

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/24

G02B 6/40



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03158710.0

[43] 公开日 2004年4月28日

[11] 公开号 CN 1492248A

[22] 申请日 2003.9.19 [21] 申请号 03158710.0

[30] 优先权

[32] 2002.9.20 [33] JP [31] 274871/2002

[71] 申请人 住友金属矿山株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 山田厚

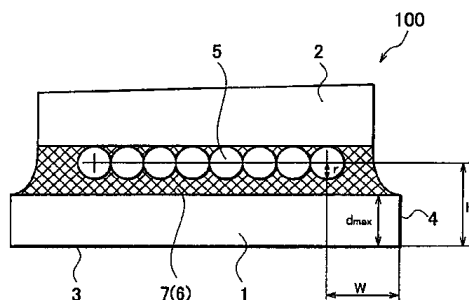
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 蒋世迅

权利要求书3页 说明书17页 附图12页

[54] 发明名称 光纤阵列及其制造方法

[57] 摘要

一种有多个裸光纤的光纤阵列，这些裸光纤整齐排列在两个相对的平板构件之间，其特征是，裸光纤5设置成与平板构件A的平坦面接触，调整层7置于在另一个平板构件B与平板构件A之间，其中平板构件B的背面作为排列标准面3，满足条件 $(d_{max} + r) < H$ 的调整层补偿与预置距离H的偏差，偏差是由于平板构件B的厚度非均匀性造成的，其中从i)裸光纤的中心线到ii)排列标准面的理想预置距离是用H表示，中心线是通过连接整齐排列的裸光纤端面的中心点形成的，平板构件B的最大厚度值是用 d_{max} 表示，而裸光纤的半径是用r表示，从而使裸光纤的中心点到排列标准面的距离设置成与预置距离H相等或基本相等。



ISSN 1008-4274

1. 一种由多个裸光纤构成的光纤阵列，这些裸光纤整齐排列在两个相对的平板构件之间，且以端面对端面的布置与连接元件形成光路连接，其中：

裸光纤设置成与一个平板构件 A 的平坦面接触，由粘合剂制成的调整层置于另一个平板构件 B 与平板构件 A 之间，其中在装配光纤阵列时，与调整层相对一侧的平板构件 B 的平坦面作为排列标准面；和

满足条件 $(d_{max}+r) < H$ 的调整层补偿与预置距离 H 的偏差，偏差是由于平板构件 B 的厚度非均匀性造成的，其中从 i) 裸光纤的中心线到 ii) 排列标准面的理想预置距离是用 H 表示，中心线是通过连接整齐排列的裸光纤端面的中心点形成的，平板构件 B 的最大厚度值是用 d_{max} 表示，而各个裸光纤的端面半径是用 r 表示，从而使各个裸光纤的中心点到排列标准面的距离设置成与预置距离 H 相等或基本相等。

2. 按照权利要求 1 的光纤阵列，其中所述调整层包括：树脂与无机填充剂的混合物。

3. 按照权利要求 2 的光纤阵列，其中所述树脂是光固化树脂的固化产品。

4. 按照权利要求 1 至 3 中任何一个的光纤阵列，其中从各个裸光纤的中心点到排列标准面的距离相对于理想预置距离 H 的精度等于或小于 $\pm 5\mu\text{m}$ 。

5. 按照权利要求 1 至 3 中任何一个的光纤阵列，其中平板构件 A 和平板构件 B 中至少一个构件的一个侧面与任何一个裸光纤端面的中心点之间的水平距离 W 相对于理想预置值的精度等于或小于 $\pm 5\mu\text{m}$ 。

6. 一种制造由多个裸光纤构成光纤阵列的方法，多个裸光纤整齐排列在两个相对的平板构件之间，且以端面对端面的布置与连接元

件形成光路连接；该方法包括以下步骤：

把裸光纤定位装置的各行 V 形槽中保持的各个裸光纤固定到平板构件 A 的平坦面上，从而制成由平板构件 A 和多个裸光纤构成的固定件；

在把固定到平板构件 A 平坦面的裸光纤各个外围表面与标准平面接触的同时，调整固定件和预定标准平面中至少一个的姿态，以保证 i) 裸光纤的中心线与 ii) 标准平面之间的平行性，裸光纤的中心线是通过连接固定件中裸光纤端面的中心点形成的，并设置 i) 裸光纤的各个外围表面与 ii) 标准平面之间的垂直距离为零，裸光纤的各个外围表面与标准平面保持接触；

在保持固定件中裸光纤的中心线与标准平面之间平行性的同时，使固定件与标准平面分开一个预定距离，此后，在标准平面上设置另一个平板构件 B；

在保持固定件中裸光纤的中心线与标准平面之间平行性的同时，使固定件与标准平面接近一个预定距离，此后，在粘合剂置于平板构件 B 与平板构件 A 之间的状态下，粘结置于标准平面上的平板构件 B 和固定件中的平板构件 A；和

使粘合剂固化以形成调整层，设定从各个裸光纤的中心点到排列标准面的距离与预置距离 H 相等或基本相等；调整层满足条件 $(d_{\max}+r) < H$ ，其中从裸光纤的中心线到标准平面的理想预置距离是用 H 表示，平板构件 B 的最大厚度值是用 d_{\max} 表示，而各个裸光纤的端面半径是用 r 表示。

7. 按照权利要求 6 的光纤阵列制造方法，其中所述裸光纤定位装置是这样设置的，一行 V 形槽与平板构件 A 一个侧面之间的水平距离为预定值，且这个裸光纤定位装置的 V 形槽中保持的各个裸光纤固定到平板构件 A 的平坦面上，从而制成由平板构件 A 和裸光纤构成的固定件。

8. 按照权利要求 6 或 7 的光纤阵列制造方法，其中标准平面上设置的平板构件 B 的一个侧面与固定件中平板构件 A 的一个侧面之

间的水平距离调整到预定值，然后，在粘合剂置于平板构件 B 与平板构件 A 之间的状态下，粘结平板构件 B 和固定件中平板构件 A，此后使粘合剂固化。

光纤阵列及其制造方法

技术领域

本发明涉及由多个裸光纤构成的光纤阵列，这些裸光纤整齐排列在两个相对平板构件之间，且以端面对端面的布置与连接元件（例如，光纤线，光波导线，或光路上的光学元件）进行光路连接。更具体地说，本发明涉及便于裸光纤与连接元件进行光路和机械耦合的光纤阵列，而且还涉及制造这种光纤阵列的方法。

背景技术

在这种类型光纤阵列中，高精度设置各个裸光纤之间的定位间隙，因此，与对应定位间隙布置的光纤线，光波导线或光路板上其他元件有关，可以容易地实现定位匹配和光路耦合。

在常规的光纤阵列中，用于精确设置各个裸光纤之间定位间隙的裸光纤导向板是作为这些光纤阵列的结构构件。图 8A 中所示的 V 形槽构件 a 通常称之为裸光纤导向板。

更具体地说，上述 V 形槽构件 a 是这样配置的，具有近似 V 形横截面的多个槽（V 形槽）a1 是沿纵向形成在它的一个侧面上。然后，如图 8B 所示，把裸光纤 c 分别放置在 V 形槽构件 a 的 V 形槽 a1 中。借助于 V 形槽 a1 的两个横向倾斜平面，使各个裸光纤 c 就地固定，并利用上部的加压板 d 的向下压力，设定这些裸光纤 c 的固定位置。

制成具有规则间隙的多个相同尺寸 V 形槽 a1，可以使多个裸光纤 c 以规则的间隙排列。利用粘合剂填充裸光纤 c（已被剥去其外皮的未覆盖光纤，即，由纤芯和包层构成的每个光纤称之为“裸光纤”；窄义上，这个术语可应用于被剥去其顶端外皮的光纤带形成的未覆盖部分），V 形槽构件 a 和加压板 d 之间的间隙，并使这个粘合剂固化，可以得到图 8C 所示配置的光纤阵列 e（见日本专利申请公

开出版物 No.5-307129, No.11-242127, No.11-326704, No.2000-275465 和 No.2000-329971)。

现在,对诸如 V 形槽构件 a 的裸光纤导向板的要求是,它具有很高的尺寸精度,因此,该裸光纤导向板涉及很高的制造成本。

此外,常规的光纤阵列配备上述的裸光纤导向板作为结构构件,因此,存在的一个问题是,这种光纤阵列的成本也相应地较高。

为了解决这个问题,最近提出一种制造光纤阵列的方法,利用这种方法可以高精度排列各个裸光纤,而其中无需设置任何昂贵的裸光纤导向板(见日本专利申请公开出版物 No.6-11625)。

更具体地说,如图 9A 所示,这种制造方法需要安装光纤带定位装置 g,其上表面有多个相等间隙的 V 形槽;裸光纤定位装置 h,其上表面有多个相等间隙的 V 形槽(见图 10);和有梯形凸台的加压器 i,梯形凸台嵌入到裸光纤定位装置 h 的 V 形槽中。光纤带 k 的顶端部分(被剥去其外套 j1 的光缆 j 形成的未覆盖部分,即,覆盖带材料 k1 的光纤带部分称之为“光纤带”)插入到光纤带定位装置 g 的 V 形槽中,以支承这些平行形式的光纤带 k。裸光纤 m 的顶端部分(窄义上的裸光纤;指的是被剥去带材料 k1 的光纤带 k 形成的未覆盖部分,称之为“裸光纤”)插入到裸光纤定位装置 h 的 V 形槽中,以支承平行形式的裸光纤 m。此外,把加压器 i 放置在裸光纤定位装置 h 上,以防止裸光纤 m 发生向上位移。此后,在裸光纤和光纤带 k 的外围表面上涂敷粘合剂 n。

其次,如图 9B 所示,底板 r(见图 11)是这样设置的,它的平坦面 p 设置在裸光纤 m 的下方,而角形槽 q 设置在光纤带 k 的下方。顶板 s(见图 11)也是这样设置的,它的平坦面 p 设置在裸光纤 m 的上方,而角形槽 q 设置在光纤带 k 的上方。因此,裸光纤 m 夹在顶板 s 与底板 r 的中间,在这种状态下使粘合剂 n 固化,从而把顶板 s 和底板 r 粘结在一起。此后,移去沿整体的顶板 s 和底板 r 延伸的粘合剂 n 和裸光纤 m,从而得到图 9C 所示的光纤阵列 t。

按照这种制造方法,借助于光纤带定位装置 g,裸光纤定位装置

h 和加压器 i，排列各个裸光纤 m，而制成的光纤阵列 t 没有任何裸光纤导向板，从而可以显著地降低这种光纤阵列的制造成本。

然而，这种制造方法存在一个问题，裸光纤 m 不可能是高精度排列的，其理由如以下所述，而且，在不减小裸光纤之间定位间隙精度的条件下，它不是一种可以降低制造成本的方法。

更具体地说，在这种制造方法中，可以高精度排列图 9A 所示夹在裸光纤定位装置 h 与加压器 i 中间的部分裸光纤 m（然而，如图 9B 所示，这些部分对应于从整体顶板 s 和底板 r 延伸的部分裸光纤 m，在以下描述的方式下，这些部分是与未覆盖的粘合剂一起被去除的部分）。然而，当裸光纤 m 从裸光纤定位装置 h 向光纤带定位装置 g 延伸时，这部分裸光纤 m 的张力可能会松弛，因此，高精度排列这些部分的裸光纤 m 是很困难的。有人提出加张力到光纤带定位装置 g 与裸光纤定位装置 h 之间的裸光纤 m，作为防止裸光纤 m 张力松弛的一种方法。然而，这种方法存在这样一个问题，它可能造成裸光纤 m 的断裂。

此外，加粘合剂 n 到图 9A 所示裸光纤 m 的外围表面，由于粘合剂 n 的表面张力，可能使裸光纤 m 产生互相接近的移动。而且，当顶板 s 或底板 r 从上至下或从下至上与涂敷粘合剂 n 的裸光纤 m 接触时，如图 9B 所示，由于粘合剂 n 的表面张力，裸光纤 m 与顶板 s 或底板 r 就互相接近。这些情况都可能使裸光纤 m 的间隙发生变化，因此，实现各个裸光纤 m 的精确排列是很困难的。

此外，使顶板 s 或底板 r 从上至下或从下至上与涂敷粘合剂 n 的裸光纤 m 接触，由于顶板 s 与底板 r 之间裸光纤 m 上接触压力的微小差别，可能使裸光纤 m 发生位移，因此，实现各个裸光纤 m 的精确排列是很困难的。

由于这些原因，日本专利申请公开出版物 No.6-11625 中公开的制造光纤阵列方法存在这样的问题，不能高精度地排列各个裸光纤 m。

在这种技术背景下，本发明者提出一个光纤阵列制造方法的建

议，在不降低裸光纤的定位间隙精度的条件下，通过省略昂贵裸光纤导向板的设置，可以降低制造成本（见日本专利申请公开出版物 No.2000-193844，它相当于美国专利 No.6,368,441）。

更具体地说，在这种光纤阵列制造方法中，如图 12A 所示，裸光纤 m 保持在裸光纤导向板 h 的 V 形槽 h1 中，因此，它们之间是整齐排列的。

其次，如图 12B 所示，使具有粘合层（未画出）的平板构件 A 与裸光纤导向板 h 排列的各个裸光纤 m 接触，利用透明的压力装置 Z 加压力到平板构件 A 的背面而使它们受力，从而使裸光纤 m 夹在裸光纤导向板 h 和平板构件 A 的中间，在这种状态下，各个裸光纤 m 通过粘合层固定到平板构件 A 上。此后，使裸光纤 m 从裸光纤导向板 h 中分开。

其次，如图 12C 所示，平板构件 B 叠合地装配到平板构件 A 上固定的裸光纤 m。此后，使平板构件 B 上的未固化树脂材料固化以制成固化产品，从而使平板构件 A 和平板构件 B 形成整体。

最后，移去从整体平板构件 A 和平板构件 B 端面向外延伸的裸光纤 m。因此，制成这种光纤阵列。

在利用这种方法制成的光纤阵列中，裸光纤 m 保持在由裸光纤导向板 h 排列的区域中，这些裸光纤 m 安装到平板构件 A 与平板构件 B 之间。因此，与日本专利申请公开出版物 No.6-11625 中公开的方法制成的光纤阵列比较，可以高精度设置该光纤阵列中的定位间隙。

现在，若平板构件 A 的厚度与平板构件 B 的厚度在沿裸光纤 m 排列方向的长度上是完全相同的，则不存在任何问题。然而，如图 13 所示，在装配光纤阵列时，若与保持裸光纤 m 相对一侧的平板构件 B 的平坦面是作为排列标准面 B1，则平板构件 B 的厚度可能变得不均匀，如图 13 所示（d1 与 d2 不相等）。在这种情况下，由于这种厚度尺寸的非均匀性，从各个裸光纤 m 的中心点到排列标准面 B1 的距离可能发生变化，就不可能使排列标准面 B1 到各个裸光纤 m 中

心点的距离调整到理想的预置距离 H 。曾出现过这样的问题。

例如，安装到光纤阵列上的单模光纤和引导通过光波导路径的光线，其直径约为 $10\ \mu\text{m}$ 。因此，若单模光纤和光波导路径的定位偏差为 $10\ \mu\text{m}$ 或更大，则不能保证它们之间的互导，所以，不可能启动可以使导向光强度最大的任何定位调整操作。曾出现过这样的问题。

在一些情况下，由于通常使用的平板构件 B 的厚度变化可以达到或超过 $10\ \mu\text{m}$ ，不管如何精确地设置光导路径的尺寸，仍不能保证导向光。因此，曾出现过这样的问题，不可能启动使导向光强度最大的任何定位调整操作。

顺便说一下，还存在另一个问题，在平板构件 B 上安装裸光纤，通过保持平板构件 B 的厚度达到预定值和具有高精度，可以高精度保持设置裸光纤的定位精度，但这需要具有高精度制作平板构件的技术，它导致成本的提高。

发明内容

本发明注意到这些问题。因此，本发明的目的是提供一种光纤阵列，其中即使利用有不均匀厚度的平板构件，可以调整排列标准面到各个裸光纤中心点的距离为预置距离 H ，并提供一种制造这种光纤阵列的方法。

即，按照本发明的光纤阵列是一种由多个裸光纤构成的光纤阵列，这些裸光纤整齐排列在两个相对的平板构件之间，且以端面对端面的布置与连接元件形成光路连接，其中：

裸光纤设置成与一个平板构件 A 的平坦面接触，由粘合剂制成的调整层置于另一个平板构件 B 与平板构件 A 之间，其中在装配光纤阵列时，与调整层相对一侧的平板构件 B 的平坦面作为排列标准面；和

满足条件 $(d_{\text{max}}+r) < H$ 的调整层补偿与预置距离 H 的偏差，偏差是由于平板构件 B 的厚度非均匀性造成的，其中从 i) 裸光纤的中心线到 ii) 排列标准面的理想预置距离是用 H 表示，中心线是通过连接整齐排列的裸光纤端面的中心点形成的，平板构件 B 的最大厚度

值是用 d_{\max} 表示，而各个裸光纤的端面半径是用 r 表示，从而使各个裸光纤的中心点到排列标准面的距离设置成与预置距离 H 相等或基本相等。

按照本发明的光纤阵列制造方法是一种制造上述光纤阵列的方法，该方法包括以下步骤：

把裸光纤定位装置的各行 V 形槽中保持的各个裸光纤固定到平板构件 A 的平坦面上，从而制成由平板构件 A 和多个裸光纤构成的固定件；

在把固定到平板构件 A 平坦面的裸光纤各个外围表面与标准平面接触的同时，调整固定件和预定标准平面中至少一个的姿态（相对排列），以保证裸光纤的上述中心线与标准平面之间的平行性，并设置 i) 裸光纤的各个外围表面与 ii) 标准平面之间的垂直距离为零，裸光纤的各个外围表面与标准平面保持接触；

在保持固定件中裸光纤的上述中心线与标准平面之间平行性的同时，使固定件与标准平面分开一个预定距离，此后，在标准平面上设置另一个平板构件 B；

在保持固定件中裸光纤的上述中心线与标准平面之间平行性的同时，使固定件与标准平面接近一个预定距离，此后，在粘合剂置于平板构件 B 与平板构件 A 之间的状态下，粘结置于标准平面上的平板构件 B 和固定件中的平板构件 A；和

使粘合剂固化以形成满足上述条件 $(d_{\max}+r) < H$ 的调整层，设定从各个裸光纤的中心点到排列标准面的距离与预置距离 H 相等或基本相等。

附图说明

图 1 是按照本发明光纤阵列配置的剖面示意图。

图 2A, 2B 和 2C 是按照例 1 制造光纤阵列的步骤图。

图 3A, 3B 和 3C 是按照例 1 制造光纤阵列的后续步骤图。

图 4A 和 4B 是按照例 1 制造光纤阵列的后续步骤图。

图 5A, 5B 和 5C 是按照例 2 制造光纤阵列的步骤图。

图 6A, 6B 和 6C 是按照例 2 制造光纤阵列的后续步骤图。

图 7A 和 7B 是按照例 2 制造光纤阵列的后续步骤图。

图 8A 是按照常规例子的 V 形槽构件的透视示意图; 8B 是常规光纤阵列的分解透视图, 其中 V 形槽构件是作为结构构件; 和图 8C 是常规光纤阵列的透视示意图。

图 9A, 9B 和 9C 是按照常规例子制造光纤阵列的步骤图, 其中没有设置裸光纤导向板。

图 10 是按照常规例子光纤阵列制造方法中使用的裸光纤定位装置的透视示意图, 其中没有设置裸光纤导向板。

图 11 是按照常规例子光纤阵列制造方法中使用的顶板和底板的透视示意图, 其中没有设置裸光纤导向板。

图 12A, 12B 和 12C 是按照改进方法制造光纤阵列的步骤图, 其中没有设置裸光纤导向板。

图 13 是按照常规例子的光纤阵列中展现不良效果的例子。

具体实施方式

以下参照附图详细地描述本发明。

如图 1 所示, 光纤阵列 100 主要是由一对平板构件, 即, 平板构件 A2 和平板构件 B1, 整齐排列在这些平板构件 A2 与平板构件 B1 之间的多个裸光纤 5 和调整层 7 构成, 调整层 7 同样地配置在平板构件 A2 与平板构件 B1 之间并由粘合剂 6 制成, 粘合剂 6 包含树脂和无机填充剂的混合物。

各个裸光纤 5 设置成与平板构件 A2 的平坦面接触。调整层 7 置于平板构件 B1 和平板构件 A1 的中间, 其中在装配光纤阵列时, 与调整层 7 相对一侧的平板构件 B 的平坦面作为排列标准面 3。满足条件 $(d_{max}+r) < H$ 的调整层补偿与预置距离 H 的偏差, 偏差是由于平板构件 B1 厚度的非均匀性造成的, 其中从 i) 裸光纤 5 的中心线到 ii) 排列标准面 3 的理想预置距离是用 H 表示, 中心线是由连接整齐排列的裸光纤 5 端面的中心点形成的, 平板构件 B1 的最大厚度值是用 d_{max} 表示, 而各个裸光纤 5 的端面半径是用 r 表示, 从而使各

个裸光纤 5 的中心点到排列标准面 3 的距离设置成与预置距离 H 相等或基本相等。（以下把连接裸光纤 5 端面的中心点形成的中心线简单地称之为中心线。）

此外，在这个光纤阵列 100 中，高精度设置平板构件 A2 和平板构件 B1 中至少一个构件的一侧（侧面）与任何裸光纤 5（在图 1 中，它是附图中右侧的裸光纤）端面的中心点之间的水平距离 W 为理想的预置值。

在这个光纤阵列 100 中，各个裸光纤 5 的中心点到排列标准面 3 的距离设置成与预置距离 H 相等或基本相等，而且，高精度设置平板构件 A2 或平板构件 B1 的一侧（侧面）与任何裸光纤 5 之间的水平距离为理想的预置值。因此，在装配这种光纤阵列时，使平板构件 B1 的平坦面作为排列标准面 3，这种光纤阵列的优点是，它可以与连接元件进行光路和机械耦合，例如，与这个光纤阵列相对配置的光波导路径。

以下参照附图描述制造这种光纤阵列 100 的方法。

首先，如图 2A 所示，把表面上有 V 形槽的裸光纤定位装置 8 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上。这个裸光纤定位装置 8 的一侧（侧面）设置成紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。裸光纤定位装置 8 的各个 V 形槽安排成精确的水平位置，从其紧靠水平位置标准墙面 15 上的裸光纤定位装置 8 的侧面延伸。因此，其结果是，相对于水平位置标准墙面 15，各个 V 形槽沿精确的水平位置排列。于是，各个裸光纤 5 分别放入 V 形槽中以保持对齐。

其次，如图 2B 所示，平板构件 A2 放置在平板构件 A 支承装置上（未画出）。平板构件 A2 还这样放置，它的一侧（侧面）紧靠水平位置标准墙面 14，标准墙面 14 是平板构件 A 支承装置的一部分。此处，水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间的水平距离 α 精确地设置成图 2A 所示的理想值。薄的固定粘合层 17 也形成在平板构件 A2 上，它的侧面对着裸光纤定位装置 8。例如，利用紫外

固化粘合剂作为固定粘合层 17。例如，利用紫外线透明的材料作为平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置。

其次，如图 2C 所示，降低平板构件 A2 以使其固定粘合层 17 与裸光纤定位装置 8 上对齐的裸光纤 5 接触。在这种状态下，利用紫外线照射平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置，该紫外线传输通过平板构件 A2 和平板构件 A，从而使固定粘合层 17 固化，因此，裸光纤 5 固定到平板构件 A2 上。

其次，如图 3A 所示，升高由裸光纤 5 和平板构件 A2 构成的固定件 10，并从平板构件 B 支承装置 12 中移去裸光纤定位装置 8。至于裸光纤定位装置 8，可以重复使用同一个裸光纤定位装置或有相同尺寸的复制品，因此，总是很容易设置平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15 与裸光纤 5 之间水平距离为理想的恒定值。

其次，如图 3B 所示，降低由裸光纤 5 和平板构件 A2 构成的固定件 10，使裸光纤 5 的外围下表面紧靠平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13。此处，借助于摆动机构（未画出），可以控制平板构件 A 支承装置，因此，在平板构件 A 支承装置的侧面与水平位置标准墙面接触的状态下，可以自由地改变固定件 10 的姿态（相对排列）。因此，可以使裸光纤 5 的外围下表面精确地沿垂直位置标准墙面 13 延伸，并使它平行于垂直位置标准墙面 13（即，裸光纤 5 的中心线平行于垂直位置标准墙面 13）。在保持这种平行性的状态下，借助于卡盘机构（未画出），使平板构件 A 支承装置和固定件 10 的姿态固定。此外，在裸光纤 5 的外围下表面与垂直位置标准墙面 13 接触的状态下（即，垂直位置标准墙面 13 与裸光纤 5 的外围下表面之间的垂直距离为零，该外围下表面与标准墙面 13 保持接触），记录垂直位置标准墙面 16 的高度 h_0 作为“0”标准值。为了测量垂直位置标准墙面 16 的高度，可以利用高精度位移测量装置，例如，激光测距仪。

其次，如图 3C 所示，在裸光纤的外围下表面与垂直位置标准墙面 13 之间保持平行性（即，裸光纤 5 中心线与垂直位置标准墙面 13

之间平行性)，水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间的水平距离 α 保持恒定，以及固定件 10 中平板构件 A2 的侧面与水平位置标准墙面 14 保持接触的状态下，升高固定件 10 到预定高度。此后，把平板构件 B1 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上。此处，使平板构件 B1 的一侧（侧向面）紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。

其次，如图 4A 所示，把粘合剂 6 送入到平板构件 B1 的上表面，平板构件 B1 的上表面紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。例如，可以利用紫外固化粘合剂作为粘合剂 6。

此后，在保持由裸光纤 5 和平板构件 A2 构成的固定件 10 姿态和平行位置的状态下，降低平板构件 A 支承装置的高度，直至垂直位置标准墙面 16 的高度到达 h_1 ，因此形成图 4B 所示的状态，其中平板构件 A2，平板构件 B1 和裸光纤 5 通过粘合剂 6 已粘结在一起。

当垂直位置标准墙面 16 的高度为 h_1 时，如图 4B 所示，由粘合剂 6 制成的调整层 7 置于裸光纤 5 的外围下表面与平板构件 B1 的上表面之间。在此阶段，利用紫外线照射平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置，该紫外线传输通过平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置使粘合剂 6 固化，所以，平板构件 A2，平板构件 B1 和裸光纤 5 粘结在一起。因此，制成图 1 所示的光纤阵列 100。

在这个光纤阵列制造方法中，如图 3B 所示，降低由裸光纤 5 和板构件 A2 构成的固定件 10，使裸光纤 5 的外围下表面紧靠平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13。因此，裸光纤 5 的外围下表面精确地沿垂直位置标准墙面 13 的方向延伸，它平行于垂直位置标准墙面 13。由于高精度设置每个裸光纤 5 的直径为恒定值，其精度为 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 或更小，还设置裸光纤 5 的中心线平行于垂直位置标准墙面 13，中心线是由连接各个裸光纤 5 端面的中心点形成的。

在保持这种平行性的状态下，由于平板构件 B1 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上，以完成平板构件 B1 与固定件 10 的粘结，固定件 10 是由裸光纤 5 和平板构件 A2 构成，如图

4B 所示，可以精确地设置裸光纤 5 中心线与平板构件 B1 的排列标准面 3 互相平行。

即使所用平板构件 B1 的厚度尺寸是不均匀的（最大厚度为 d_{max} ），置于裸光纤 5 的中心线与平板构件 B1 之间的调整层 7 补偿与预置距离 H 的偏差，偏差是由于厚度的非均匀性造成的，从而可以设置各个裸光纤 5 的中心点到排列标准面 3 的距离与预置距离 H 相等或基本相等。

在这种光纤阵列制造方法中，还调整图 4A 所示垂直位置标准墙面的高度 h_1 ，因此，可以使裸光纤 5 的中心线到排列标准面 3 的距离调整到理想的预置距离 H。

此处，若光纤阵列的结构是使裸光纤 5 与平板构件 B1 的平坦面接触（不同于图 4B 所示的情况），则平板构件 B1 的厚度尺寸不符合从裸光纤 5 的中心线到排列标准面 3 的预置距离 H。厚度尺寸的绝对值也随不同的平板构件 B1 而发生变化。

然而，在按照本发明的光纤阵列及其制造方法中，若粘合剂（树脂）在固化之前放入到裸光纤 5 与平板构件 B1 之间，由于粘合剂的流动，置于裸光纤 5 与平板构件 B1 之间的调整层可以任意地改变厚度尺寸。这就可以调整垂直位置标准墙面 16 的高度 h_1 ，因此，可以使各个裸光纤 5 的中心线到平板构件 B1 的排列标准面 3 的距离变得一致，高精度地达到理想的预置距离 H。顺便说一下，可以利用高精度位移测量装置，例如，激光测距仪，测量垂直位置标准墙面 16 的高度，因此，预置距离 H 可以调整到微米单位。即使考虑到各个构件中保持机构的机械定位误差，很容易设定预置距离 H 的精度为 $\pm 5 \mu\text{m}$ 或更小。

此外，在按照本发明的光纤阵列制造方法中，相对于图 2A 所示的水平位置标准墙面 15，可以精确地确定裸光纤定位装置 8 中各个 V 形槽的水平位置。因此，相对于水平位置标准墙面 15，可以精确地确定各行裸光纤 5 的水平位置（即，裸光纤 5 的中心线水平位置）；相对于图 2B 所示的水平位置标准墙面 14，可以精确地确定平

板构件 A2 的水平位置；以及保持水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间的水平距离 α 为图 2C 所示的恒定值。因此，也可以高精度地设定裸光纤 5 端面的中心点与平板构件 B1 的侧面之间的水平距离 W（见图 1）。

以下通过举例更详细地描述本发明。

例 1

在图 2A 所示的步骤中，裸光纤定位装置 8 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上。裸光纤定位装置 8 的一侧（侧面）设置成紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。在裸光纤定位装置 8 中，附图中最右端 V 形槽的中心位置离光纤定位装置 8 的侧面精确地设置为 $1000\ \mu\text{m}$ ，该侧面紧靠水平位置标准墙面 15。然后，把裸光纤 5 分别放入 V 形槽中以保持对齐。此处，每个裸光纤 5 的直径为 $125\ \mu\text{m}$ 。

在图 2B 所示的后续步骤中，平板构件 A2 放置在平板构件 A 支承装置上（未画出）。平板构件 A2 是由石英玻璃制成的，其厚度为 $1000\ \mu\text{m}$ ，和宽度为 $3500\ \mu\text{m}$ 。平板构件 A2 是这样放置的，它的一侧（侧面）紧靠水平位置标准墙面 14，标准墙面 14 是平板构件 A 支承装置的一部分。此处，精确地设置水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间的水平距离 α 为 $250\ \mu\text{m}$ 。薄的固定粘合层 17 也形成在平板构件 A2 上，其侧面对着裸光纤定位装置 8。固定粘合层 17 是由紫外固化环氧树脂制成。平板构件 A 支承装置是由石英玻璃制成，它对紫外线是透明的。

在图 2C 所示的步骤中，降低平板构件 A2，使它的固定粘合层 17 与裸光纤定位装置 8 上对齐的裸光纤 5 接触。在这种状态下，利用紫外线照射平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置，该紫外线传输通过平板构件 A2 和平板构件支承装置，从而使固定粘合层 17 固化，因此，裸光纤 5 固定到平板构件 A2 上。

在图 3A 所示的步骤中，升高由裸光纤 5 和平板构件 A2 构成的固定件 10，并从平板构件支承装置 12 中移去裸光纤定位装置 8。至

于裸光纤定位装置 8，可以重复使用同一个裸光纤定位装置 8。

在图 3B 所示的步骤中，降低固定件 10，使裸光纤 5 的外围下表面紧靠平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13。此处，借助于摆动机构（未画出），可以控制平板构件 A 支承装置，因此，在固定件 10 中平板构件 A 支承装置的侧面与水平位置标准墙面 14 接触的状态下，可以自由地改变固定件 10 的姿态（相对排列）。因此，可以使裸光纤 5 的外围下表面精确地沿垂直位置标准墙面 13 延伸，并使它平行于垂直位置标准墙面 13。在保持这种平行性的状态下，借助于卡盘机构（未画出），可以固定平板构件 A 支承装置和固定件 10 的姿态。此外，在裸光纤 5 的外围下表面与垂直位置标准墙面 13 接触（即，垂直位置标准墙面 13 与裸光纤 5 的外围下表面之间的垂直距离为零，裸光纤 5 的外围下表面保持与标准墙面 13 接触）的状态下，使垂直位置标准墙面 16 的高度 h_0 复位到“0”标准值。为了测量垂直位置标准墙面 16 的高度，利用激光侧距仪。

在图 3C 所示的步骤中，在裸光纤 5 的外围下表面与垂直位置标准墙面 13 之间保持平行性（即，裸光纤 5 的中心线与垂直位置标准墙面 13 之间的平行性），水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间水平距离 α 保持恒定，以及固定件 10 中平板构件 A2 的侧面与水平位置标准墙面 14 保持接触的状态下，上升固定件 10，直至垂直位置标准墙面 16 的高度测量值达到或超过 $5000 \mu\text{m}$ 。此后，平板构件 B1 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上。此处，平板构件 B1 的一侧（侧面）设置成紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。平板构件 B1 是由石英玻璃制成，其 $950 \mu\text{m}$ 厚度的非均匀性为 $\pm 2 \mu\text{m}$ ，和宽度为 $4000 \mu\text{m}$ 。

在图 4A 所示的步骤中，把粘合剂 6 送入到平板构件 B1 的上表面。作为粘合剂 6，使用紫外固化环氧树脂（商标名：NA3925，可以从 NTT-AT 公司购买），其中已混合重量比为 25% 的石英填充剂以控制它的固化收缩率等于或小于 4%。此后，在保持固定件 10 姿态和水平位置的状态下，降低平板构件 A 支承装置，直至垂直位置标

准墙面 16 的高度 h_1 达到 $1000\ \mu\text{m}$ ，因此实现图 4B 所示的状态，其中平板构件 A2，平板构件 B1 和裸光纤 5 通过粘合剂 6 粘结在一起。

当垂直位置标准墙面 16 的高度 h_1 为 $1000\ \mu\text{m}$ 时，把调整层 7 置于裸光纤 5 的外围下表面与平板构件 B1 的上表面之间，调整层 7 相对于 $50\ \mu\text{m}$ 厚度中心值的厚度非均匀性为 $\pm 2\ \mu\text{m}$ 。在此阶段，利用紫外线照射平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置，该紫外线传输通过平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置，使粘合剂 6 固化，所以，平板构件 A2，平板构件 B1 和裸光纤 5 粘结在一起。因此，制成图 1 所示的光纤阵列 100。此处，由于固化收缩率，调整层的厚度减小 $2\ \mu\text{m}$ 达到 $48\ \mu\text{m}$ 。此外，裸光纤 5 中心线与平板构件 B1 中排列标准面 3 之间的预置距离 H 为 $1060.5\ \mu\text{m}$ 。

平板构件 B1 的厚度变化如图 1 所示，但这种厚度变化被置于各行裸光纤 5 与平板构件 B1 之间调整层 7 的变化所抵消或补偿（由于上述固化之前粘合剂的流动）。因此，各行裸光纤 5 与平板构件 B1 中排列标准面 3 之间的预置距离 H 保持在 $1060.5\ \mu\text{m}$ 的恒定值，不考虑平板构件 B1 中的斑痕。最右端裸光纤 5 端面的中心点与平板构件 B1 的侧面 4 之间的水平距离 W （见图 7B）也设置为 $1000\ \mu\text{m}$ 。

随后，重复以上的步骤，但改变平板构件 B1。这此使用的平板构件 B1 厚度为 $960\ \mu\text{m}$ ，不同于以上的厚度 $950\ \mu\text{m}$ 。按照完全相同的过程，降低平板构件 A 支承装置，直至垂直位置标准墙面 16 的高度 h_1 达到 $1000\ \mu\text{m}$ ，所以，在裸光纤 5 的外围下表面与平板构件 B1 的上表面之间形成厚度为 $40\ \mu\text{m}$ 的调整层 7。这个调整层 7 在固化收缩之后变成 $38.4\ \mu\text{m}$ 。因此，裸光纤 5 的中心线与平板构件 B1 中排列标准面 3 之间的预置距离 H 变成 $1060.9\ \mu\text{m}$ ，展示对应于以上高精度情况的结果。

例 2

以下参照附图详细描述不同于例 1 的光纤阵列制造方法。

在图 5A 所示的步骤中，把裸光纤定位装置 8 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上，在这个例子中提供倒置的平

板构件 B 支承装置 12。裸光纤定位装置 8 的一侧（侧面）设置成紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。在裸光纤定位装置 8 中，附图中最右端 V 形槽的中心位置离光纤定位装置 8 侧面的距离精确地设置为 $1000\ \mu\text{m}$ ，该侧面紧靠水平位置标准墙面 15。然后，把裸光纤 5 分别放入 V 形槽中以保持对齐。此处，光纤定位装置 8 的 V 形槽面朝下，如图 5A 所示，其中裸光纤 5 可以对齐地放入 V 形槽中，这是由于裸光纤 5 有刚性（在利用支承装置（未画出）把裸光纤 5 固定到它的基端一侧的条件下，即，它的光纤带一侧）。每个裸光纤 5 的直径为 $125\ \mu\text{m}$ 。

在图 5B 所示的后续步骤中，平板构件 A2 放置在平板构件 A 支承装置 11 上。平板构件 A2 是由石英玻璃制成，其厚度为 $1000\ \mu\text{m}$ ，和宽度为 $3500\ \mu\text{m}$ 。平板构件 A2 是这样放置的，它的一侧（侧面）紧靠平板构件 A 支承装置 11 的水平位置标准墙面 14。此处，水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间的水平距离 α （见图 5A）精确地设置为 $250\ \mu\text{m}$ 。薄的固定粘合层 17 也形成在平板构件 A2 上，其侧面朝向裸光纤定位装置 8。固定粘合层 17 是由紫外固化环氧树脂制成。平板构件 A 支承装置 11 是由石英玻璃制成，它对紫外线是透明的。

在图 5C 所示的后续步骤中，降低裸光纤定位装置 8，使固定粘合层 17 与裸光纤定位装置 8 上对齐的裸光纤 5 接触。在这种状态下，利用紫外线照射平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置 11，该紫外线传输通过平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置 11，从而使固定粘合层 17 固化，所以，裸光纤 5 固定到平板构件 A2，形成由裸光纤 5 和平板构件 A2 构成的固定件 10。

在图 6A 所示的步骤中，升高平板构件 B 支承装置 12，并从平板构件 B 支承装置 12 中移去裸光纤定位装置 8。至于裸光纤定位装置 8，可以重复使用同一个裸光纤定位装置 8。

在图 6B 所示的步骤中，降低平板构件 B 支承装置 12，使裸光纤 5 的外围上表面紧靠平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面

13. 此处，借助于摆动机构（未画出），可以控制平板构件 B 支承装置 12，所以，在水平位置标准墙面 15 的水平位置保持不变的状态下，可以自由地改变垂直位置标准墙面 13 的倾角。因此，可以使垂直位置标准墙面 13 精确地沿裸光纤 5 的外围上表面延伸，并可以使它平行于裸光纤 5 的外围上表面（即，裸光纤 5 的中心线与垂直位置标准墙面 13 互相平行）。在保持这种平行性的状态下，借助于卡盘机构（未画出），固定平板构件 B 支承装置 12 的姿态。此外，在裸光纤 5 的外围上表面与垂直位置标准墙面 13 接触（即，垂直位置标准墙面 13 与裸光纤 5 的外围上表面之间的垂直距离为零，裸光纤 5 的外围上表面与标准墙面 13 保持接触），垂直位置标准墙面 16 的高度 h_0 复位到“0”标准值。为了测量垂直位置标准墙面 16 的高度，利用激光测距仪。

在图 6C 所示的步骤中，在固定到平板构件 A2 的裸光纤 5 外围上表面与平板构件 B 支承装置 12 中垂直位置标准墙面 13 之间保持平行性，水平位置标准墙面 14 与水平位置标准墙面 15 之间水平距离 α 保持恒定，以及固定件 10 中平板构件 A2 的侧面与水平位置标准墙面 14 保持接触的状态下，升高平板构件 B 支承装置 12，直至量垂直位置标准墙面 16 的高度测量值达到或超过 $5000 \mu\text{m}$ 。然后，把粘合剂 6 送入到平板构件 A2 的上表面。作为粘合剂 6，使用紫外固化环氧树脂（商标名：NA3925；可以从 NTT-AT 公司购买），其中已混合重量比为 25% 的球形石英填充剂以控制它的固化收缩率等于或小于 4%。

在图 7A 所示的步骤中，平板构件 B1 放置在平板构件 B 支承装置 12 的垂直位置标准墙面 13 上。此处，平板构件 B1 的一侧（侧面）设置成紧靠平板构件 B 支承装置 12 的水平位置标准墙面 15。平板构件 B1 是由石英玻璃制成，其 $950 \mu\text{m}$ 厚度的非均匀性为 $\pm 2 \mu\text{m}$ ，和宽度为 $4000 \mu\text{m}$ 。

此后，在保持平板构件 B 支承装置 12 的姿态和水平位置的状态下，降低平板构件 B 支承装置 12，直至垂直位置标准墙面 16 的高度

h_1 达到 $1000\ \mu\text{m}$ ，因此得到图 7B 所示的状态，其中平板构件 A2，平板构件 B1 和裸光纤 5 通过粘合剂 6 已粘结在一起。此处，当垂直位置标准墙面 16 的高度 h_1 为 $1000\ \mu\text{m}$ 时，调整层 7 置于裸光纤 5 的外围上表面与平板构件 B1 的上表面之间，调整层 7 相对于 $50\ \mu\text{m}$ 厚度中心值的厚度非均匀性为 $\pm 2\ \mu\text{m}$ 。

在此阶段，利用紫外线照射平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置 11，该紫外线传输通过平板构件 A2 和平板构件 A 支承装置 11，从而使粘合剂 6 固化，所以，平板构件 A2，平板构件 B1 和裸光纤 5 粘结在一起。由于固化收缩率，调整层 7 的厚度减小 $2.5\ \mu\text{m}$ 而变成 $48\ \mu\text{m}$ 。于是，裸光纤 5 的中心线（由连接裸光纤 5 横截面的中心点形成的直线）与平板构件 B1 的上表面（即，排列标准面 3）之间的预置距离 H 变成 $1060.5\ \mu\text{m}$ 。

平板构件 B1 的厚度变化如图 7 所示，但这种变化被置于各行裸光纤 5 与平板构件 B1 之间调整层 7 的变化（由于上述固化之前粘合剂的流动）所抵消和补偿。因此，各行裸光纤 5 与平板构件 B1 中排列标准面 3 之间的预置距离 H 保持为 $1060.5\ \mu\text{m}$ 的恒定值，不考虑平板构件 B1 中的斑痕。最右端裸光纤 5 端面的中心点与平板构件 B1 的侧面 4 之间的水平距离 W（见图 7B）也设置为 $1000\ \mu\text{m}$ 。

随后，重复以上的步骤，但改变平板构件 B1。这次使用的平板构件 B1 厚度为 $960\ \mu\text{m}$ ，不同于以上的厚度 $950\ \mu\text{m}$ 。按照完全相同的过程，降低平板构件 B 支承装置 12，直至垂直位置标准墙面 16 的高度 h_1 达到 $1000\ \mu\text{m}$ ，所以，在裸光纤 5 的外围上表面与平板构件 B1 的下表面之间形成厚度为 $40\ \mu\text{m}$ 的调整层 7。这个调整层 7 在固化收缩之后变成 $38.4\ \mu\text{m}$ 。因此，裸光纤 5 的中心线与平板构件 B1 中排列标准面 3 之间的预置距离 H 变成 $1060.9\ \mu\text{m}$ ，展示对应于以上高精度情况的结果。

图1

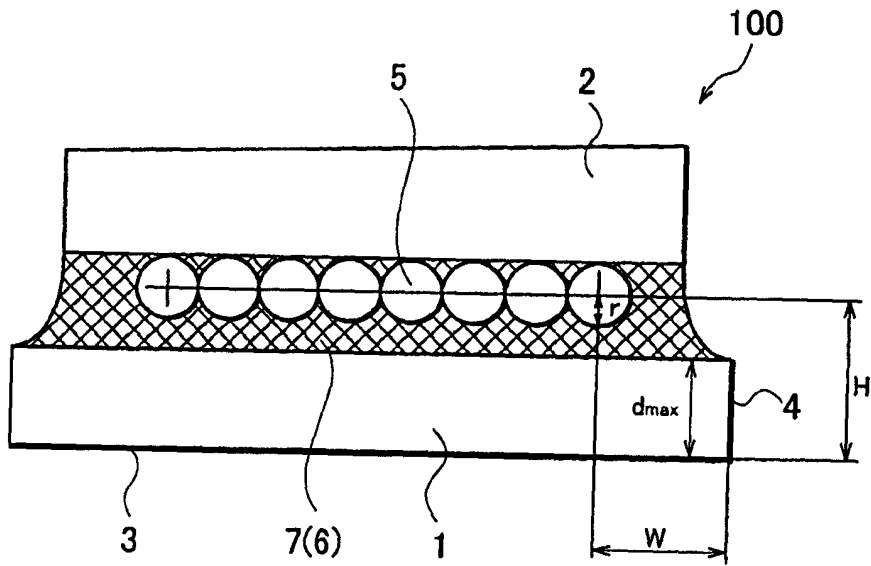


图2A

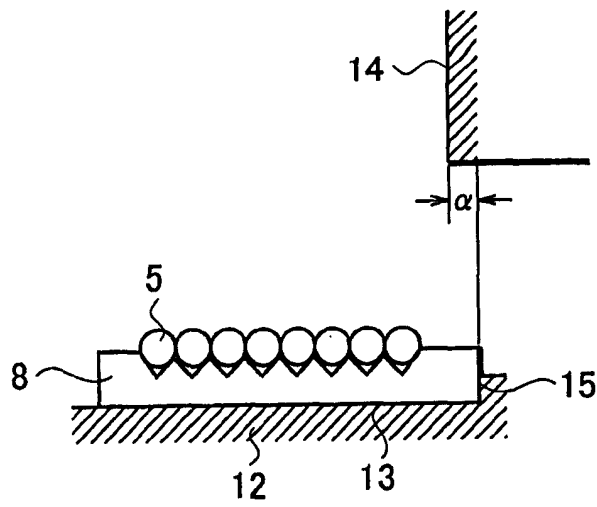


图2B

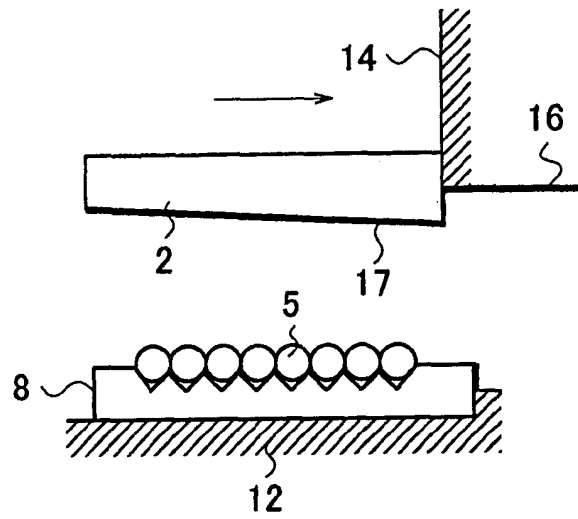


图2C

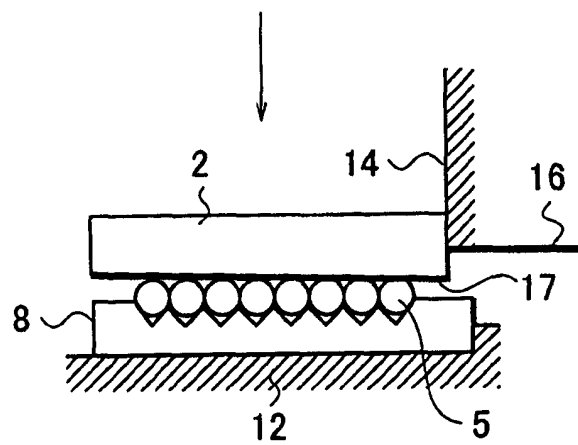


图3A

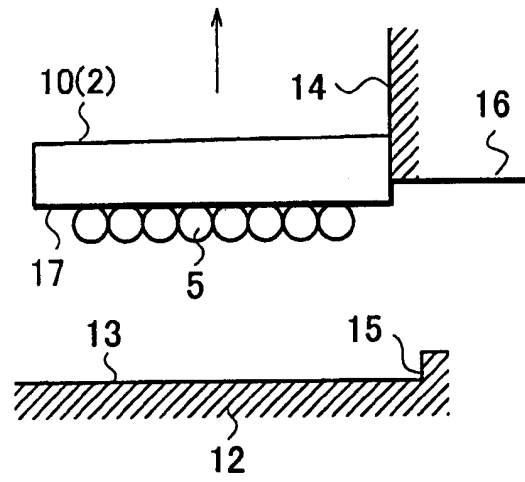


图3B

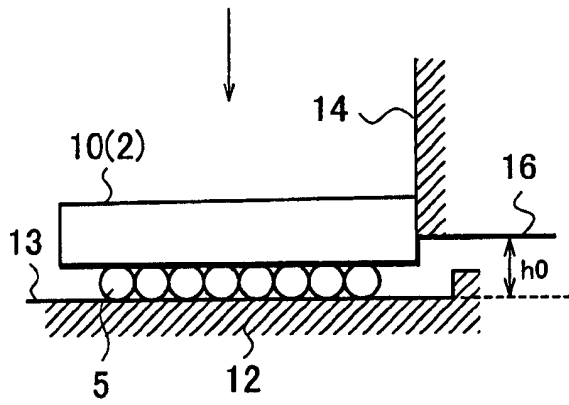


图3C

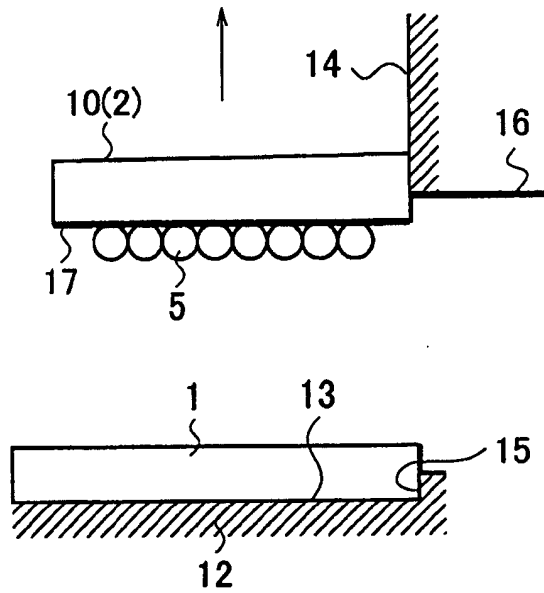


图4A

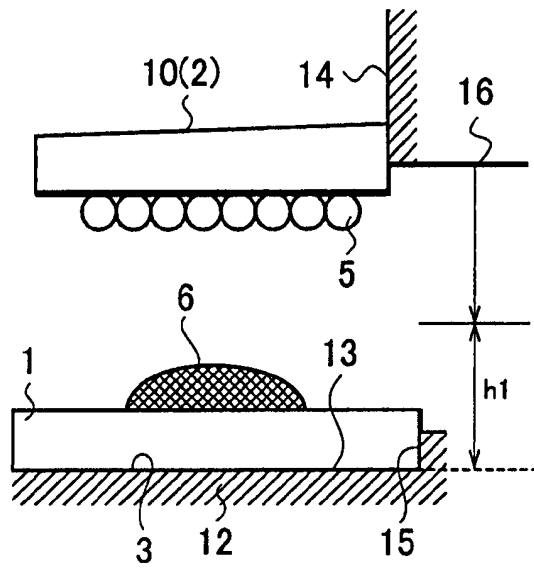


图4B

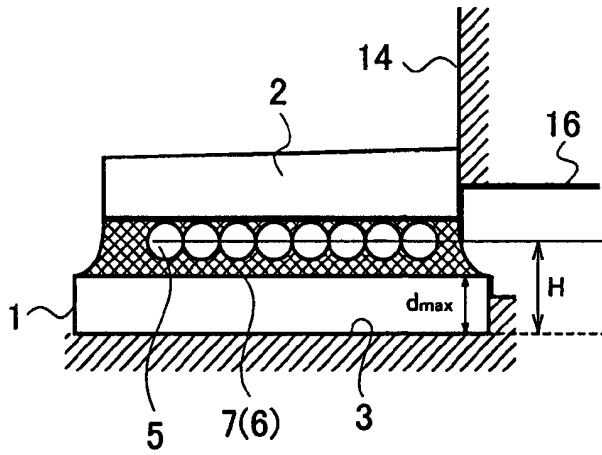


图5A

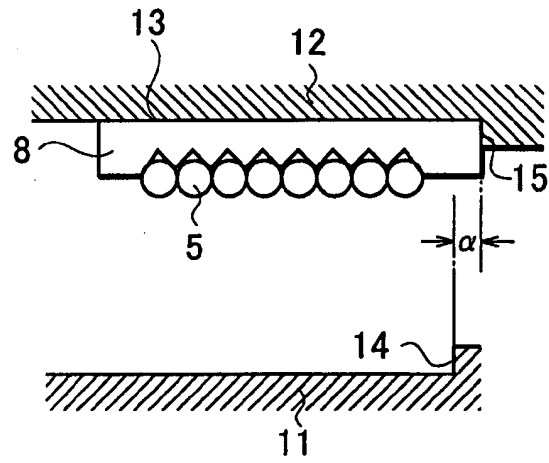


图5B

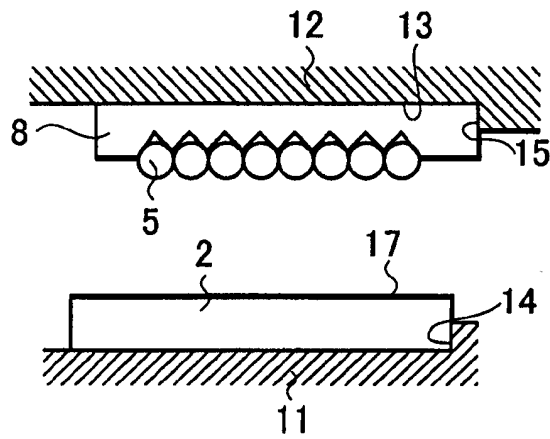


图5C

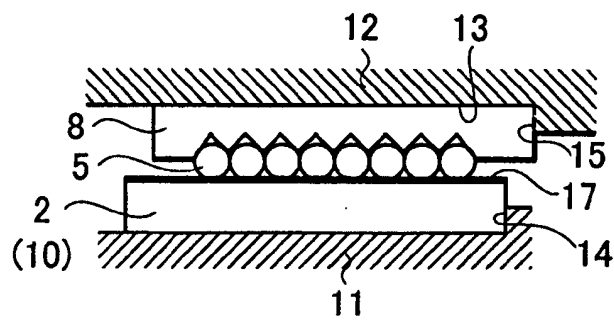


图6A

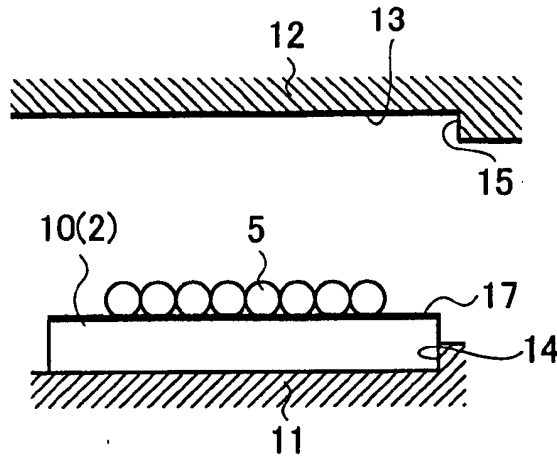


图6B

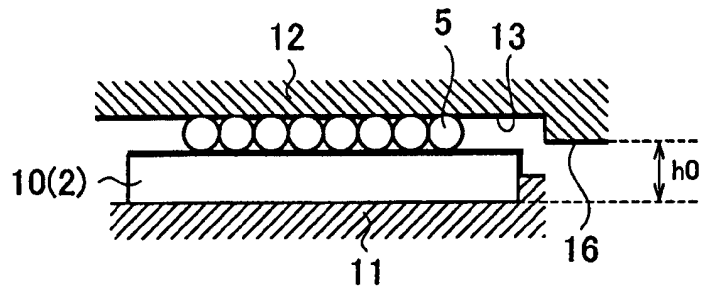


图6C

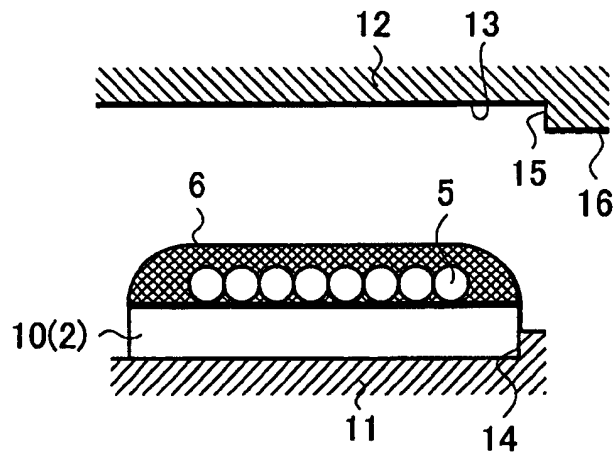


图7A

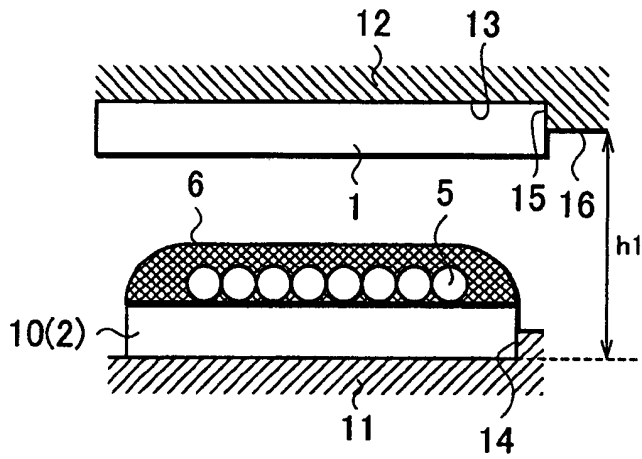


图7B

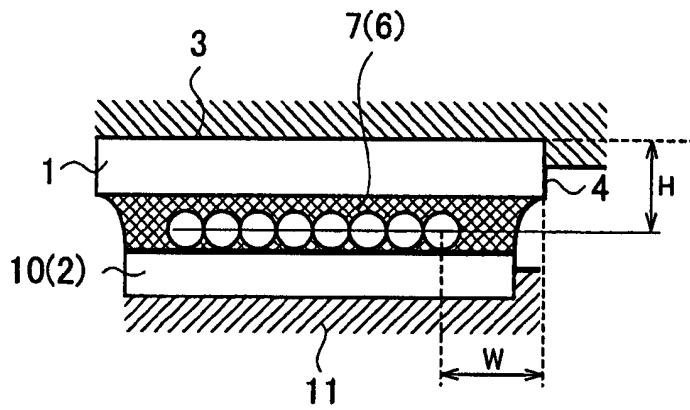


图 8A

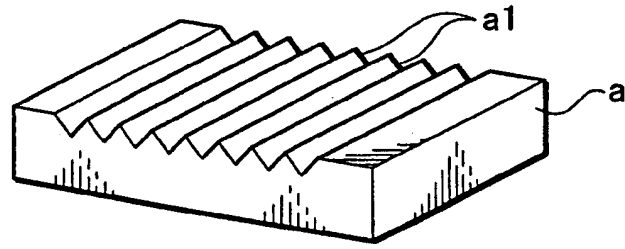


图 8B

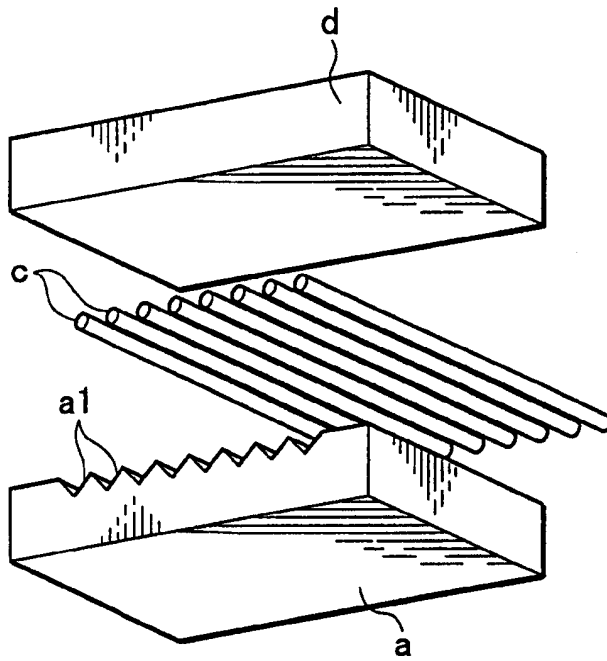


图 8C

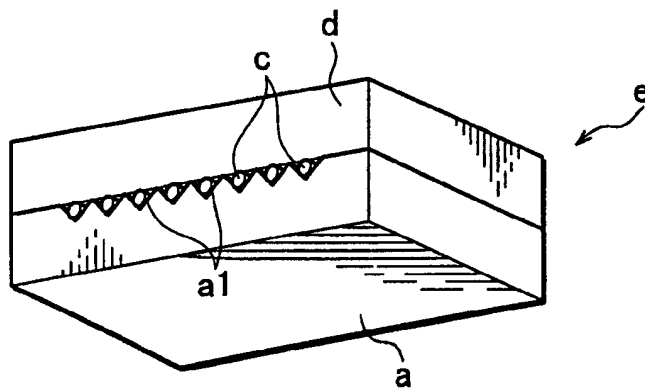


图9A

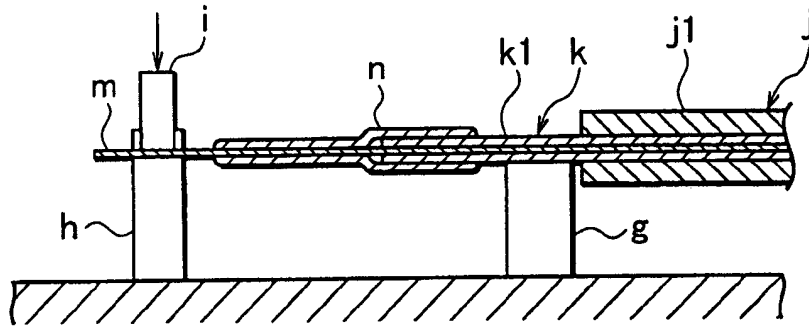


图9B

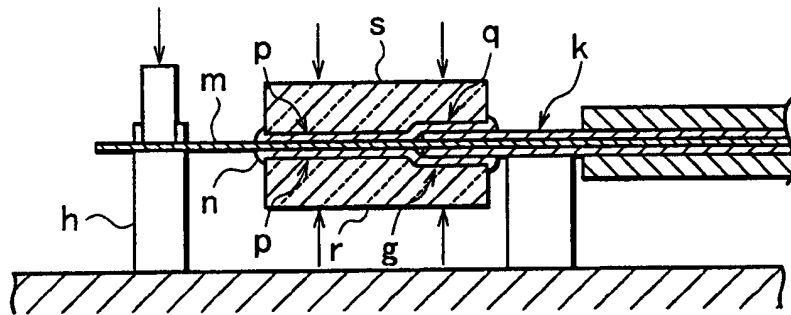


图9C

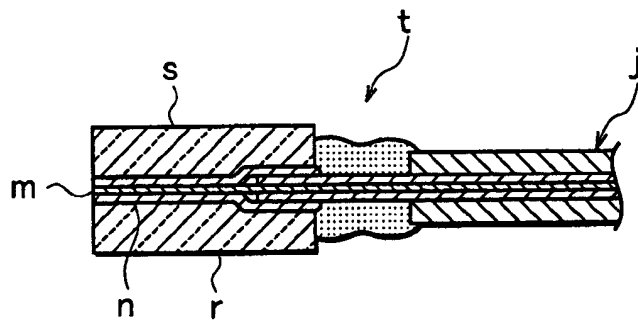


图10

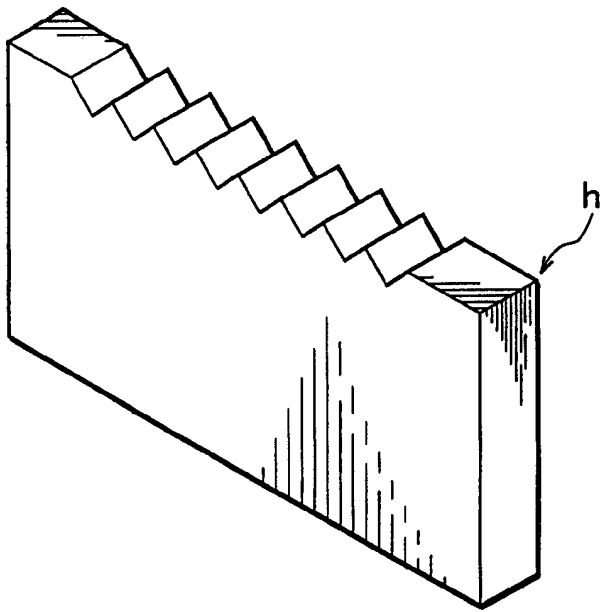


图 11

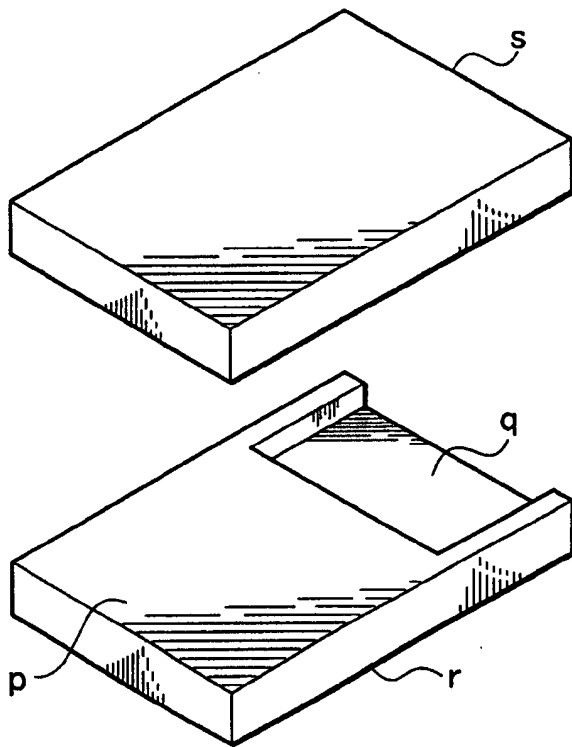


图 12A

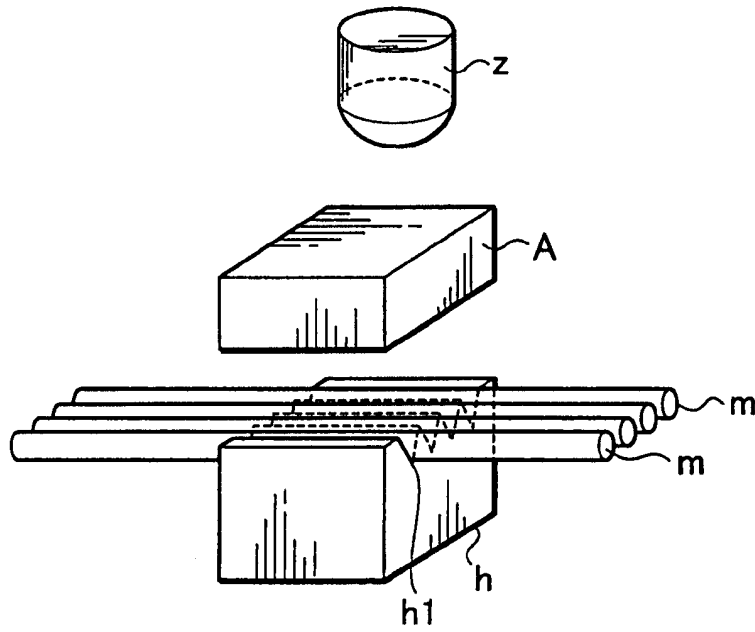


图 12B

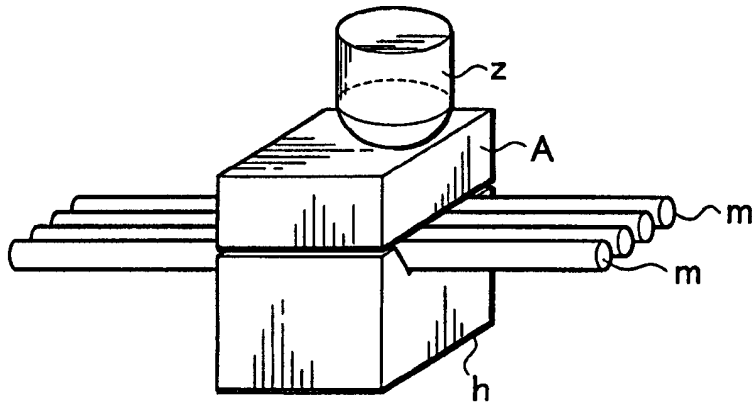


图 12C

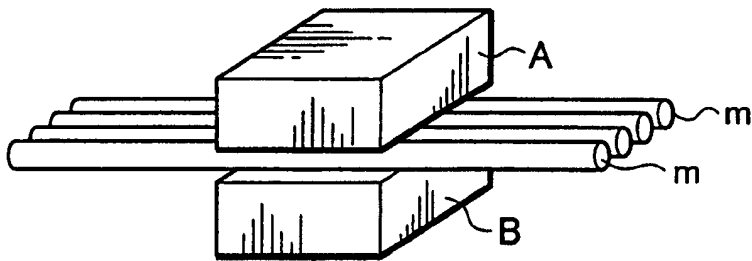


图 13

