以提供多波长的光给输出端口(未示出)。

[0144] 随着 OIC 200 的温度的升高,第一区域波导 232 的折射率和 / 或第二区域波导 236 的折射率会发生变化。为了补偿这种基于温度的折射率变化,致动器 200 由于温度变化而膨胀,使第一区域 216 和 / 或至少一部分连接区域 224 相对于第二区域 220 移动(例如,旋转)。类似地,随着 OIC 200 的温度的下降,致动器 400 收缩,使第一区域 216 和 / 或至少一部分连接区域 224 相对于第二区域 220 移动(例如,旋转)。可以相信,由温度变化导致的移动(旋转)对应于或补偿在第一区域和 / 或第二区域波导 232、236 中由于依赖于温度的折射率而由温度变化引起的波长偏移。这样,能够减轻与依赖于波导温度的折射率变化相关的波长偏移。因此,能够减少采用 OIC 200 的通信系统中的信号损失和 / 或串话干扰。

[0145] 接下来转到图 25,其示出了根据本发明一方面的致动器 600 的实施例。致动器 600 包括第一致动器本体部分 610 和第二致动器本体部分 620。第一致动器本体部分 610 包括通过第一致动器本体部分 610 的至少一部分的孔 630。第一致动器本体部分 610 具有第一热膨胀系数。第二致动器本体部分 620 具有第二热膨胀系数。在这个实施例中,第二致动器本体部分 620 插入第一致动器本体部分 610 的孔 630 的至少一部分中,以方便第一致动器本体部分 610 和第二致动器本体部分 620 的连接。一旦期望量的第二致动器本体部分 620 已经被插入孔 630 中,第一致动器本体部分 610 和第二致动器本体部分 620 就可以通过任何适合的方法连接在一起,例如,通过焊接、卷缩(crimpling)、粘合和 / 或熔合。

[0146] 此外,致动器 600 的工作特性(例如,整体拉伸和 / 或压缩)可以至少部分地基于

第二致动器本体部分 620 插入到孔 630 中的量。例如,如果第一热膨胀系数不同于第二热膨胀系数,则致动器 600 的整体热特性至少部分地基于第二致动器本体部分 620 插入到孔 630 中的量。

[0147] 在一个实例中,第一致动器本体部分 610 包括铝管,并且第二致动器本体部分 620 包括钢棒。第一致动器本体部分 610(钢棒)插入到第二致动器本体部分 620(铝管)内,并且第二致动器本体部分 620(铝管)的长度通过拉致动器 600 的一端直到达到期望的长度来调节。然后,第二致动器本体部分 620(铝管)在期望的位置处被卷缩,以方便将第一本体部分 610 连接到第二致动器本体部分 620。

[0148] 暂时参照图 26,其示出了在图 25 中绘出的致动器 600 的另一实施例。在这个实施例中,第一本体部分 610 的孔 630 的至少一部分被设置成接收带螺纹的插入物。类似地,第二致动器本体部分 620 的至少一部分设置有螺纹。第二致动器本体部分 620 可以螺旋地插入第一本体部分 610 的孔 630 中,以方便第一致动器本体部分 610 和第二致动器本体部分 620 的连接。尽管在图 25 中将第一致动器本体部分 610 和第二致动器本体部分 620 描绘为圆柱形,但可以理解的是,本发明可以采用任何适合形状的第一致动器本体部分 610 和 / 或第二致动器本体部分 620。

[0149] 接下来转到图 27,其示出了根据本发明一方面的致动器 800 的实施例。致动器 800 包括第一致动器本体部分 810 和第二致动器本体部分 820。图 27 示出了致动器 800 的长度可以被调节的压缩状态致动器的实施例。第一致动器本体部分 810 包括通过第一致动器本体部分 810 的至少一部分的孔 830。第一致动器本体部分 810 具有第一热膨胀系数。

[0150] 第二致动器本体部分 820 包括螺纹部分 840。第二致动器本体部分 820 具有第二热膨胀系数。在这个实施例中,第二致动器本体部分 820 的螺纹部分 840 被插入第一致动器本体部分 810 的孔 830 的至少一部分中,以方便第一致动器本体部分 810 和第二致动器本体部分 820 的连接。在一个实例中,一旦期望量的第二致动器本体部分 820 已经被插入孔 830 中,第一致动器本体部分 810 和第二致动器本体部分 820 就可以连接。致动器 800 的工作特性(例如,整体拉伸和 / 或压缩)可至少部分地基于第二致动器本体主体 820 的螺纹部分 840 插入到孔 830 中的量。例如,如果第一热膨胀系数不同于第二热膨胀系数,则致动器 800 的整体热特性至少部分地基于第二致动器本体部分 820 的螺纹部分 840 插入到孔 830 中的量。

[0151] 暂时参照图 28,其示出了图 27 中描绘的致动器 800 的另一实施例。在这个实施例中,第一致动器本体部分 810 适于接收第一接触件 850。第二致动器本体部分 820 可类似地适于接收第二接触件 860。

[0152] 第一接触件 850 和 / 或第二接触件 860 可以包括例如硬金属(例如,不锈钢)球,或可替换地,可以包括硬金属圆筒。应该理解的是,第一接触件 850 和 / 或第二接触件 860 可以包括任何适合的材料和 / 或几何形状。第一接触件 850 和 / 或第二接触件 860 可从致动器 800 的剩余部分拆卸下来(例如,不是永久地连接到第一致动器本体部分 810 和 / 或第二致动器本体部分 820)。

[0153] 暂时转到图 29,其示出了具有第一接触区域 1004 和第二接触区域 1008 的 OIC 1000 的横断面视图。OIC 1000 还采用致动器 800、第一接触件 850 和第二接触件 860。

[0154] 接下来参照图 30,其示出了根据本发明一方面的致动器 1100。致动器 1100 是长度

$L_A$  和热膨胀系数 (CTE) 均可独立调节的压缩状态致动器的一个实施例。致动器 1100 具有第一端部 1104 和第二端部 1108。在这个实施例中,致动器 1100 包括第一致动器本体部分 1110 和第二致动器本体部分 1120。第一致动器本体部分 1110 包括通过第一致动器本体部分 1110 的至少一部分的孔 1130。第一致动器本体部分 1110 具有第一热膨胀系数 (CTE<sub>1</sub>)。

[0155] 第二致动器本体部分 1120 包括螺纹部分 1140。第二致动器本体部分 1120 具有第二热膨胀系数 (CTE<sub>2</sub>)。致动器 1100 还包括具有第三热膨胀系数 (CTE<sub>3</sub>) 的环状物 1170。环状物 1170 可以包括任何适合的材料,例如铜。环状物 1170 可以通过螺纹连接到第二致动器本体部分 1120 的螺纹部分 1140。然后,第二致动器本体部分 1120 的螺纹部分 1140 和环状物 1170 可以通过螺纹连接到第一致动器本体部分 1110。

[0156] 第一致动器本体部分 1110 和第二致动器本体部分 1120 可以包括具有不同热膨胀系数的材料。例如,第一致动器本体部分 1110 可以由钢构成,并且第二致动器本体部分 1120 可以由铝构成。致动器 1100 的有效热膨胀系数 (CTE<sub>A</sub>) 与 CTE<sub>1</sub> 和 CTE<sub>2</sub> 有关,并且可以近似得出:

$$[0157] \quad L_A \times \text{CTE}_A \approx (L_1 \times \text{CTE}_1) + (L_2 \times \text{CTE}_2)$$

[0158] 其中  $L_1$  是从环状物 1170 的螺纹到第一端部 1104 的距离,  $L_2$  是从环状物 1170 的螺纹到第二端部 1108 的距离,  $L_A$  是致动器的长度 ( $L_A = L_1 + L_2$ )。一般,环状物 1170 的系数 (CTE<sub>3</sub>) 对 CTE<sub>A</sub> 的影响比 CTE<sub>1</sub> 和 CTE<sub>2</sub> 对 CTE<sub>A</sub> 的影响小。

[0159] 例如,在制造过程中,环状物 1170 被拧入第一致动器本体部分 1110 中,第二致动器本体部分的螺纹部分 1140 被拧入环状物 1170 中。通过相对于第一致动器本体部分 1110 和相对于螺纹部分 1140 旋转环状物 1170 可以调节 CTE<sub>A</sub> (例如,不影响致动器的长度  $L_A$ ),同时螺纹部分 1140 不相对于第一致动器本体部分 1110 旋转。旋转环状物 1170,从而将环状物 1170 的螺纹移到更靠近致动器 1110 的第一端部 1104 或更靠近致动器 1100 的第二端部 1108。当环状物 1170 的螺纹靠近第一端部 1104 时,CTE<sub>A</sub> 在值上更接近 CTE<sub>2</sub> (例如,第二致动器本体部分 1120 的 CTE)。相反,当环状物 1170 的螺纹靠近第二端部 1108 时,CTE<sub>A</sub> 在值上更接近 CTE<sub>1</sub>。

[0160] 通过以与上述用于调节 CTE<sub>A</sub> 的旋转不等同的任何方式,相对于环状物 1170 旋转螺纹部分 1140 和第一致动器本体部分 1110,可以改变致动器的长度  $L_A$ 。例如,通过保持环状物 1170 和第一致动器本体部分 1110 在一起不相对旋转、而旋转环状物 1170 的螺纹部分 1140,可以调节  $L_A$ 。通过以适当的比率相对于环状物 1170 旋转螺纹部分 1140 和第一致动器本体部分 1110,可以调节  $L_A$  而不用明显地影响致动器的 CTE<sub>A</sub>。基于上述关于 CTE<sub>A</sub> 的近似,如果螺纹部分 140 的旋转角度  $a_1$  和第一致动器本体部分的旋转角度  $a_2$  的关系为:

$$[0161] \quad a_1/a_2 \approx \text{CTE}_2/\text{CTE}_1$$

[0162] 则可以改变  $L_A$  而不明显影响 CTE<sub>A</sub>。

[0163] 在一个实施例中,第一致动器本体部分 1110 可以适于接收第一接触件 1150。另外,第二致动器本体部分 1120 可类似地适于接收第二接触件 1160。第一接触件 1150 和/或第二接触件 1160 可从致动器 1100 的剩余部分拆卸下来 (例如,不是永久地连接到第一致动器本体部分 1110 和/或第二致动器本体部分 1120)。

[0164] 转到图 31,其示出了根据本发明一方面的致动器 1200。致动器 1200 是长度  $L_A$  和热膨胀系数 (CTE) 均可独立调节的压缩状态致动器的一个实施例。致动器 1200 具有第一

端部 1204 和第二端部 1208。在这个实施例中,致动器 1200 包括第一致动器本体部分 1210、第二致动器本体部分 1220 和第三致动器本体部分 1224。第一致动器本体部分 1210 包括通过第一致动器本体部分 1210 的至少一部分的孔 1230。第一致动器本体部分 1210 具有第一热膨胀系数 (CTE<sub>1</sub>)。

[0165] 第二致动器本体部分 1220 包括螺纹部分 1240。第二致动器本体部分 1220 具有第二热膨胀系数 (CTE<sub>2</sub>)。致动器 1200 还包括具有第三热膨胀系数 (CTE<sub>3</sub>) 的螺母 1270。螺母 1270 包括任何适合的材料,例如铜。

[0166] 第三致动器本体部分 1224 包括螺纹部分 1278。第三致动器本体部分 1224 具有第四热膨胀系数 CTE<sub>4</sub>。在一个实例中,第一致动器本体部分 1210、第三致动器本体部分 1224 和螺母 1270 由第一材料(例如,镁)制成,第二致动器本体部分 1220 用 CTE 不同于第一材料的第二材料(例如,殷钢—商品等级的钢)制成。在另一实例中,第一端部 1204 和/或第二端部 1208 包括例如槽 1272、1274 以跨骑 OIC。通过跨骑芯片,槽可以便于将致动器 1200 保持在预期的位置(例如,在第一接触位置和第二接触位置之间)。另外,接触件(未示出)可以分别放入槽 1272、1274 中。

[0167] 在安装致动器 1200 使得槽 1272、1274 跨骑 OIC 后,第二致动器本体部分 1220 和第一致动器本体部分 1210 都不能相对 OIC 自由旋转。因此,在致动器安装后,第二致动器本体部分 1220 不能相对于第一致动器本体部分 1210 旋转。第三致动器本体部分 1224 可以具有差动螺纹。例如,第三致动器本体部分 1230 可在第一端部 1276 具有每英寸 72 螺纹 (t. p. i.) 的右手螺纹,并在第二端部 1278 具有 80t. p. i. 的右手螺纹。第二致动器本体部分 1220 可在一个端部 1280 具有螺纹(例如,80t. p. i. 的右手螺纹)。

[0168] 通过保持第一致动器本体部分 1210、螺母 1270 和第二致动器本体部分 1220 使得它们不相对于彼此旋转,并通过相对于第一致动器本体部分 1210 旋转第三致动器本体部分 1230,可以调节致动器 1200 的长度。因为第一端部 1276 处的螺纹比第二端部 1278 处的螺纹粗糙,所以第三致动器本体部分 1230 相对于第一致动器本体部分 1210 的平移快于它相对于第二致动器本体部分 1220 的平移。由第三本体部分 1230 的旋转提供的长度调节是精细调节(例如,调节速度可以近似是每整圈螺母 0.0014 英寸)。当以这种方式调节长度时,致动器的 CTE<sub>A</sub> 不受影响。

[0169] 通过保持第一致动器本体部分 1210、第三致动器本体部分 1230 和第二致动器本体部分 1220 使得它们不相对于彼此旋转,并通过相对于第三致动器本体部分 1230 旋转螺母 1270,可以调节致动器 1200 的 CTE<sub>A</sub>。CTE<sub>A</sub> 涉及 CTE<sub>1</sub>、CTE<sub>2</sub>、CTE<sub>3</sub> 和 CTE<sub>4</sub>;然而,在第一致动器本体部分 1210、第三致动器本体部分 1224 和螺母 1270 由相同或相似的材料制成的情况下,CTE<sub>A</sub> 可近似如下:

$$[0170] \quad L \times \text{CTE}_A \approx (L_1 \times \text{CTE}_1) + (L_2 \times \text{CTE}_2)$$

[0171] 其中 L<sub>1</sub> 是从第二致动器本体部分 1220 的螺纹的握持点 (gripping-point) 到第一端部 1204 的距离,L<sub>2</sub> 是从第二致动器本体部分 1220 的螺纹的握持点到第二端部 1208 的距离,L 是致动器的长度(例如,L = L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub>)。“握持点”是指距离最接近第一端部 1204 的螺纹端部大约三个螺纹的距离。图 32 示出了致动器 1200 的示意性俯视平面图。

[0172] 如图 33 所示,致动器 1500 可以包括第一致动器本体部分 1210、第三致动器本体部分 1224、螺母 1270、端轴 1284 和端环 1282。在一个实例中,第一致动器本体部分 1210、第

三致动器本体部分 1224 和螺母 1270 由第一材料（例如，镁或铝）制成，第一端轴 1284 用 CET 不同于第一材料的第二材料（例如，殷钢或钢）制成。

[0173] 可将螺母 1270、第三致动器本体部分 1224 和第一致动器本体部分 1210 配置成与致动器 1200 相似。端轴 1284 没有螺纹并且通过拧入螺母 1270 的端环 1282 保持在适当位置。对第三致动器本体部分 1224 的旋转能调节致动器的长度 L，如对于致动器 1200 描述的那样。另外，旋转端环 1282 能调节致动器 1500 的长度。

[0174] 可将端环 1282 和端轴 1284 配置成，使得能够旋转端环 1282 而不旋转端轴 1284，因此能够在端轴 1284 中的槽跨骑 OIC 时进行这种长度调节。例如，由这种旋转提供的长度调节的速度可以近似是端环 1282 的每个整圈为 0.0125 英寸。这比螺母 1270 提供的长度调节粗糙，并且适合于适应比螺母 1270 的旋转所能提供的长度调节更大的长度调节。

[0175] 图 34 示出了致动器 1500 的示意性俯视平面图。例如，在端环 1282 上可以形成至少一个第一凹陷盲孔 1286。设计成在凹孔 1286 处保持端环 1282 的工具可以用于相对于端轴 1284 旋转端环 1282。

[0176] 接下来参照图 35 和 36，其示出了根据本发明一方面的致动器 1800。致动器 1800 是拉伸状态致动器的一个实施例。在一个实例中，致动器 1800 在第一接触位置 1810 和第二接触位置 1820 接触 OIC 200，两个接触位置 1810 和 1820 都在间隙 228 的外面。致动器 1800 的长度是第一接触位置 1810 与第二接触位置 1820 之间的距离。致动器 1800 一般在 OIC 的整个工作温度范围内保持拉伸状态（例如，在整个工作温度范围内施加趋于将第一区域 216 朝第二区域 220 拉的力）。因为利用压缩状态的致动器，所以致动器 1800 的长度随着温度的升高而增加，并且可将增加的长度配置成抵消由于温度变化而引起的、用于 OIC 200 的材料的折射率变化的影响。由于致动器 1800 不需要实质的刚度，所以致动器 1800 可以相对于压缩状态致动器具有更小的质量。致动器 1800 例如可以包括柔性金属带或线圈。图 37 绘出了具有键孔切割形状 (keyhole-cut shaped) 的切除部分 2000 的 OIC 200 所使用的致动器 1800。

[0177] 转到图 38 和 39，其示出了根据本发明一方面的致动器 2100。致动器 2100 是拉伸状态的制动器的一个实施例。在这个实例中，第一杆 2110 穿过（例如，第一区域 216 中的）孔 2112 延伸，第二杆 2120 穿过（例如，第二区域 220 中的）孔 2124 延伸。致动器 2100 包括第一金属线 2130 和第二金属线 2140。金属线 2130、2140 用线圈连接 2142、2144、2146 和 2148 被连接到连接杆 2110、2120，这些线圈连接可以包括软焊和 / 或压接作为对连接的固定的一部分。线圈 2142 和 2144 可配置有相反的螺旋性，使得没有净力矩施加到第一杆 2112 上。线圈 2146 和 2148 可配置有相反的螺旋性，使得没有净力矩施加到第二杆 2120 上。

[0178] 参照图 40，致动器 2100 可任选地包括夹具 2150。可将夹具 2150 配置成提供调节致动器 2100 的长度的方法。例如，卷曲夹具 2150 可以将第一金属线 2130 的中部拽到更靠近第二金属线 2140 的中部，从而增加金属线 2130 和 2140 的张力，并从而缩短第一杆 2110 和第二杆 2120 之间的距离（例如，缩短致动器 2100）。致动器 2100 可以用小质量的元件来实现，因为它们不需要保持压缩状态所需的刚性结构。可以优选具有降低的质量的致动器，因为它们具有越大质量的组件在装置 (OIC) 经受震动或振动时会具有对装置造成损坏的越大风险。拉伸状态的致动器的另一优点是能降低力变得方向偏离以及力造成第一区域 216

或第二区域 220 的平面外变形的风险（例如，降低了使芯片弯曲的风险）。

[0179] 转到图 41, 其示出了根据本发明一方面的致动器 2400。致动器 2400 包括第一致动器本体 2410 和第二致动器本体 2420。第二致动器本体部分 2420 可包括第一螺纹部分 2430（例如，右手螺纹）和第二螺纹部分 2440（左手螺纹）。第一致动器本体部分包括螺纹孔部分 2450、2460, 以分别接收第一螺纹部分 2430 和第二螺纹部分 2440。

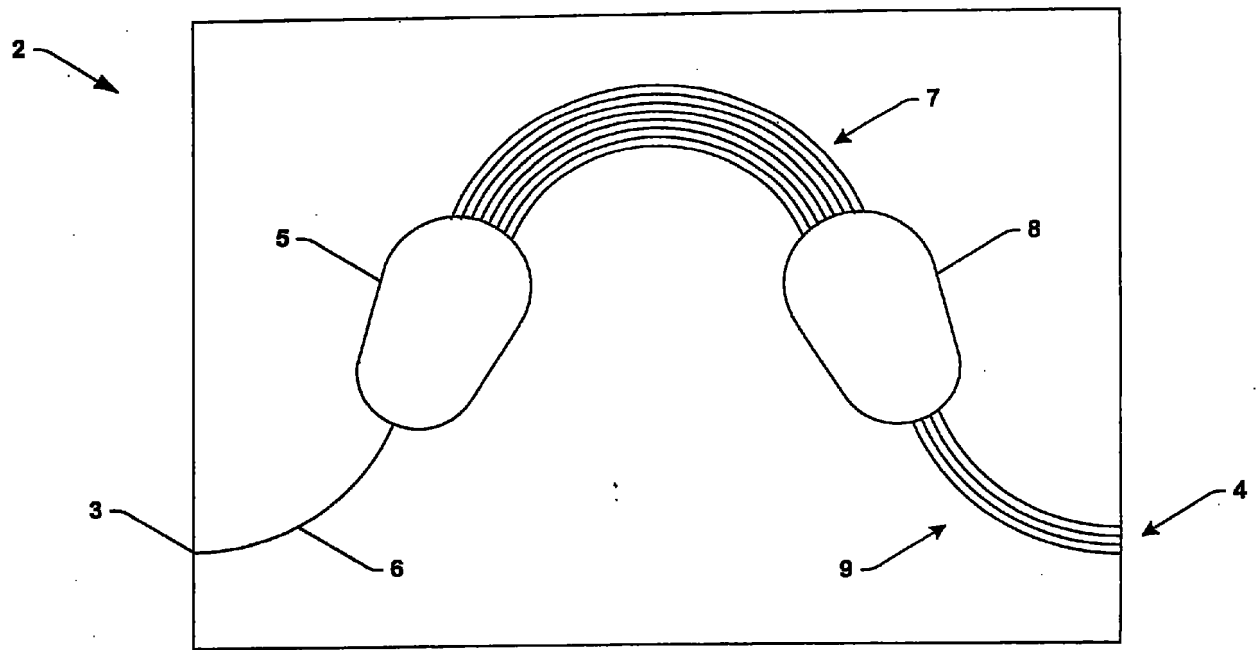
[0180] 致动器 2400 的长度是第一端部 2470 和第二端部 2480 之间的距离。旋转第二致动器本体部分 2420 将相对于螺纹孔部分 2460 平移螺纹孔部分 2450, 并因此使致动器 2400 变形, 使得长度变化。致动器 2400 可以用作在位置 2470 和 2480 处具有接触表面的压缩状态的致动器。可替换地, 致动器 2400 可以用作在位置 2486 和 2488 处具有接触表面的拉伸状态的致动器。

[0181] 参照图 42, 其示出了根据本发明一方面采用楔形物 2500 的 OIC200。楔形物 2500 被插入 OIC 200 的槽 2510 中。例如, 槽 2510 可以是键孔切除部分 2520 的一部分。在一个实例中, 经由力致动器 (forceactuator) (未示出) 将力施加到楔形物 2500 和 / 或从楔形物 2500 去除。在另一实例中, 楔形物 2500 具有热膨胀系数。楔形物 2500 的热膨胀和 / 或热收缩可以导致施加到槽 2510 的膨胀和 / 或收缩力。

[0182] 本发明的另一方面提供了用于制造光集成电路的方法, 其中提供在第一区域中具有至少一个波导并且在第二区域中具有至少一个波导的基座。还提供连接第一区域和第二区域的连接区域。在连接中提供第一透镜, 并且将第一区域从第二区域中滚动切割。可替换地, 第一区域可以通过基座的图形蚀刻将第一区域与第二区域（例如, 在透镜之外 - 不包括透镜）分开。致动器设置在第一区域和第二区域之间。

[0183] 尽管关于某些示出的实现方案显示和描述了本发明, 但应该理解的是, 对于本领域的技术人员来说, 在阅读和理解了该说明书和附图后, 将会发现等同的变更和修改。特别是关于由上述组件（组合件、装置、系统等）实施的各种功能, 用于描述这些组件的术语（包括对“方法”的引用）除非以其它方式表示, 否则应该对应于实施所描述的组件的特殊功能（例如, 在功能上等同）的任何组件, 即使在结构上不等同于所公开的结构, 该公开的结构实现在此示出的本发明的示例性方面中的功能。





(现有技术)

图1

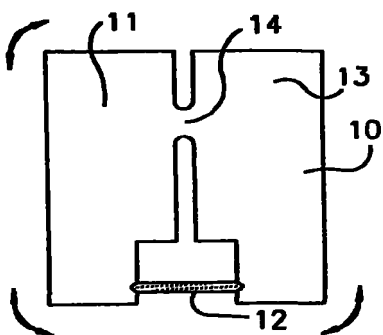


图2

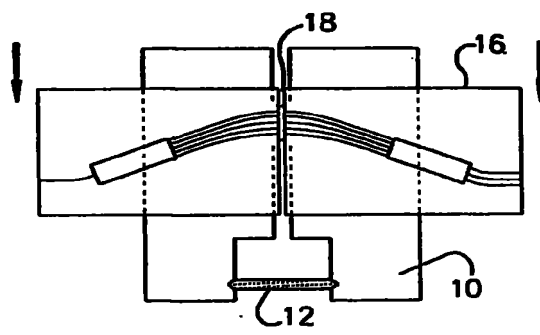


图3

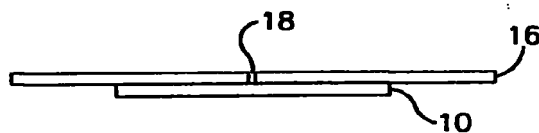


图4

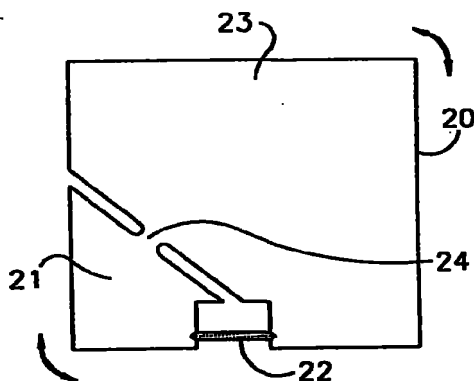


图5

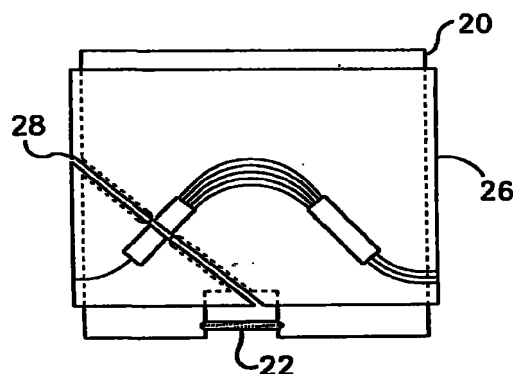


图6

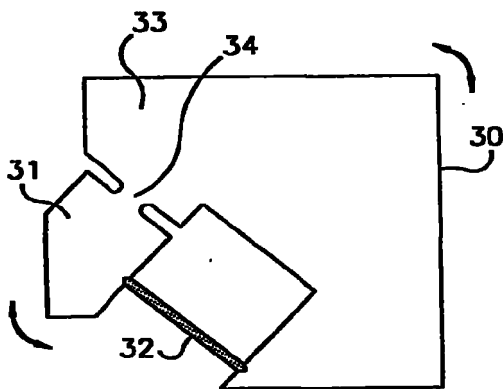


图7

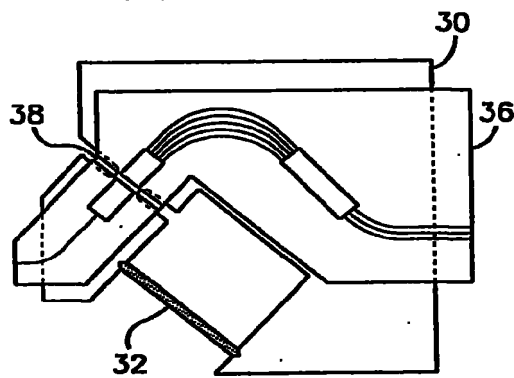


图8

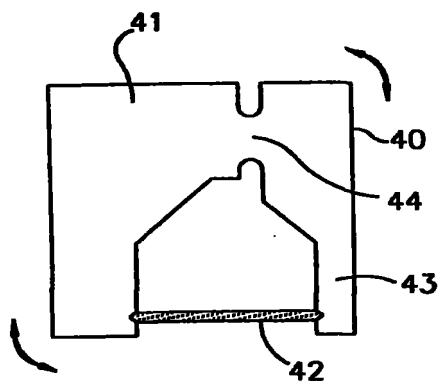


图9

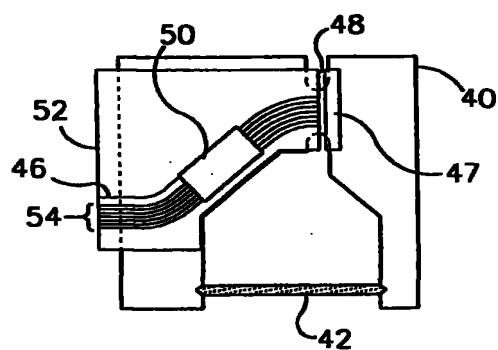


图10

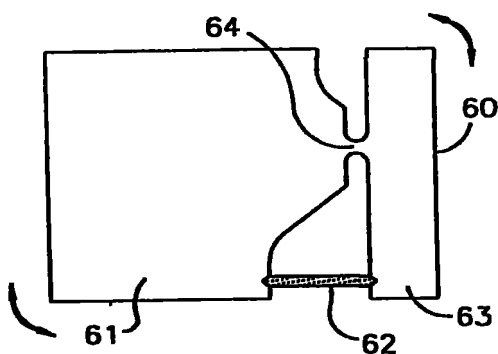


图11

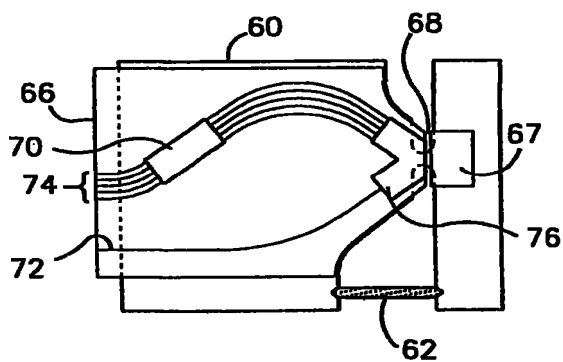


图12

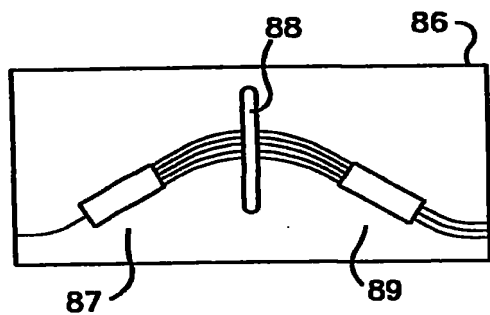


图13

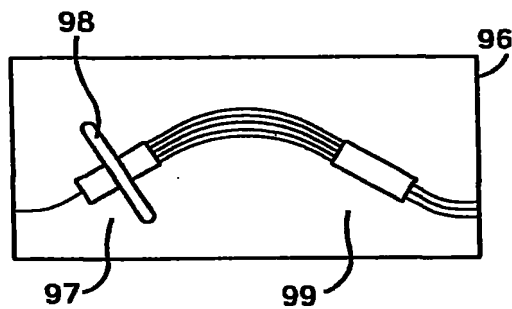


图14

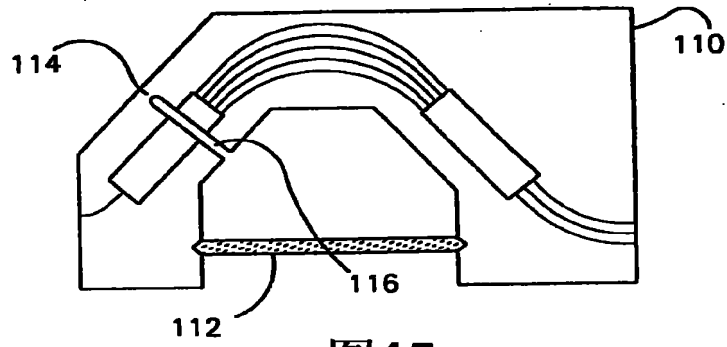


图15

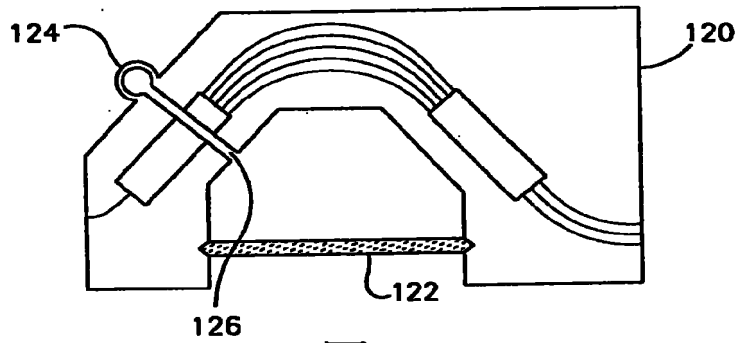


图16

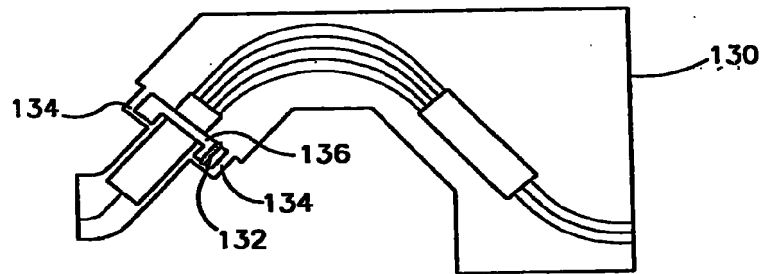


图17

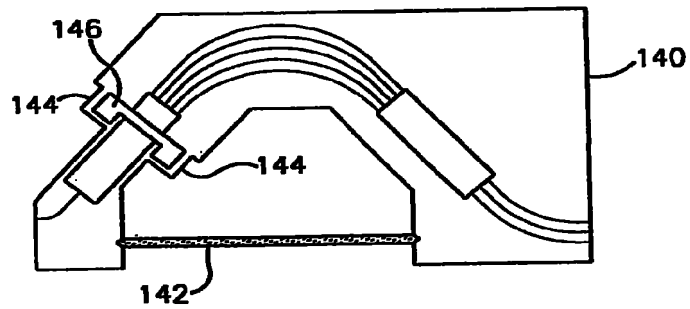


图18

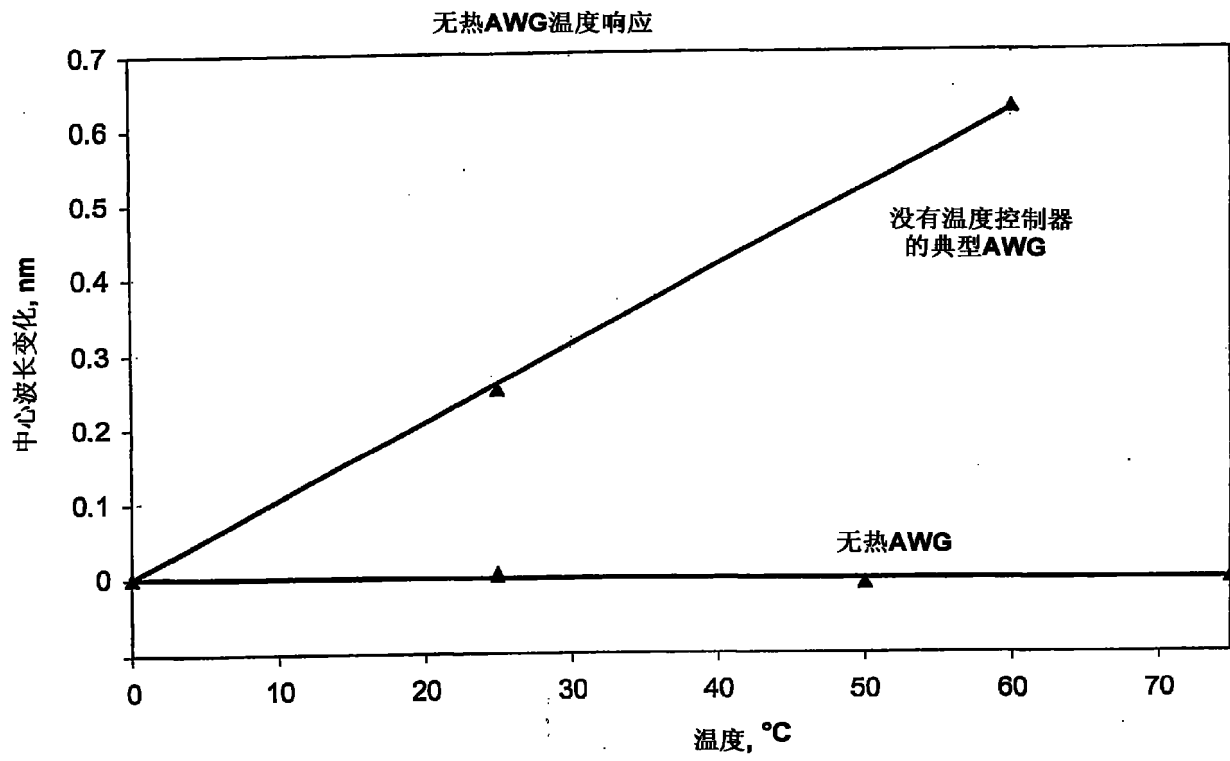


图19

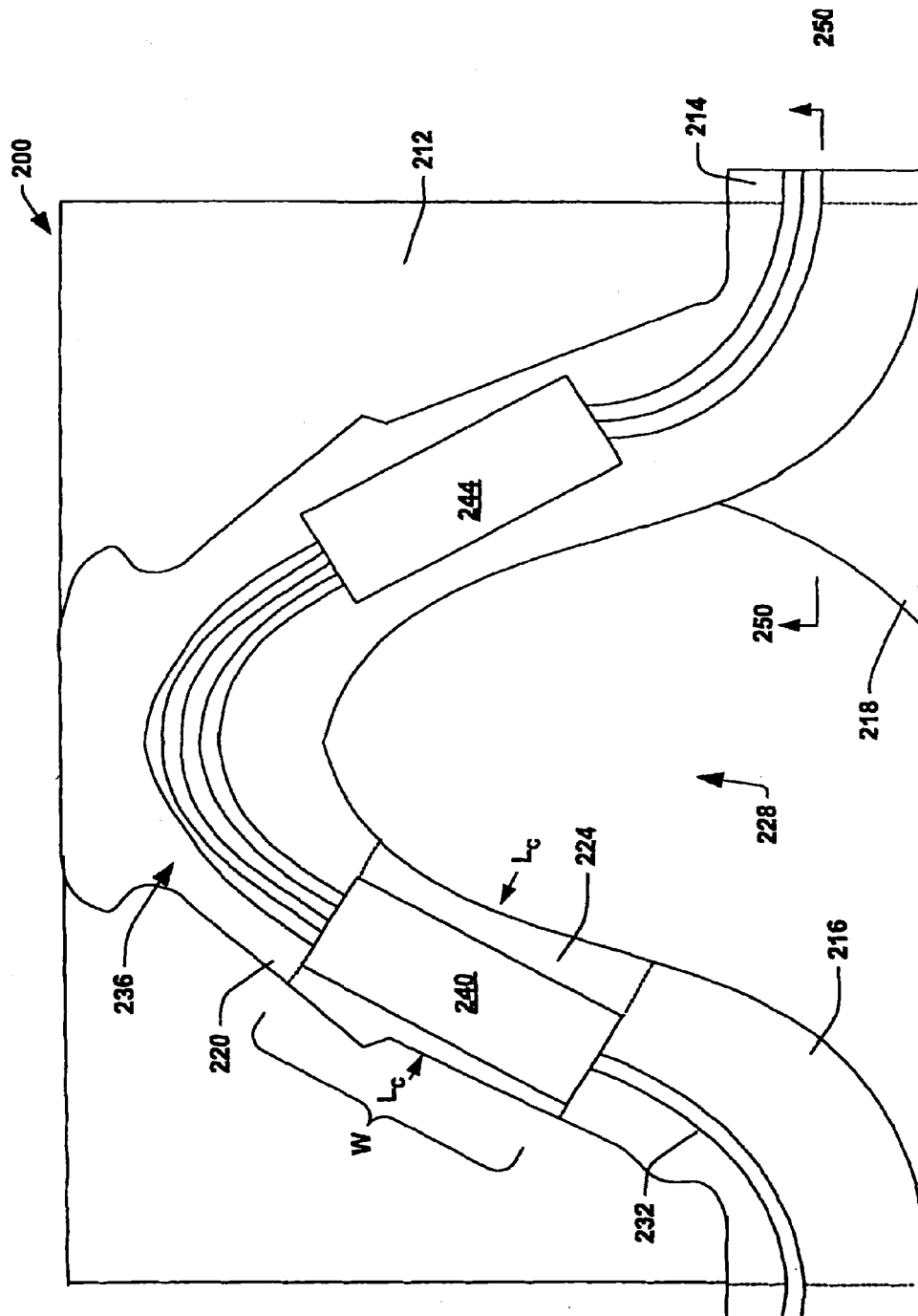


图20

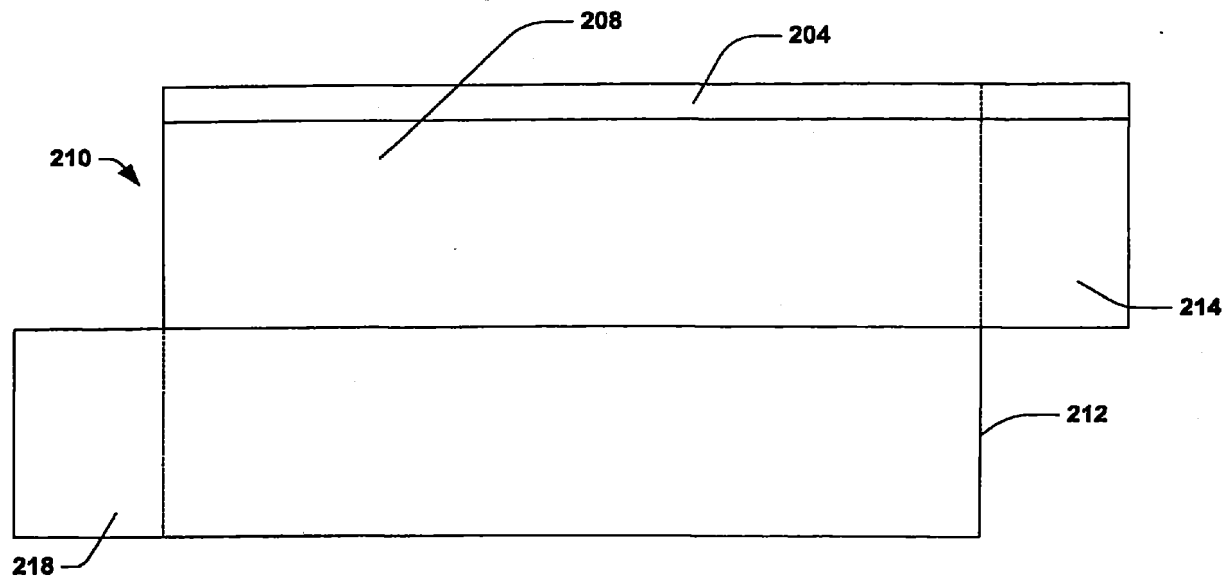


图21

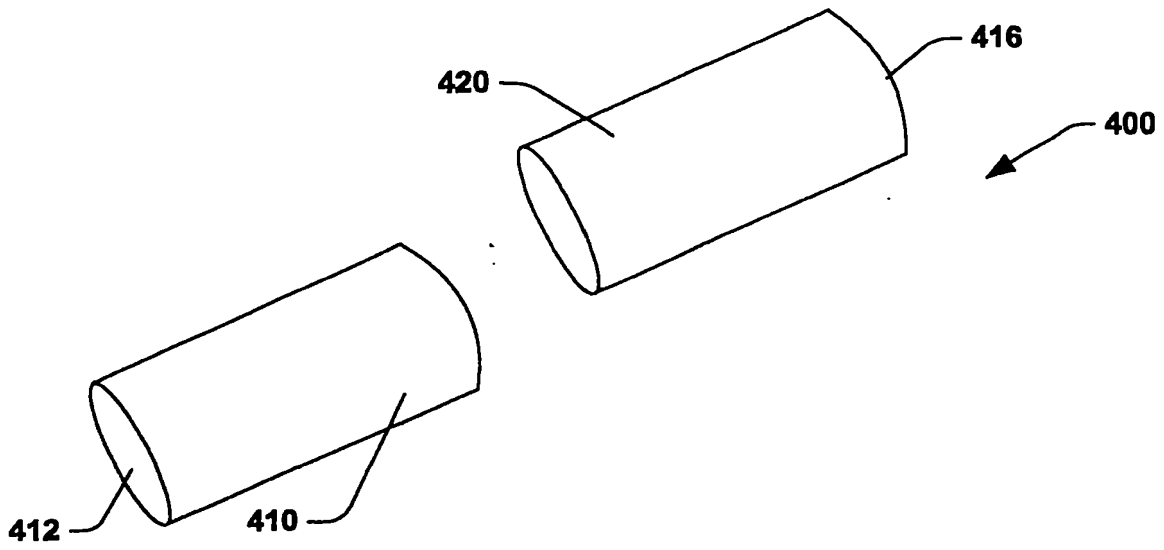


图22

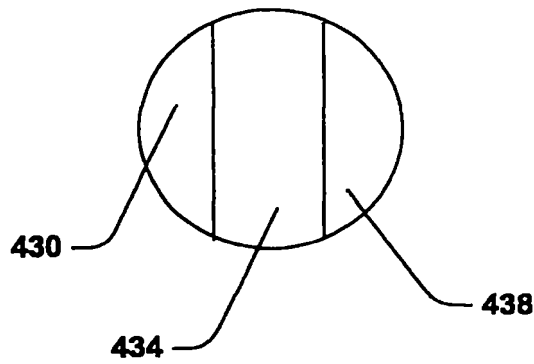


图23



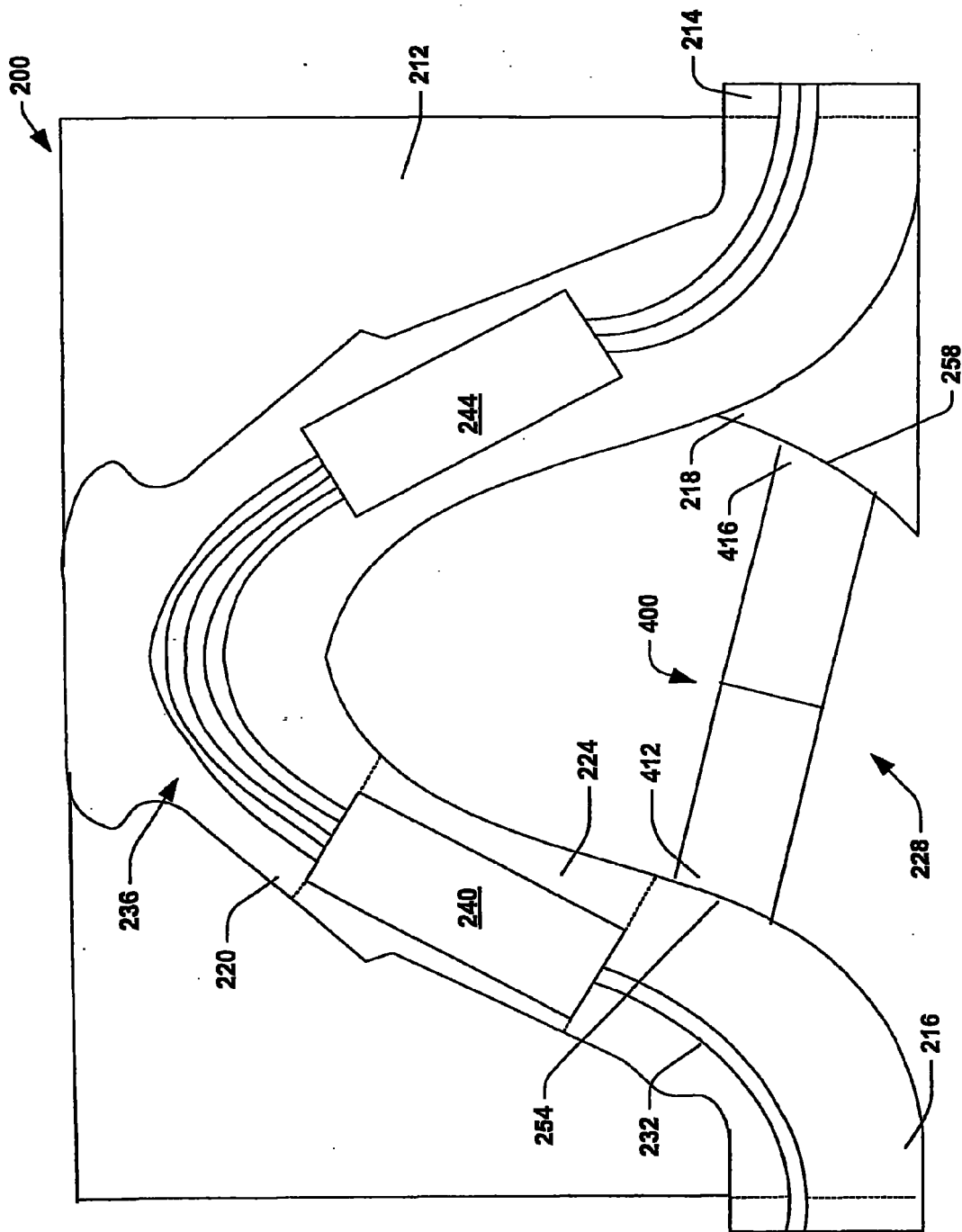


图24

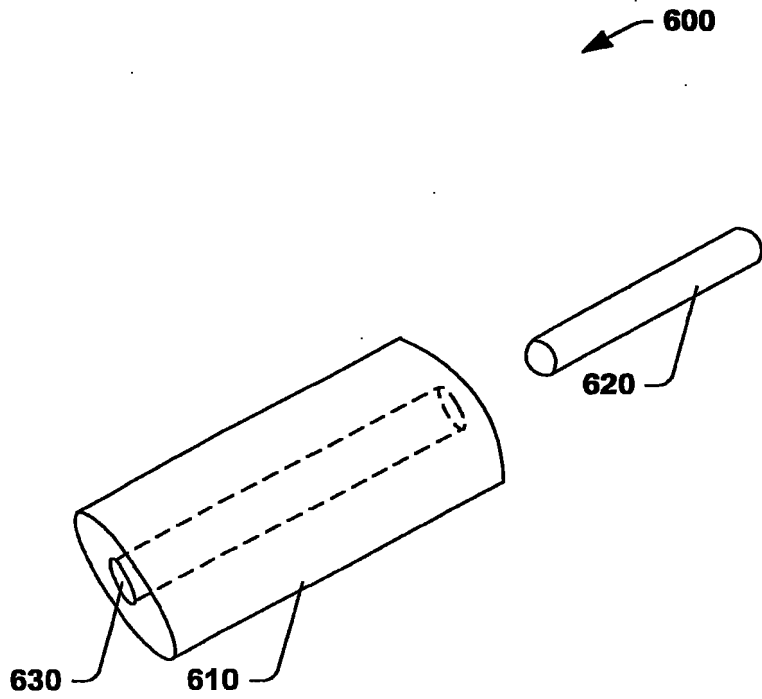


图25

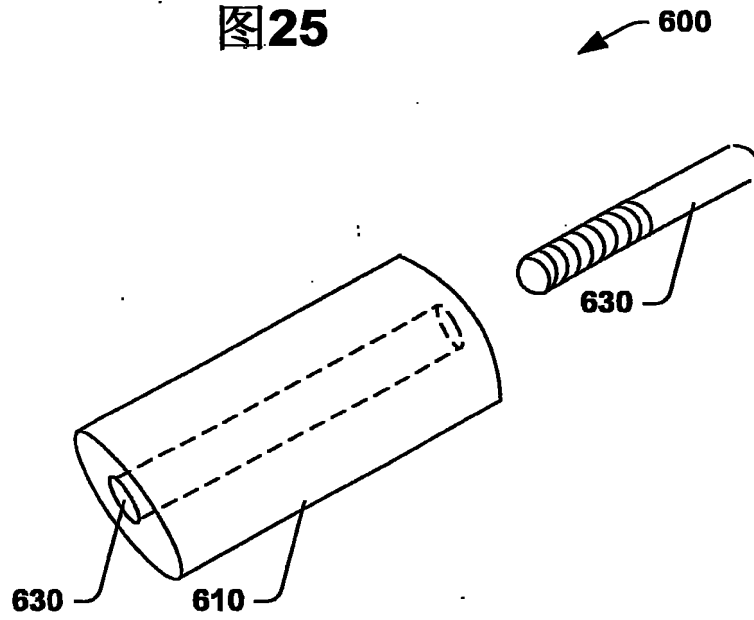


图26

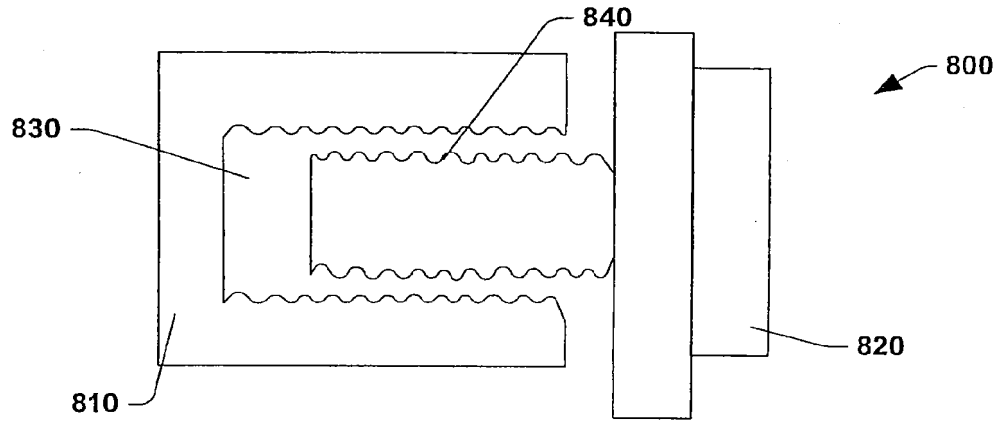


图27

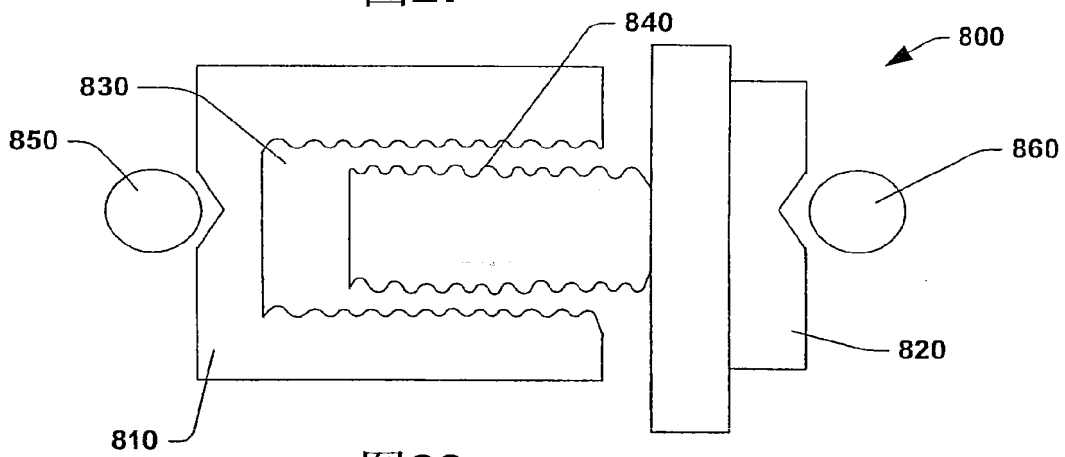


图28

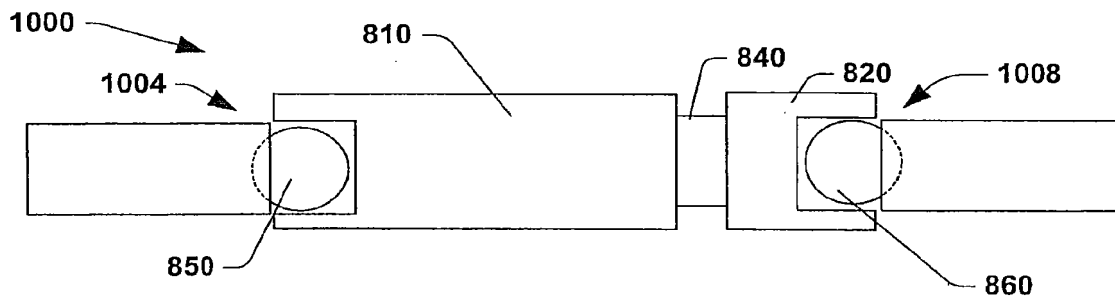


图29

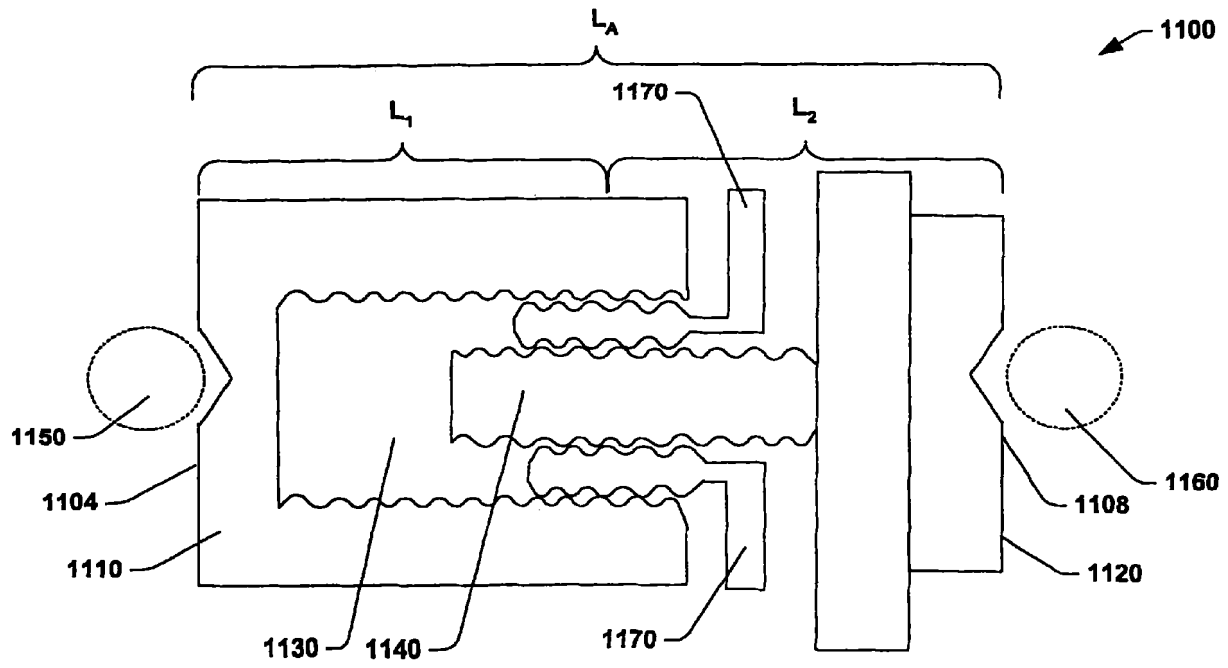


图30

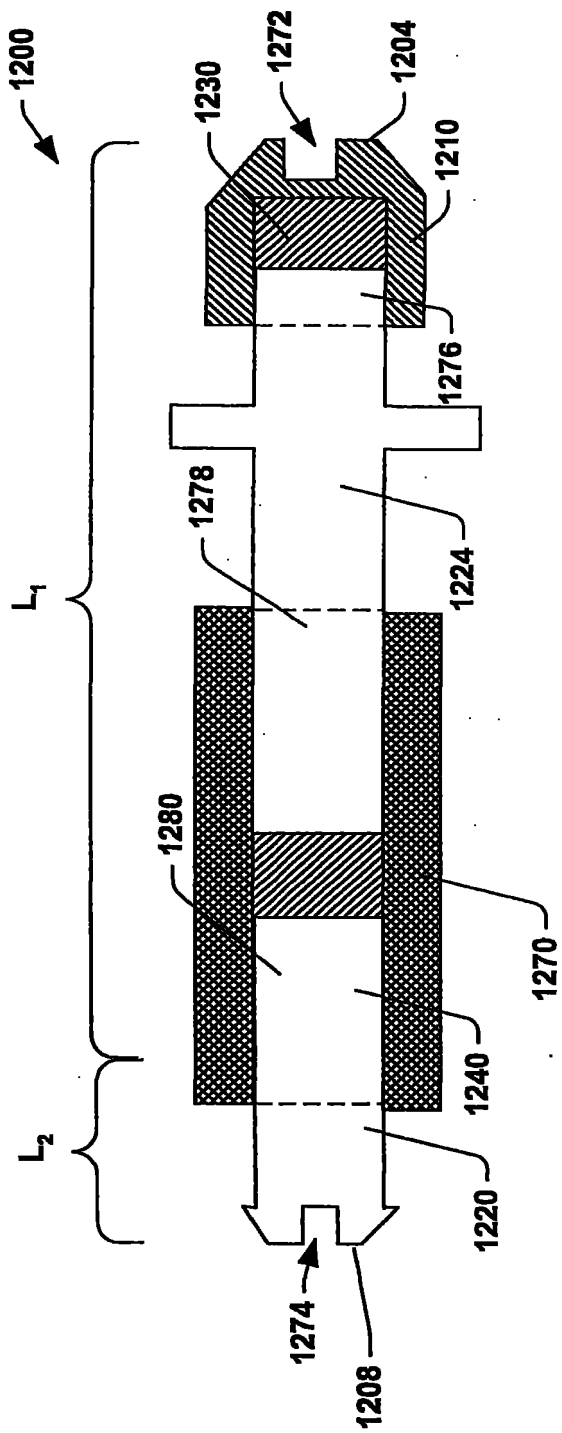


图31

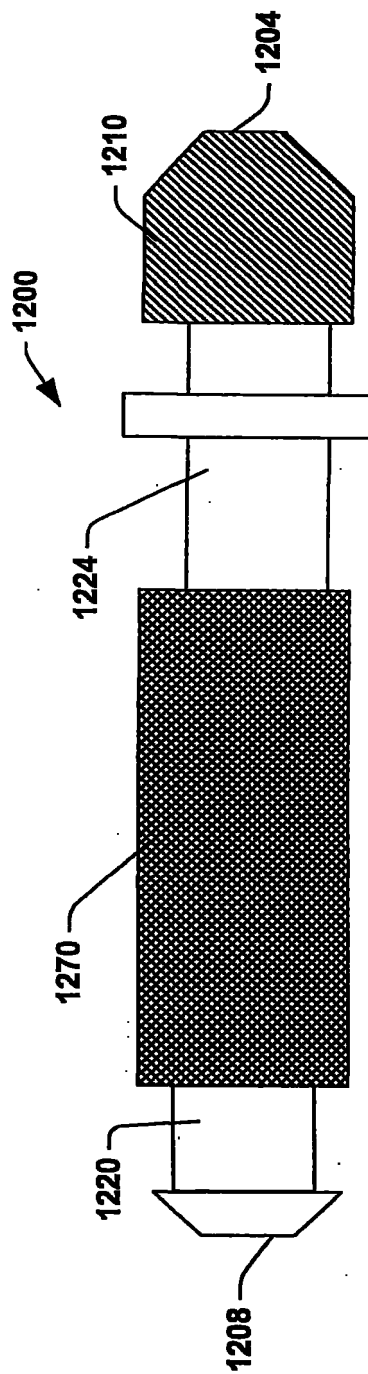


图32

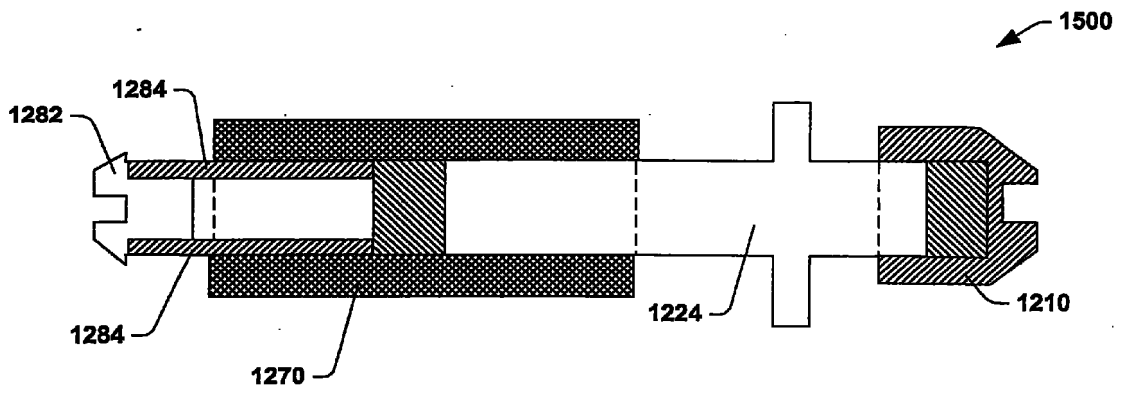


图33

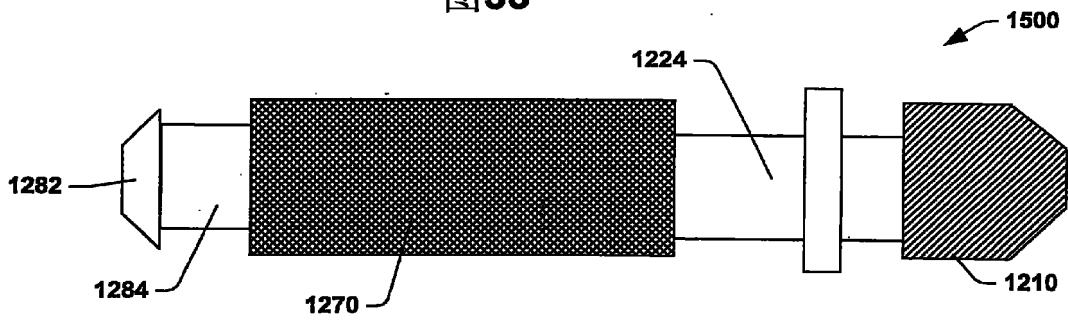


图34

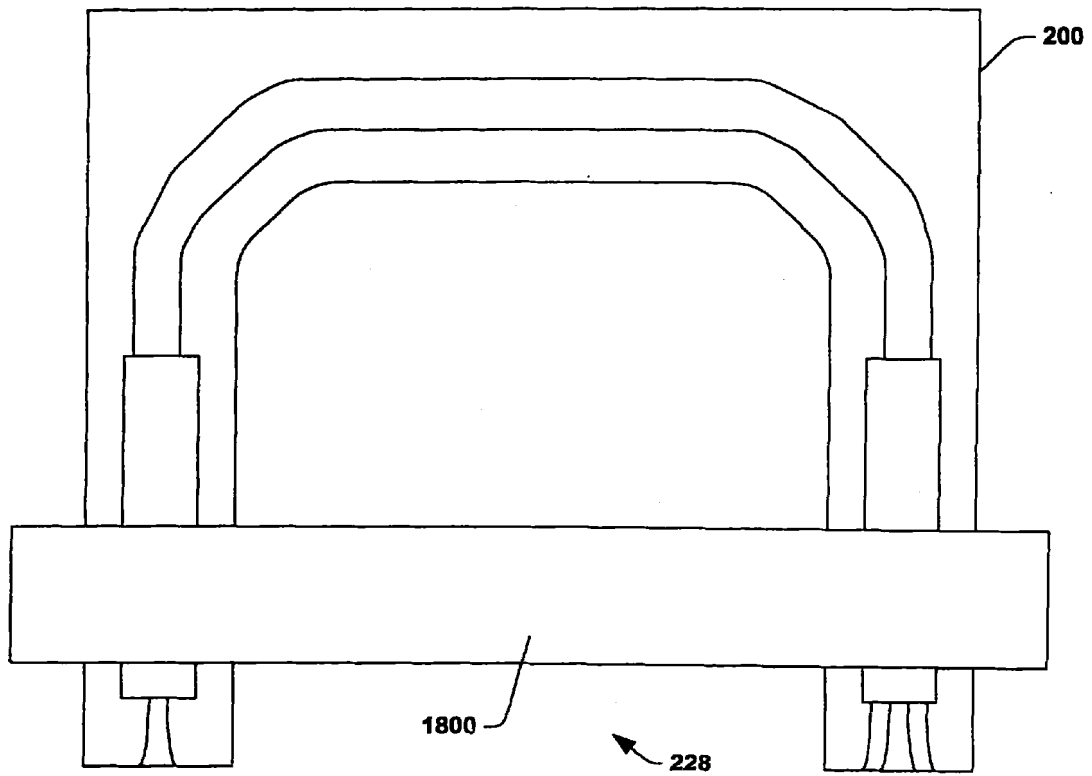
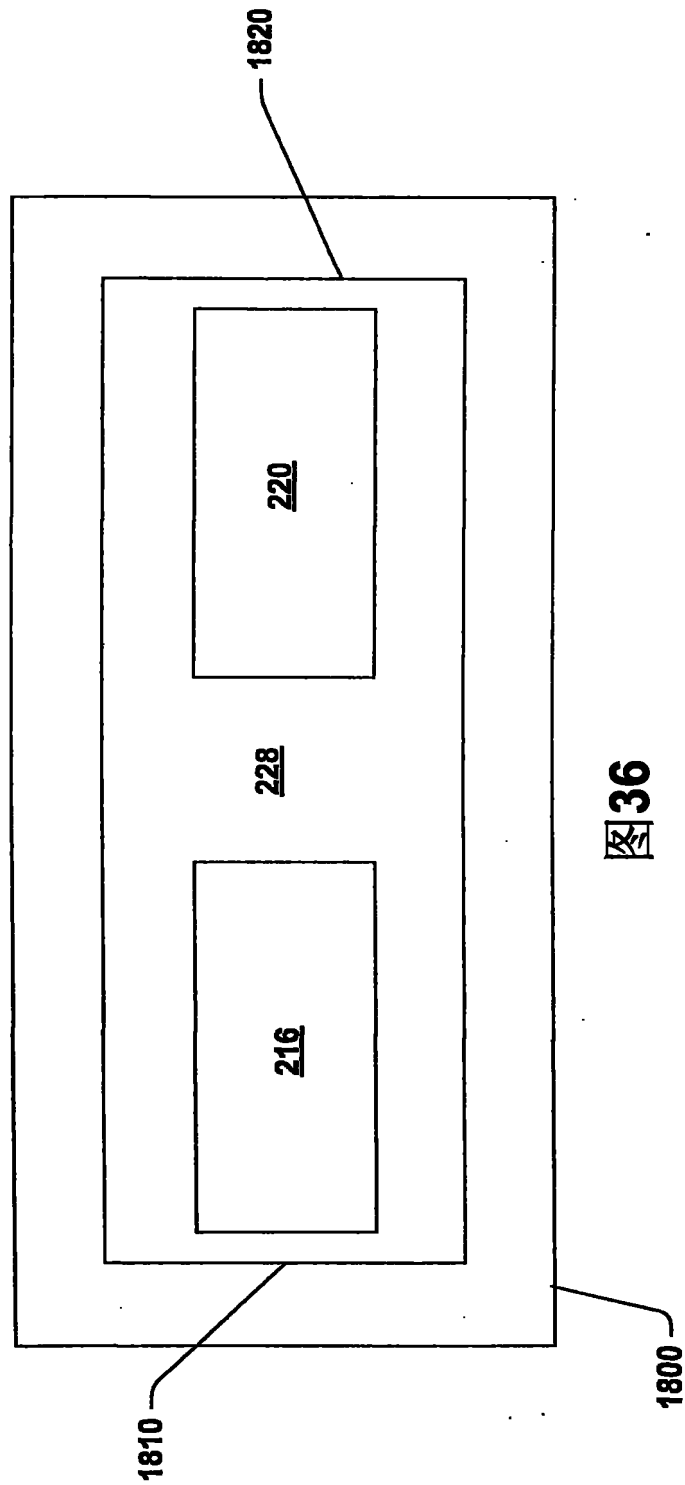


图35





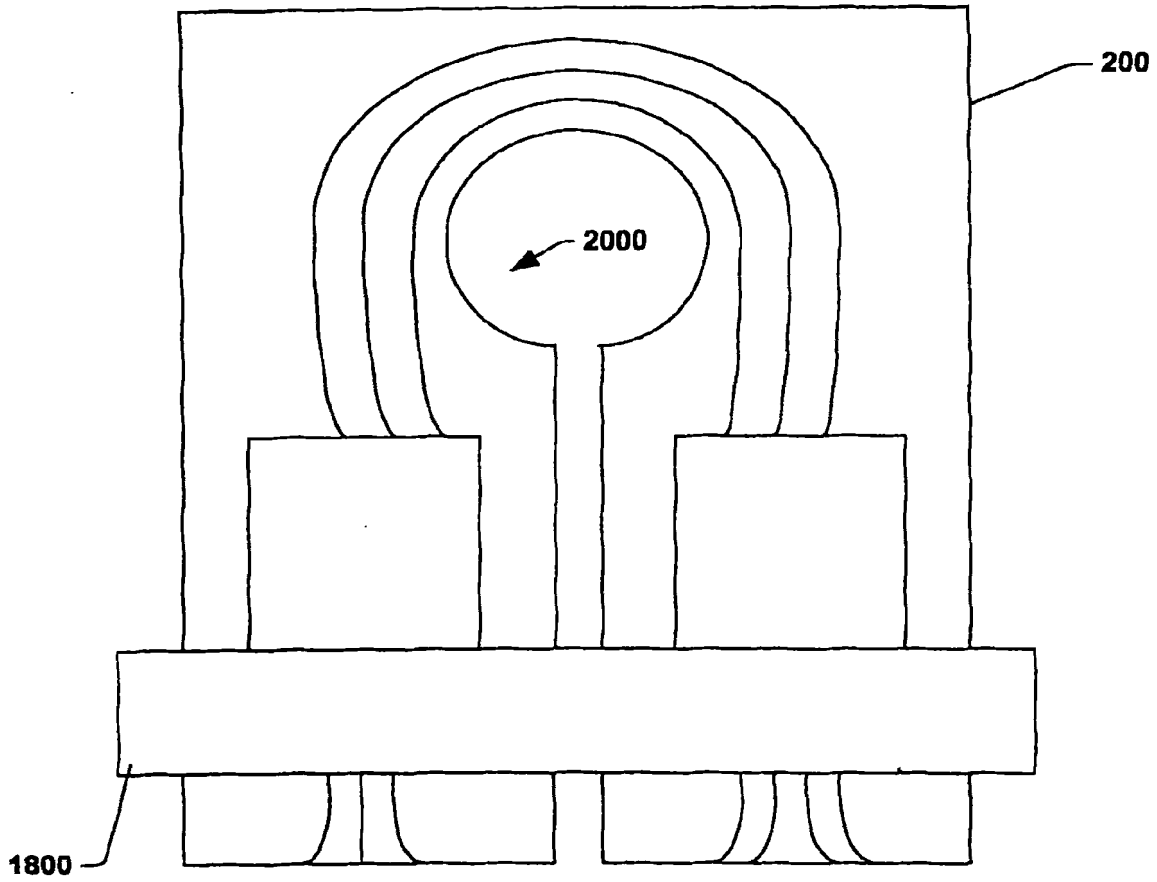


图37

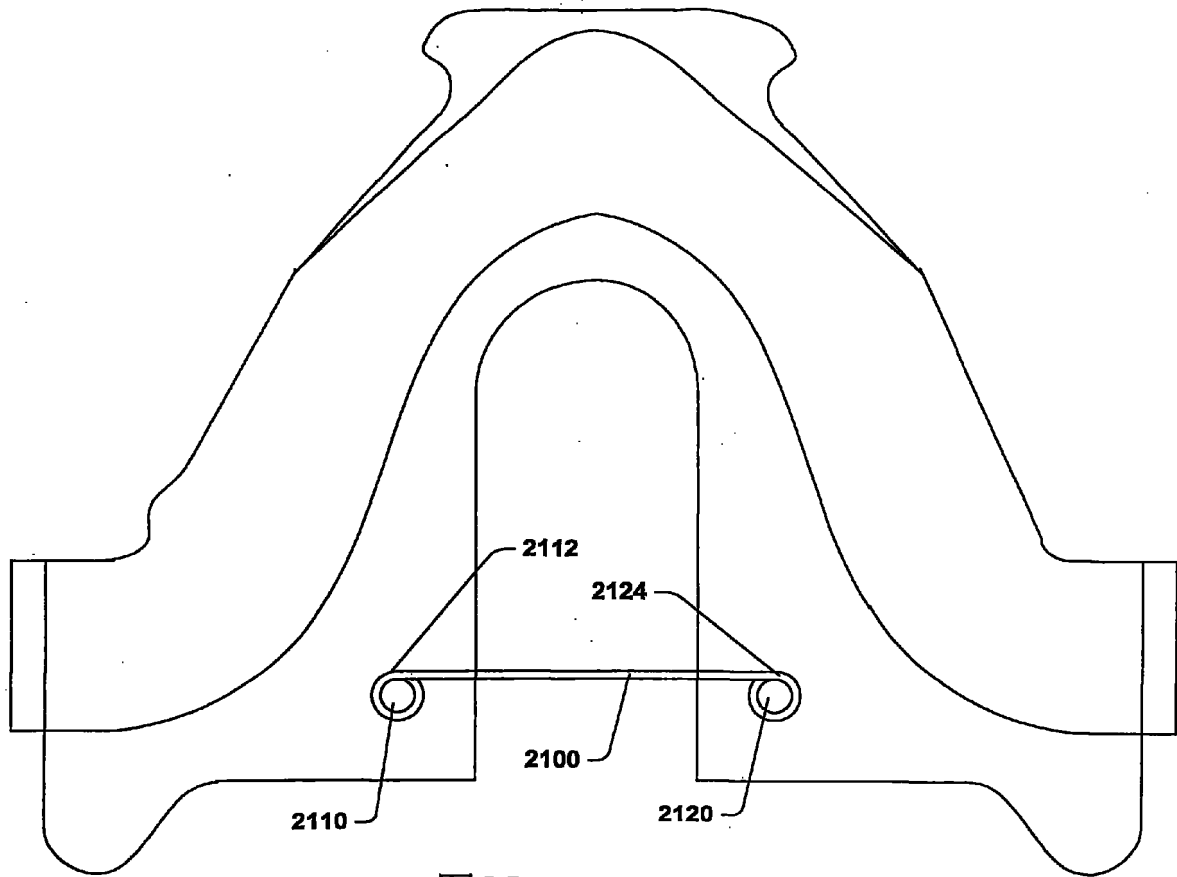


图38

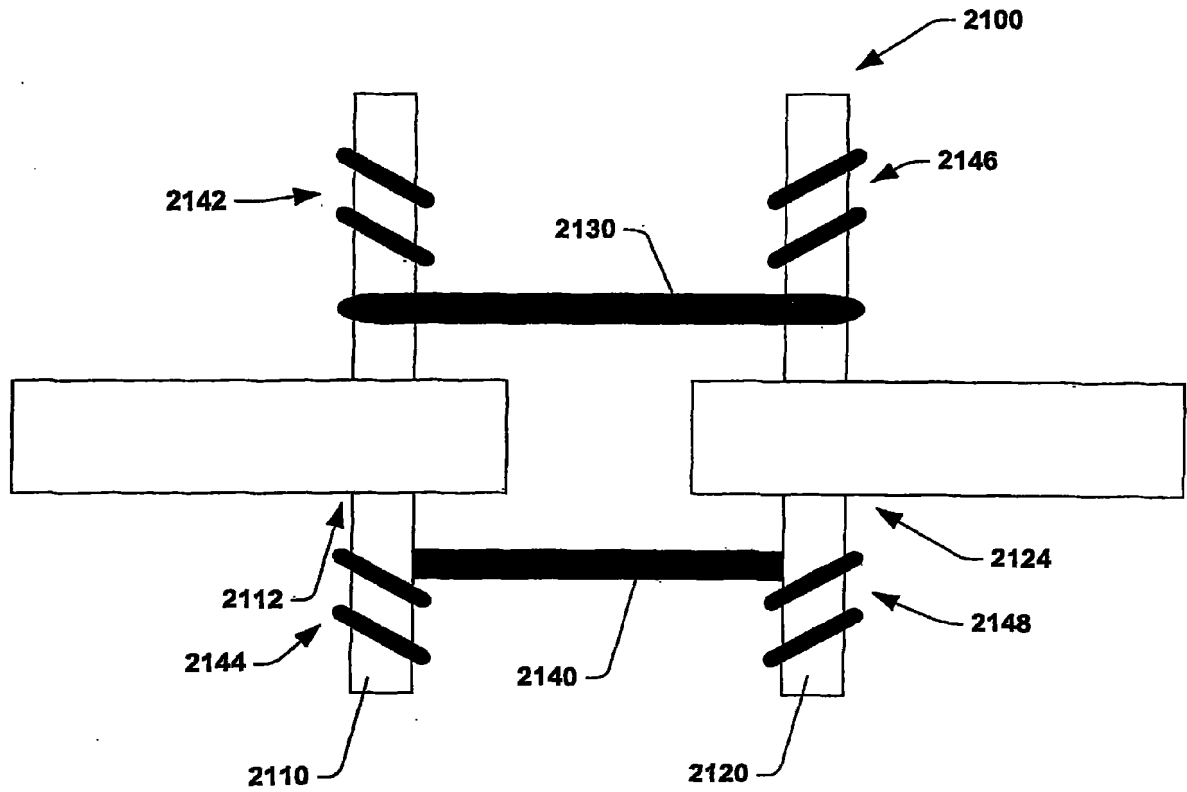


图39

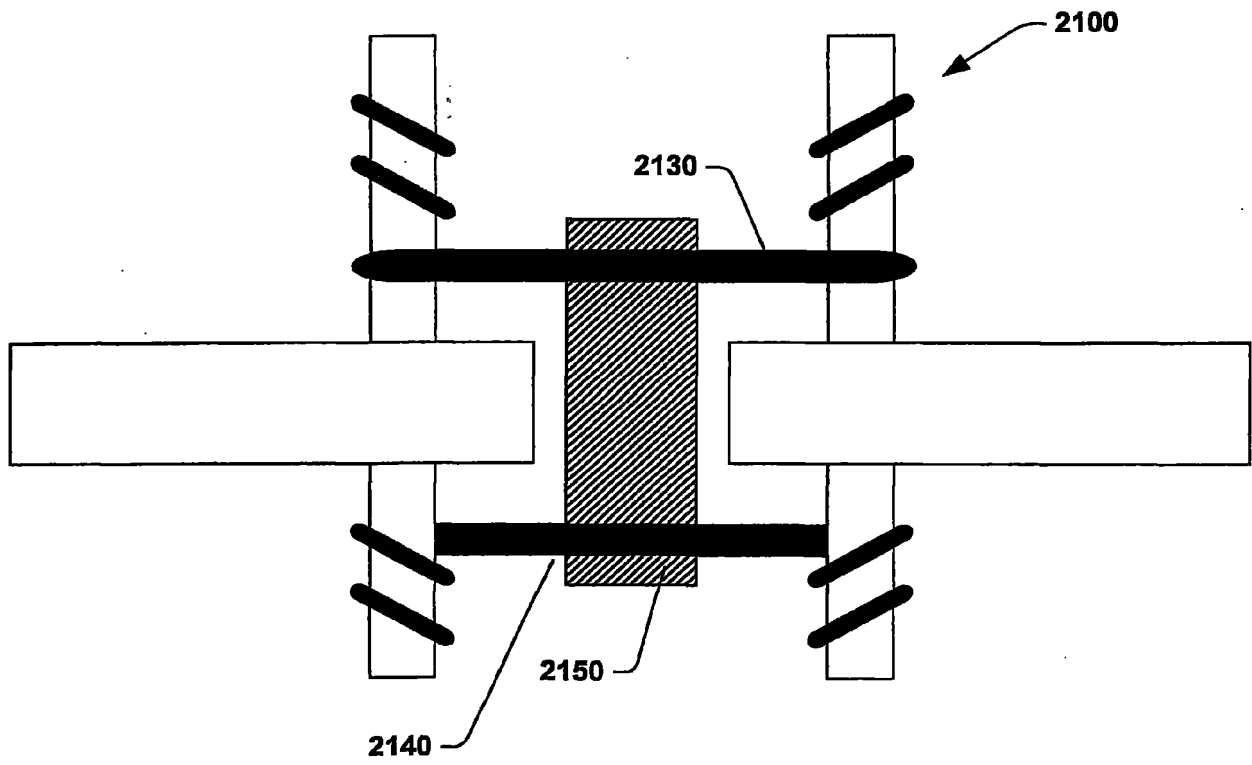


图40

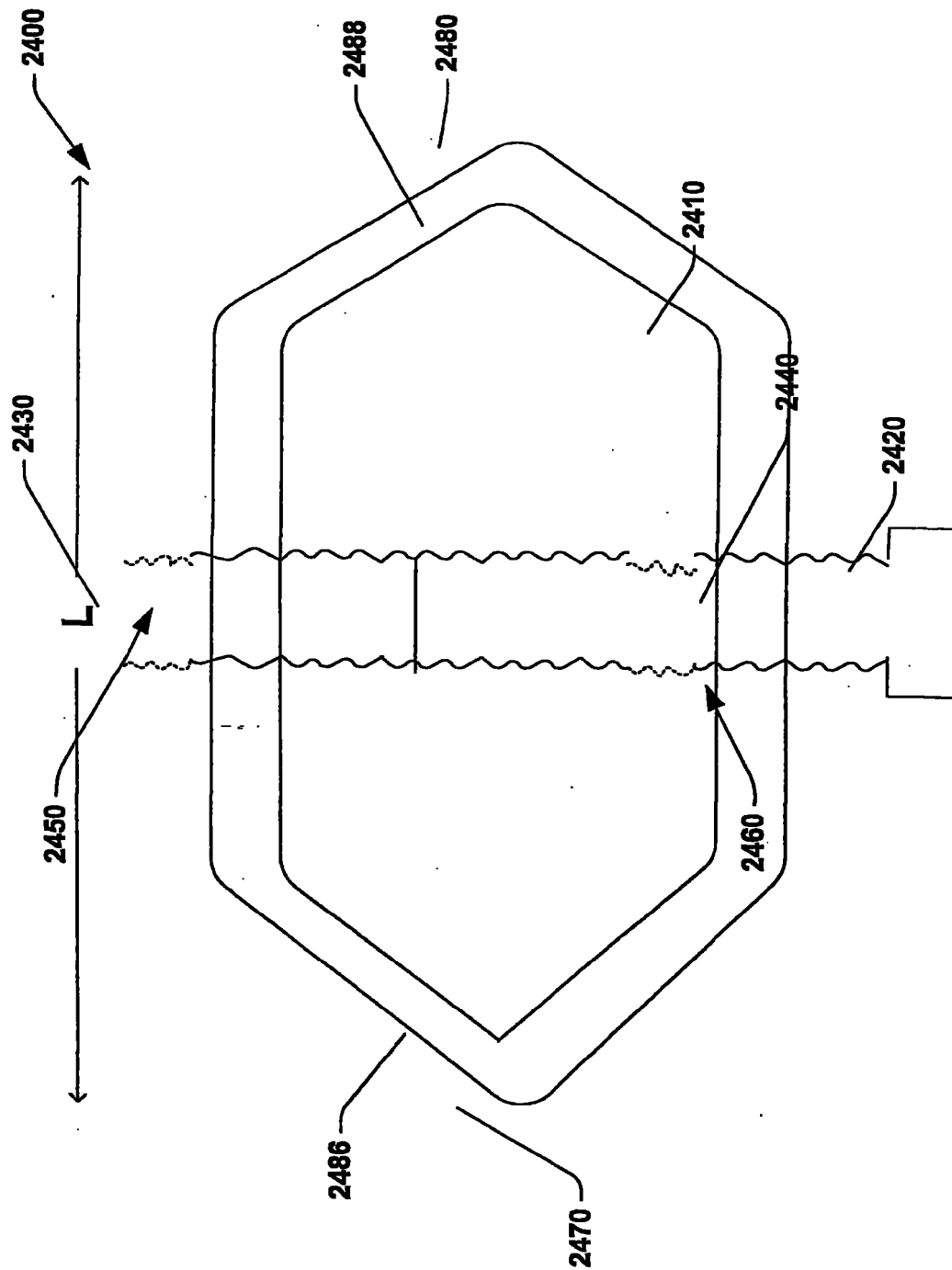


图41

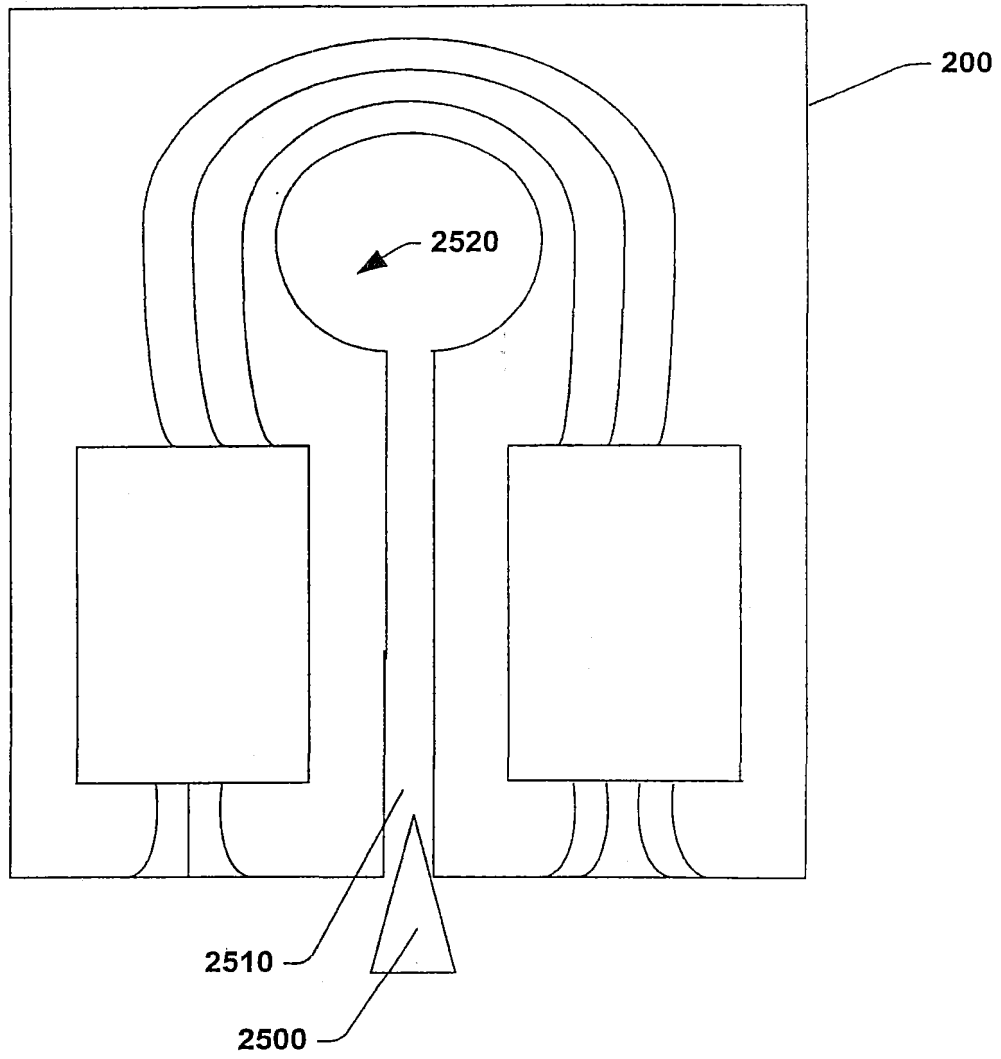


图42