



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99805391.0

[45] 授权公告日 2004 年 2 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1138159C

[22] 申请日 1999.3.24 [21] 申请号 99805391.0

[30] 优先权

[32] 1998. 4. 1 [33] JP [31] 88805/1998

[86] 国际申请 PCT/JP99/01485 1999.3.24

[87] 国际公布 WO99/50695 日 1999.10.7

[85] 进入国家阶段日期 2000.10.23

[71] 专利权人 浜松光子学株式会社

地址 日本静冈县

[72] 发明人 菅原武雄

审查员 崔尚科

[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

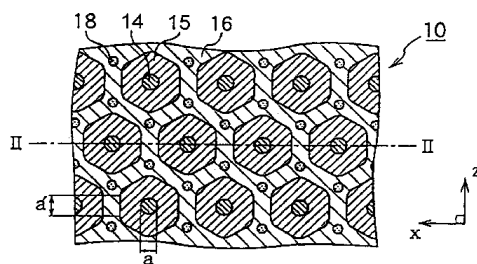
代理人 王以平

权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 16 页

[54] 发明名称 光学部件

[57] 摘要

一种光学部件(10), 其构成为把由第1包层(14)、在第1包层(14)周围形成的纤芯(15)和在纤芯(15)周围形成的第2包层(16)形成的多条光纤规则地排列起来, 使得光纤的轴彼此平行, 并具有相对于光纤轴斜向切断的入射面(10a)和相对于光轴垂直切断的出射面(10b)。第1包层(14)的断面大体上为圆形, 纤芯(15)的断面(外周)为顶角坍塌的大体上的六角形状。



1. 一种光学部件（10），由多条光纤排列起来构成，所述多条光纤的光轴互相平行，其特征在于：

上述各条光纤具备：断面基本上为圆形的第1包层（14）；在上述第1包层的周围形成的、其折射率比上述第1包层大的纤芯（15）；以及在上述纤芯的周围形成的、其折射率比上述纤芯小的第2包层（16），

上述多条光纤用来传送光图象，且上述多条光纤中的上述第2包层通过加热加压而一体化。

光学部件

技术领域

本发明涉及把多条光纤排列起来构成的光学部件。

背景技术

作为传送光信息的光学部件，人们熟知把多条光纤排列起来形成的光学部件。上述光学部件具有使各条光纤的纤芯和包层露了出来的入射面和出射面，使得可以把入射到入射面上的光信息传送到出射面上。

此外，上述光学部件，由于具有传送效率高、与透镜比较光学系统可以小型化等种种的优点，故可以在包括指纹检测装置在内的各种各样的领域中使用。

发明概述

上述光学部件的制造，通常，采用使断面形状为圆形或正方形的光纤排列成束后成型为一个整体的办法进行。因此，通过在成型为一个整体时的推压，构成上述光学部件的光纤的纤芯的断面，将变成为具有象正方形、六角形那样地互相平行的对边的多角形，因而将产生以下所述的问题。

就是说，以特定的入射角向入射面入射进来的光，在互相平行的对面处反复反射，以特定的出射角从出射面射出。其结果是，在从出射面射出的输出图象中，形成具有仅仅在特定的出射角上才有强度的图形，该图形将成为噪声而使光学部件的解像度降低。

于是，本发明的目的在于解决这样的问题，提供防止图形噪声的发生，从而解像度高的光学部件。

为解决上述课题，本发明是一种把多条光纤排列起来构成的光学

部件, 其特征在于上述各条光纤具备: 断面大体上为圆形的第 1 包层; 在第 1 包层的周围形成、且具有比上述第 1 包层大的折射率的纤芯; 在上述纤芯的周围形成, 且具有比上述纤芯小的折射率的第 2 包层。采用具有上述构成的办法, 入射到光学部件的入射面上的光, 在第 1 包层与纤芯之间的界面和纤芯与第 2 包层之间的界面这双方处反复进行反射, 在纤芯内传播。其中, 采用使第 2 包层的断面变成大体上的圆形的办法, 即便是在光学部件成型为一个整体时, 因纤芯变形而形成了相互平行的对面的情况下, 也可以避免所有的光在纤芯内带状地行进的状况, 消除形成仅仅在特定的出射角上有强度的图形的现象。结果, 可以防止图形噪声, 可以得到解像度高的输出图象。

附图的简单说明

图 1A 是本发明的实施例 1 的光学部件的斜视图。

图 1B 是沿图 1A 的 I-I 线的扩大剖面图。

图 1C 是沿图 1B 的 II-II 线的折射率分布图。

图 2A~图 2E 是构成光学部件的光纤对的制造工序图。

图 2F~图 2H 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 3 是在光学部件的制造中使用的光纤对的扩大剖面图。

图 4 示出了周围温度与粘度之间的关系。

图 5A~图 5C 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 6A~图 6C 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 7A~图 7C 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 8 是第 1 变形例的光学部件的扩大剖面图。

图 9 是第 2 变形例的光学部件的扩大剖面图。

图 10 是第 3 变形例的光学部件的扩大剖面图。

图 11A~图 11D 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 12A~图 12D 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 13A~图 13D 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 14A~图 14D 是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

图 15A ~ 图 15C 是现有技术的光学部件的制造工序图。

图 16A ~ 图 16C 是现有技术的光学部件的制造工序图。

图 17A ~ 图 17C 是现有技术的光学部件的制造工序图。

图 18A ~ 图 18C 示出了现有技术的构成光学部件的光纤纤芯内的光行进的样子。

图 19A ~ 图 19C 示出了现有技术的构成光学部件的光纤纤芯内的光行进的样子。

实施本发明的优选实施例

用附图说明本发明的实施例的光学部件。首先，对本实施例的光学部件的构成进行说明。

图 1A 是本实施例的光学部件的斜视图。光学部件 10，使多条光纤互相平行地配置起来地形成。各条光纤被排列为使得光轴与图 1A 的 y 轴平行，光学部件 10，具有对于光轴斜向切断的入射面 10a，和对于光轴垂直切断的出射面 10b，且使得可以缩小入射到入射面 10a 上的输入图形后使之从出射面 10b 输出。

图 1B 是沿图 1A 的 I-I 线在与 x-z 平面平行的平面上切开时的扩大剖面图。光学部件 10 的断面，其构成为：把由第 1 包层 14、在第 1 包层 14 的周围形成的纤芯 15、在纤芯 14 的周围形成的第 2 包层 16 形成的多条光纤，规则地排列起来，使得其光纤轴互相平行。此外，在各条光纤之间，设置用来除去光学部件 10 内的杂散光的光吸收体 18，各条光纤的第 2 包层 16，通过加热加压处理使之一体化，并填埋毗邻的光纤对间的间隙。

此外，在图 1B 中，第 1 包层 14 的断面大致上是圆形形状，纤芯 15 的断面（外周）是顶角坍塌的大致上的六角形。为了把第 1 包层 14 和纤芯 15 的断面作成为这样的形状，在光纤的加热加压处理时，只要选择第 1 包层 14、纤芯 15 和第 2 包层 16 的材质，使得第 1 包层 14 和第 2 包层 16 的粘度比纤芯 15 的粘度大即可。

在这里，为了极力防止光的带状的行进（详细情况在后边讲述），

虽然使第1包层14的直径 a 比纤芯15的直线部分（或近似直线的部分）的宽度 a' 大是有利的，但是，为了加大入射面10a上的有效受光面积（纤芯15的断面面积），希望第1包层14的直径 a 小。此外，填满各个纤芯的间隙的第2包层16的宽度 b ，必须具有用来作为包层起作用的足够的厚度，特别理想的是，厚度应在在光学部件中通常所使用的波长（550nm）的 $1/2$ 以上。

在本实施例的光学部件10中，考虑到有效受光面积、解像度等，使第1包层14的直径 a 为大约2微米左右，纤芯15的断面的平面部分的宽度 a' 大约为4微米左右，填满各个纤芯的间隙的第2包层16的宽度 b 大约为2微米左右，此外，纤芯15的外径大约为10微米左右。

此外，第1包层14，例如由折射率 n_1 为1.495的硼硅酸盐玻璃形成，纤芯15例如由折射率 n_2 为1.82的Ba-La系玻璃形成，第2包层16例如由折射率 n_3 为1.495的硼硅酸盐玻璃构成。因此，沿图1B的II-II线的折射率分布，就变成图1C那样。由上述第1包层14、纤芯15和第2包层16的折射率可知，纤芯15的折射率 n_2 比第1包层14的折射率 n_1 大，第2包层16的折射率 n_3 比纤芯15的折射率 n_2 小，此外，第1包层14的折射率 n_1 与第2包层16的折射率 n_3 相等。

接着，对本实施例的光学部件的制造方法进行说明。图2A~图2E是构成光学部件10的光纤对的制造工序图，图2F~图2H是在各个工序中制造的母材等的剖面图。

为了制造构成光学部件10的光纤，首先，制造具有圆柱形状的第1包层母材20（图2A、图2F）。第1包层母材20，例如由折射率为1.495的硼硅酸盐玻璃形成，其侧面用氧化铈研磨等的方法进行研磨。

接着，如图2B所示，把在上述工序中制造的第1包层母材20装填到图2B所示的那样的具有管道形状的第2纤芯母材22中去（图2C、图2G）。其中，纤芯母材22，例如，用折射率为1.82的Ba-La系玻璃形成，其内面和外面，用氧化铈研磨等的方法进行研磨。

接着，再把已经把在上述工序中制造的第1包层母材20装填到纤芯母材22中去的制成品，装填到具有图2D所示的那样的管道形状的

第2包层母材24中去,制造光纤制造用的母材26(图2E、图2H)。其中,第2包层母材24,例如,用折射率为1.495的硼硅酸盐玻璃形成,第2包层母材24的一方的底部24a用喷灯进行熔融等方法进行密封。

然后,把上述母材26拉成丝制造光纤。在图3中扩大示出了用该方法制造的光纤的断面。该光纤28由第1包层14(折射率 $n_1=1.495$)、在第1包层14的周围形成的纤芯15(折射率 $n_2=1.82$)、在纤芯15的周围形成的第2包层(折射率 $n_3=1.495$)形成。

采用把用上述工序制造的多条光纤28,在其间隙内恰当地配置光吸收体18,同时把它们无间隙地配置成互相平行,并通过加热加压处理,成型为一个整体的办法,制造光学部件10。在这里,图4示出了粘度对第1包层14、纤芯15和第2包层16的周围温度的变化。由图4可知,在光纤的加热加压处理时的温度(约850℃)下,与纤芯15的粘度比较,第2包层14和第2包层16的粘度这一方变大。此外,从光纤的强度的观点来看,由于如果纤芯15与第1包层14和第2包层16之间的热膨胀系数之差大则易于产生裂缝,故希望该差小。就是说,如果第1包层14和第2包层16的热膨胀系数与纤芯15的热膨胀系数比较起来过小(差大),则在纤芯15上易于产生拉伸应力,光纤易于断裂。

接着,对本实施例的光学部件的作用进行说明。在这里,首先,要弄清楚现有技术的光学部件的那些问题。现有技术的光学部件的制造,通常,采用使断面为圆形或正方形的多条光纤平行地配置成束,并成型为一个整体的办法进行。此外,为了提高光学部件的解像度,还常常要把上述已成束的光纤群再次拉成丝的制成品(多条光纤)平行地配置成束,形成一个整体,或使上述拉丝工序和成束工序反复多次的制成品(多条多条光纤)成型为一个整体的办法,制造光学部件。

在用上述制造方法制造光学部件时的个条光纤的纤芯的断面形状的变化,示于图15A~图15C、图16A~图16C和图17A~图17C。图15A~图15C示出的是把纤芯2的断面为圆形的光纤4配置成四方

地形成光学部件 6 的情况下的纤芯 2 的断面形状的变化。在纤芯 2 的断面为圆形的光纤 4 配置成四方地形成光学部件 6 的情况下,如图 15A~图 15C 所示,通过使光纤 4 成束地成型为一个整体时的加热加压处理,各条光纤 4 的纤芯 2 的断面,变形为大致上的正方形。

在这里,变形的比率,因上述加热加压处理时的温度下的光纤 4 的纤芯 2 与包层 8 的硬度而异。在纤芯 2 与包层 8 比较起来极其之硬的情况下,纤芯 2 的断面虽然可以维持圆形,但是为了避免毗邻的纤芯 2 彼此间的接触,要把纤芯 2 作成为比包层 8 极端地硬,在实用上是困难的。

图 16A~图 16C 示出的是把纤芯 2 的断面为圆形的光纤 4 配置成六方地形成光学部件 6 的情况下的纤芯 2 的断面形状的变化。在这种情况下,通过使光纤 4 成束地成型为一个整体时的加热加压处理,各条光纤 4 的纤芯 2 的断面变形为大致上的六角形。此外,图 17A~图 17C 示出的是把纤芯 2 的断面为正方形的光纤 4 配置成四方地形成光学部件 6 的情况下的纤芯 2 的断面形状的变化。在这种情况下,由于在配置各条光纤 4 时,变成为没有毗邻的包层 8 间的间隙,故在通过使光纤 4 成束地成型为一个整体时的加热加压处理之后,纤芯 2 的断面仍可以维持正方形。

如上述那样地制造的光学部件 6,由于各种光纤 4 的纤芯 2 的断面,将变成为象正方形、六角形等那样的具有互相平行的对边的多角形,故存在着以下所述的问题。就是说,入射到光学部件 6 的入射面上的光在纤芯 2 内的行进,可以发生两种光的行进:图 18A~图 18C 所示的那样的螺旋状的行进,和图 19A~图 19C 所示的那样地带状的行进。其中,图 18A~图 18C 和图 19A~图 19C 中的圆圈和黑点表示光的入射位置。

图 18A 示出了入射到光学部件 6 的入射面(纤芯 2 的入射面) 6a 上的光在纤芯 2 内行进的样子,图 18B 则把该光的行进轨迹投影到与入射面 6a 平行的平面上。如图 18A 和图 18B 所示,以随机的入射角(除去用图 19A~图 19C 说明的特定的入射角之外)入射到光学部件

6 的入射面 6a 上的光, 在纤芯 2 内螺旋状地行进。其结果是, 如图 18C 所示, 即便是在光以恒定的入射角 θ 入射到光学部件 6 的入射面 6a 上的情况下, 也会归因于该入射位置的差异, 而以各种各样的出射角, 从光学部件 6 的出射面射出。

另一方面, 如图 19A 和图 19B 所示, 以特定的入射角 (使光仅仅通过纤芯 2 的平行的对面, 进行反射和行进的那样的入射角) 入射进来的光, 在纤芯 2 内则带状地行进。其结果是, 如图 19C 所示, 在光以恒定的入射角 θ 入射到光学部件 6 的入射面 6a 上的情况下, 结果就变成从光学部件 6 的出射面 6b 也以 θ 的出射角出射, 而与其入射位置的差异无关。因此, 在从光学部件 6 的出射面 6b 射出的输出图象中, 形成仅仅在特定的入射角内才具有强度的图形, 该图形变成为噪声使光学部件 6 的解像度降低。特别是那些采用使多条光纤 (多条多条光纤也是一样) 成型为一个整体的办法制造的光学部件, 由于在该多条光纤的中央部分和边缘部分处的纤芯 2 的变形比率不同, 故起因于该变形比率的差异, 将产生与该多个光纤的断面形状对应的图形噪声, 使光学部件 6 的解像度显著地降低。

对此, 考虑本实施例的光学部件 10 的情况。光学部件 10, 采用使各条光纤具备第 1 包层 14、在第 1 包层 14 的周围形成的纤芯 15、在纤芯 15 的周围形成的第 2 包层 16 的办法, 入射到入射面 10a 上的光, 在第 1 包层 14 与纤芯 15 之间的界面和第 2 包层 16 与纤芯 15 之间的界面这双方处反复进行反射, 在纤芯 15 内传播。在这里, 例如如图 1B 所示, 即便是在光学部件 10 的一体成型时, 因纤芯 14 (纤芯 15) 变形而形成了相互平行的对面的情况下, 在纤芯 15 内行进的光, 不仅在与第 2 包层 16 之间的界面上, 在与断面大体上为圆形, 就是说具有曲面形状的第 1 包层 14 之间的界面上, 也可以避免在纤芯 14 内带状地行进这样的状况。在这里, 如图 1B 所示, 即便是第 1 包层 14 的直径 a 与纤芯 15 的断面的直线部分的宽度 a' 比较起来多少有些小的情况下, 光的带状的行进也会大幅度地降低。结果, 可以防止形成仅仅在特定的出射角上有强度的图形的现象。

此外, 光学部件 10, 由于第 1 包层 14 的折射率 n_1 与第 2 包层 16 的折射率 n_2 相等, 故纤芯 15 与第 1 包层 14 之间的界面上的临界角和纤芯 15 与第 2 包层 16 之间的界面上的临界角相等。

接着, 对本实施例的光学部件的效果进行说明。光学部件 10 的构成光学部件 10 的光纤, 采用由断面大体上为圆形的第 1 包层 14、在第 1 包层 14 的周围形成纤芯 15、在纤芯 15 的周围形成的第 2 包层 16 构成的办法, 就可以消除仅仅在特定的入射角上形成具有强度的图形的现象。结果, 可以防止图形噪声, 可以从光学部件 10 的出射面 10b 得到解像度高的输出图象。

此外, 光学部件 10, 由于纤芯 15 与第 1 包层 14 之间的界面上的临界角和纤芯 15 与第 2 包层 16 之间的界面上的临界角相等, 故结果就变成为在纤芯 15 与第 1 包层 14 之间的界面上进行全反射的光, 在纤芯 15 与第 2 包层 16 之间的界面上也必然进行全反射, 而在纤芯 15 与第 2 包层 16 之间的界面上进行全反射的光, 在纤芯 15 与第 1 包层 14 之间的界面上也必然会进行全反射, 使效率良好的光传送成为可能。

在上述实施例中, 为了形成构成光学部件 10 的光纤 28, 用图 2F~图 2H 所示的方法形成母材 26, 但也可以用以下所示的方法。就是说, 如图 5A~图 5C 所示, 首先制造具有圆柱形状的第 1 包层母材 20 (图 5A), 在其周围, 配置 2 个具有把厚壁圆筒在与其底面垂直的平面上分成 2 等份的形状的纤芯母材 30 (图 5B)。然后, 把纤芯母材 30 配置在在上述工序中制造的第 1 纤芯母材 20 的周围的制成品, 装填到具有管道形状的包层母材 24 中, 制造光纤制造用的母材 32 (图 5C)。在这里, 用喷灯进行熔融等方法对包层母材 24 的一方的底部 24a 进行密封。以后的处理, 即利用母材 32 的拉丝进行的光纤 28 的形成和光学部件 10 的形成, 与上边所说的形成方法是一样的。

此外, 用来形成构成光学部件 10 的光纤 28 的母材的形成, 也可以用以下所示的方法。就是说, 如图 6A~图 6C 所示, 首先制造具有圆柱形状的第 1 包层母材 20 (图 6A), 在其周围, 配置多个具有圆柱形状的纤芯母材 34 (图 6B)。然后, 把纤芯母材 34 配置在在上述工

序中制造的第1包层母材20的周围的制成品, 装填到具有管道形状的第2包层母材24中, 制造光纤制造用的母材36(图6C)。在这里, 用喷灯进行的熔融等的方法对包层母材24的一方的底部24a进行密封。以后的处理, 即利用母材36的拉丝进行的光纤28的形成和光学部件10的形成, 与上边所说的形成方法是一样的。

此外, 用来形成构成光学部件10的光纤28的母材的形成, 也可以用以下所示的方法。就是说, 如图7A~图7C所示, 首先制造具有圆柱形状的第1包层母材20(图7A), 在其周围, 配置多个具有四角柱状的纤芯母材38(图7B)。然后, 把纤芯母材38配置在在上述工序中制造的第1包层母材20的周围的制成品, 装填到具有管道形状的第2包层母材24中, 制造光纤制造用的母材40(图7C)。在这里, 用喷灯进行的熔融等的方法对包层母材24的一方的底部24a进行密封。以后的处理, 即利用母材40的拉丝进行的光纤28的形成和光学部件10的形成, 与上边所说的形成方法是一样的。

在上述实施例中, 光学部件10的断面构造, 变成为如图1B所示的那样的构造, 但是, 若使构成光学部件10的各条光纤具备断面为大体上的圆形第1包层14、在第1包层14的周围形成的纤芯15、和在纤芯14的周围形成的第2包层16, 则可以考虑各种各样的变形。

图8是第2变形例的光学部件50的扩大剖面图。光学部件50与实施例1的光学部件10的不同之处在于, 光学部件50不设置光吸收体18。此外, 在光学部件50中, 由于第1包层14的直径 a 已变成为比纤芯15的断面的直线部分(或近似于直线的部分)的宽度 a' 大, 故可以完全地排除在现有技术中出现的光的带状的行进。此外, 填满各个纤芯的间隙的包层16的宽度 b , 必须具有用来作为包层起作用的足够的厚度。

图9是第2变形例的光学部件60的扩大剖面图。光学部件60与第1变形例的光学部件50的不同之处在于, 光学部件50的纤芯15的界面(外周)具有曲面形状。具有这样的断面形状的光学部件60, 在光纤的加热加压处理时, 可以采用选择纤芯15和第2包层16的材质,

使得纤芯 15 的粘度与第 2 包层 16 的粘度比较起来极其之小的办法得到。在这种情况下, 虽然为了极力防止在现有技术中出现的光的带状的行进, 使第 1 包层 14 的直径 a 比纤芯 15 的直线部分的宽度 a' 大是有利的, 但是, 为了加大入射面 10a 的有效受光面积 (纤芯 15 的断面面积), 希望第 1 包层 14 的直径小, 所以可以在考虑到解像度、有效受光面积等因素后适当地选择第 1 包层 14 的直径。此外, 填满各个纤芯的间隙的包层 16 的宽度 b , 必须具有用来作为包层起作用的足够的厚度。

图 10 是变形例 3 的光学部件 70 的扩大剖面图。光学部件 70 与实施例 1 的光学部件 10 的不同之处在于, 光学部件 70 在第 1 包层 14 的内部设置光吸收体 72。采用在第 1 包层 14 的内部设置光吸收体 72 的办法, 就可以通过光吸收体 72 效果良好地除去进入到第 1 包层 14 内的光。

图 11A ~ 图 11D 是上述变形例 3 的光学部件 70 的制造工序图。要想制造构成光学部件 70 的光纤, 首先, 要制造圆柱形状的光吸收体母材 74 (图 11A), 通过用第 1 包层母材 76 把其周围覆盖起来, 形成圆柱形状的第 1 包层母材 76 (图 11B)。之后的对纤芯母材 22 的装填 (图 11C), 对第 2 包层 1 母材 24 的装填 (图 11D) 与上边所说的是一样的。把用该方法制造的母材 78 拉丝, 用成型为一个整体的办法, 就可以得到光学部件 70。

此外, 上述变形例 3 的光学部件 70 也可以用图 12A ~ 图 12D、13A ~ 图 13D、14A ~ 图 14D 所示的那样的制造方法制造。就是说, 在把纤芯母材配置到第 1 包层母材 76 的周围的工序中, 既可以配置 2 个具有把厚壁圆筒在与其底面垂直的平面上分成 2 等份的形状的纤芯母材 30 (图 12C), 也可以配置多个具有圆柱形状的纤芯母材 34 (图 13C), 还可以配置多个具有四角柱形状的纤芯母材 38 (图 14C)。

此外, 上述实施例的光学部件 10、50、60 和 70, 是把多条光纤平行地排列起来的光学部件, 但是, 也可以是使多条光纤具有弯曲部分地进行排列, 使入射到入射面上的光图象扩大或缩小后进行输出的

锥状的光学部件。

产业上利用的可能性

上述光学部件，由于具有传送效率高、与透镜比较起来可以小型化等种种的优点，故可以在指纹检测装置、射线探测器等各种各样的领域中利用。

图 1A

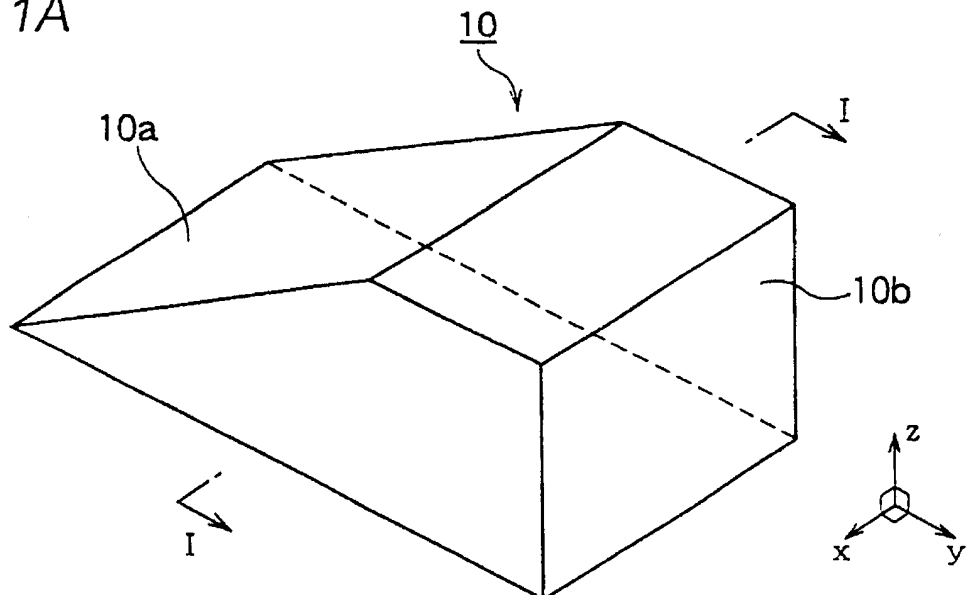


图 1B

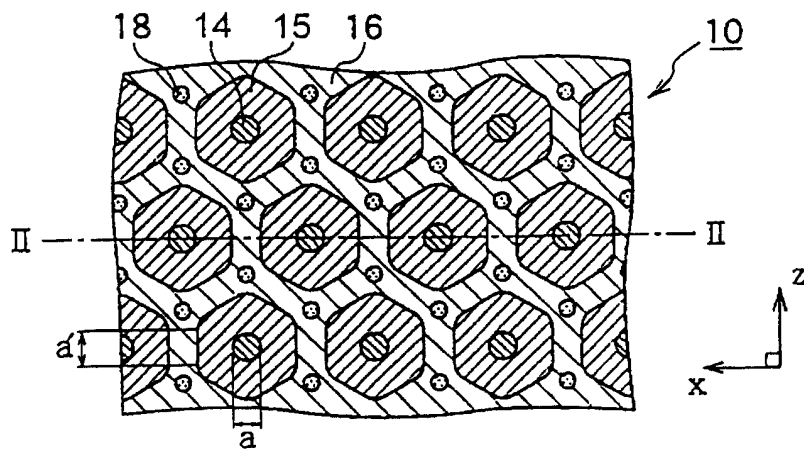
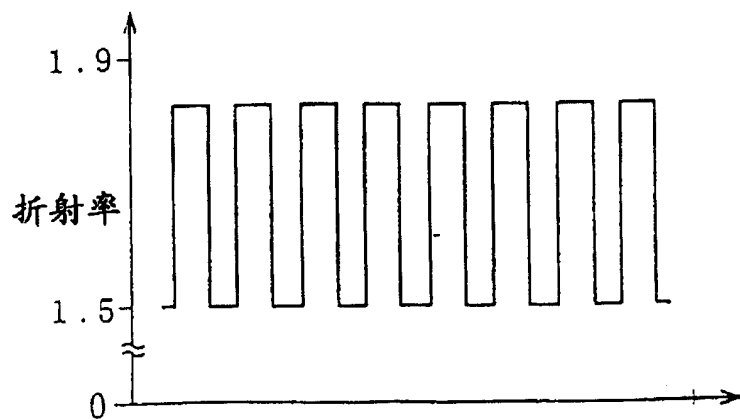


图 1C



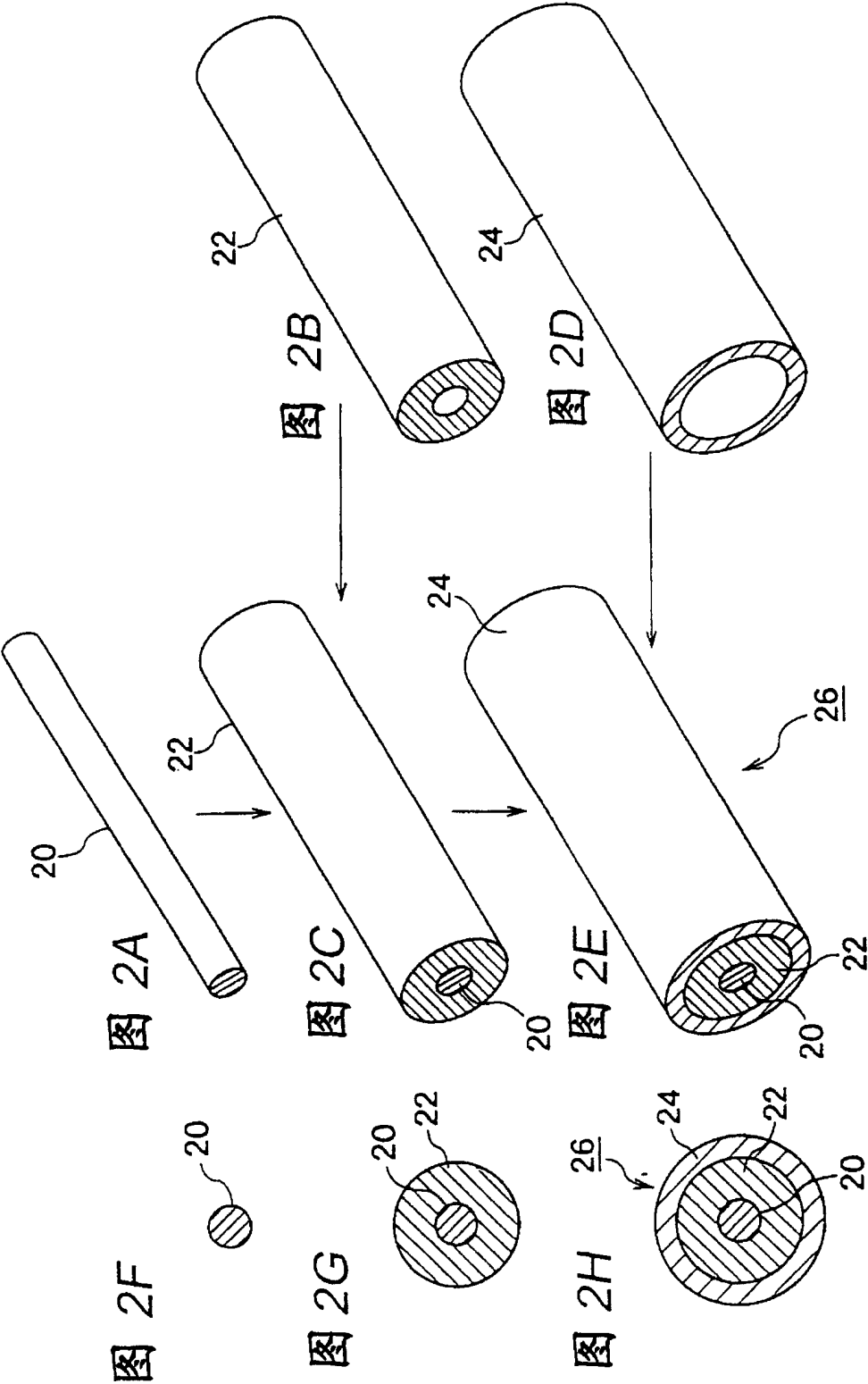


图 3

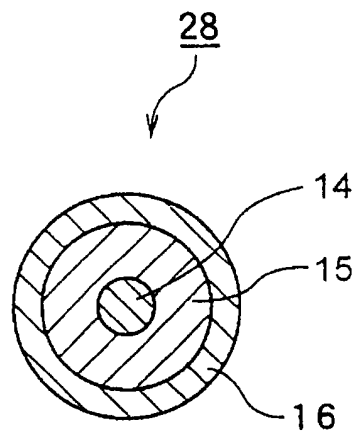


图 4

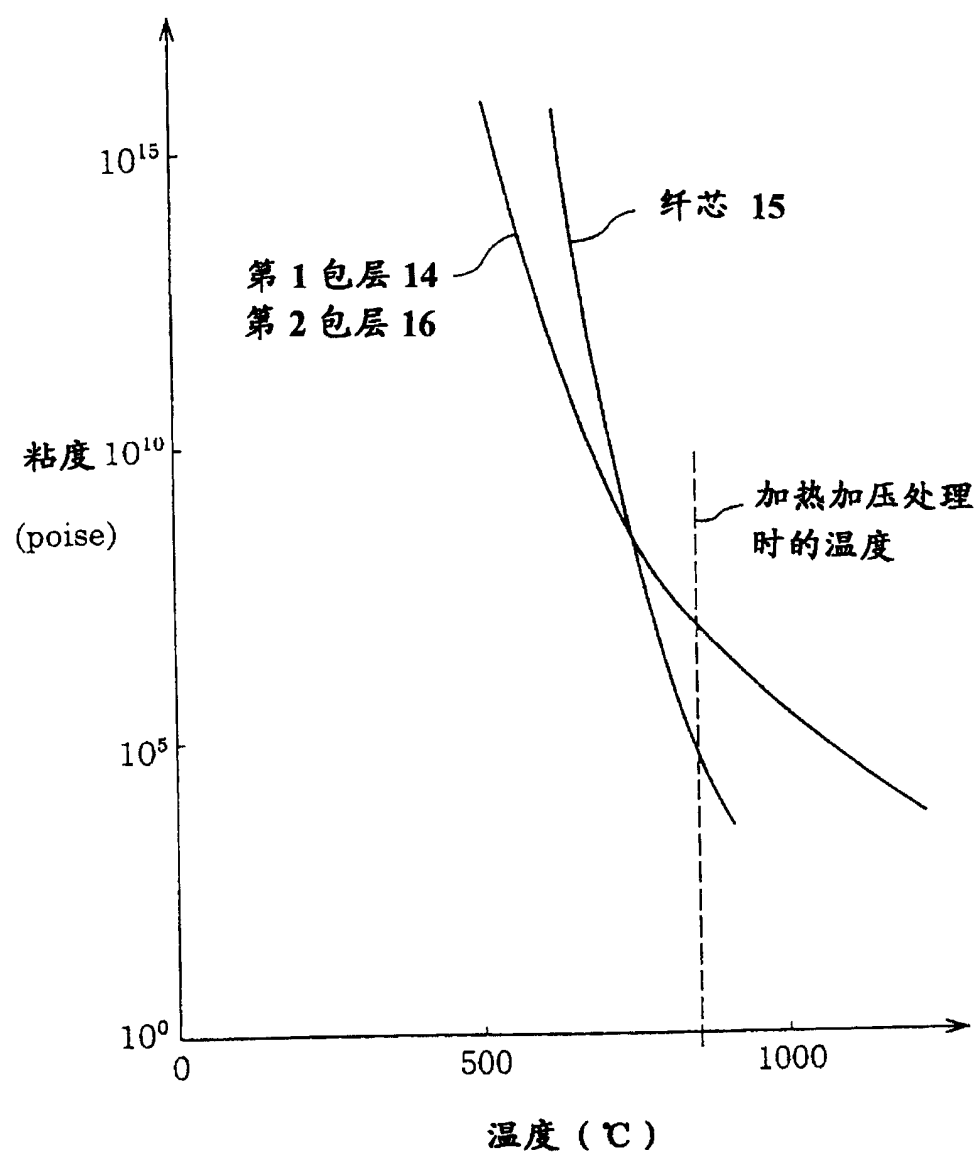


图 5A

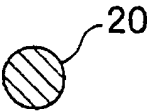


图 5B

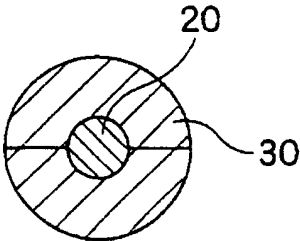


图 5C

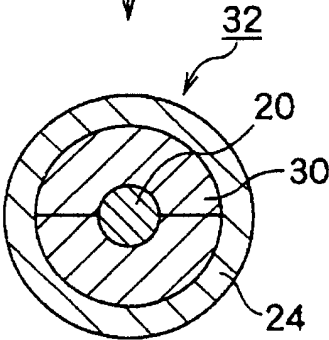


图 6A

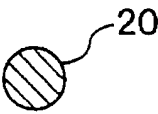


图 6B

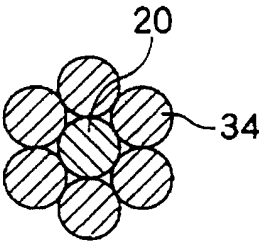


图 6C

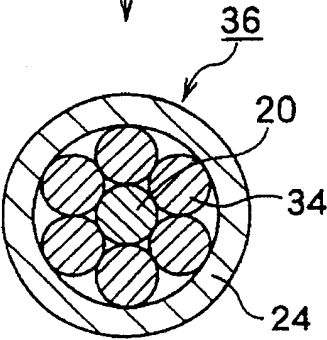


图 7A

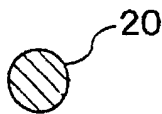


图 7B

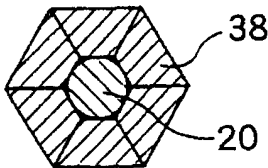


图 7C

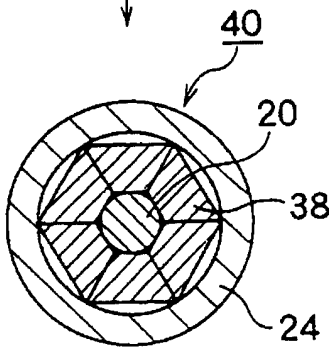


图 8

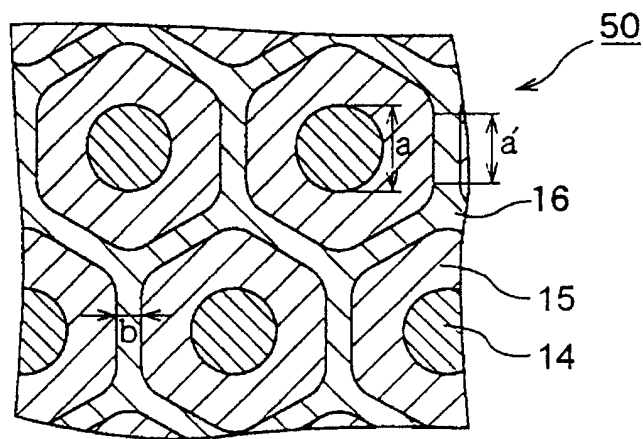


图 9

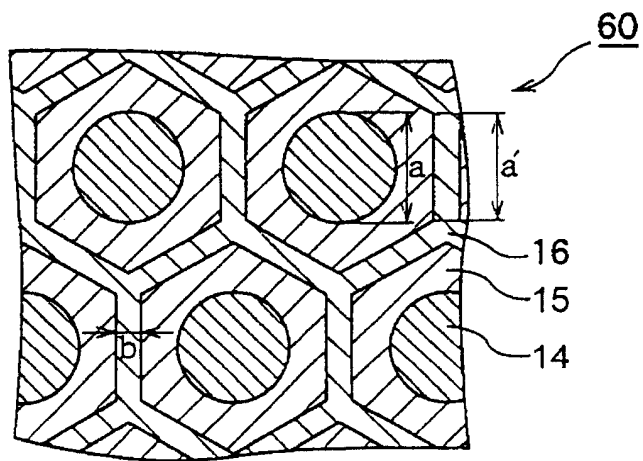


图 10

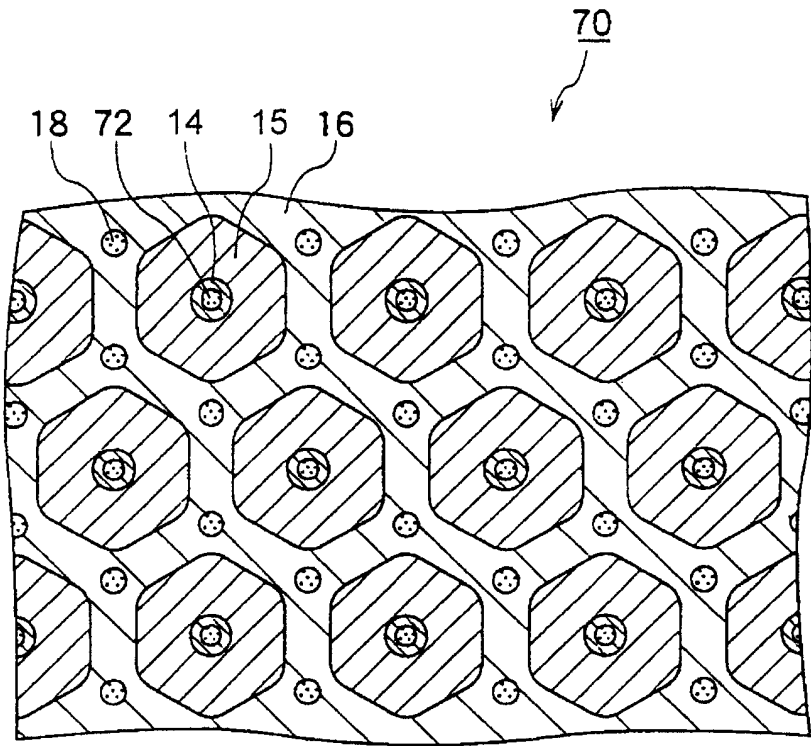


图 11A

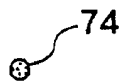


图 11B

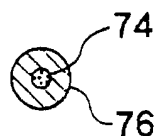


图 11C

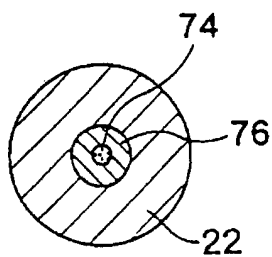


图 11D

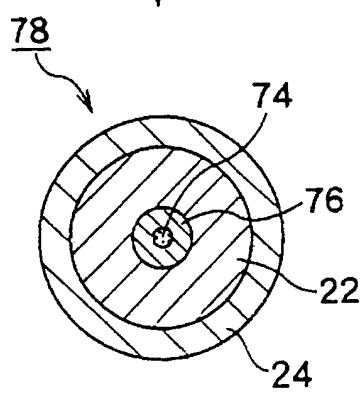


图 12A

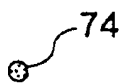


图 12B

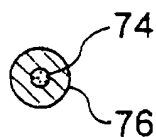


图 12C

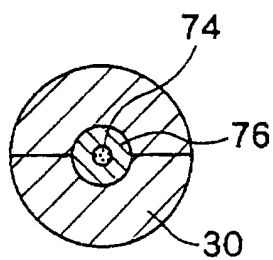


图 12D

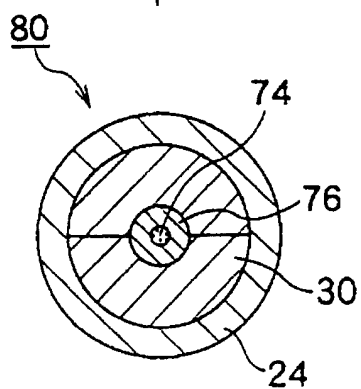


图 13A

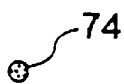


图 13B

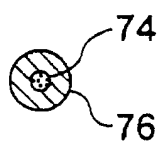


图 13C

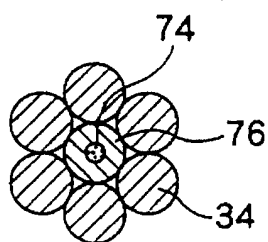


图 13D

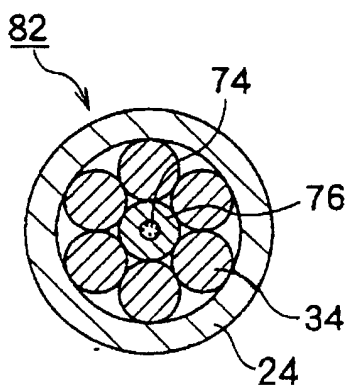


图 14A



图 14B

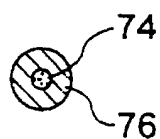


图 14C

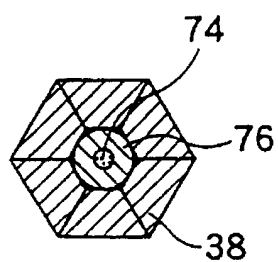
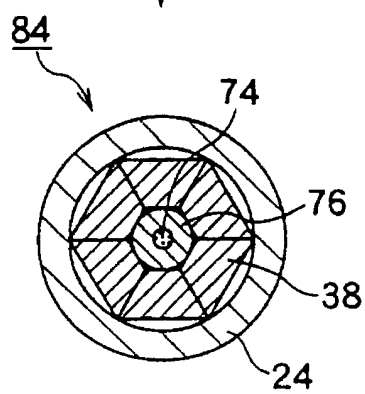


图 14D



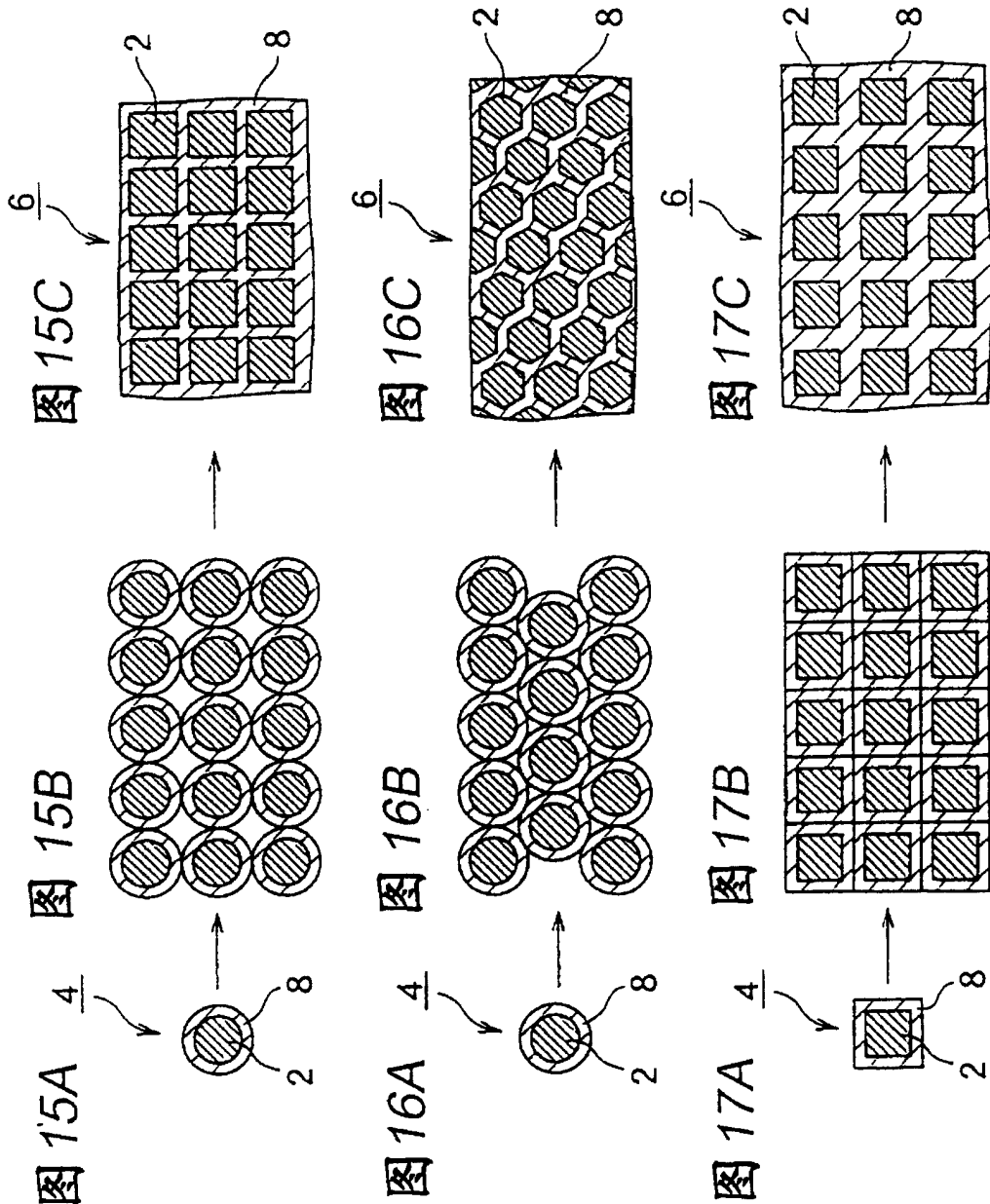


图 18A

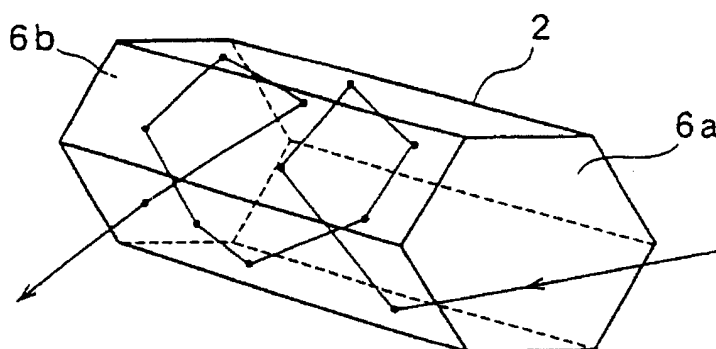


图 18B

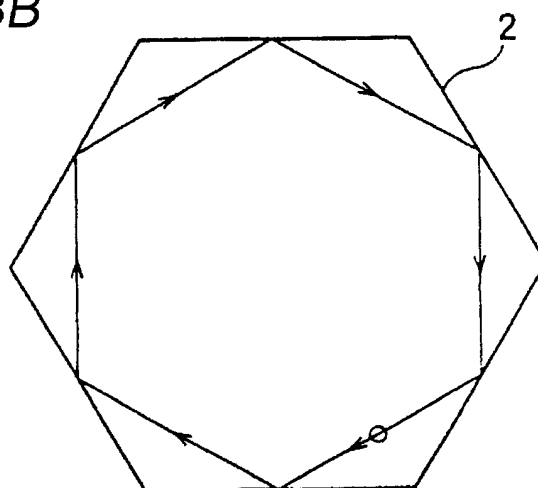


图 18C

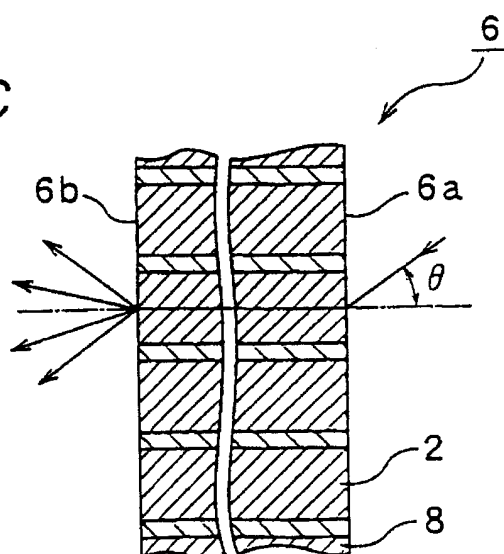


图 19A

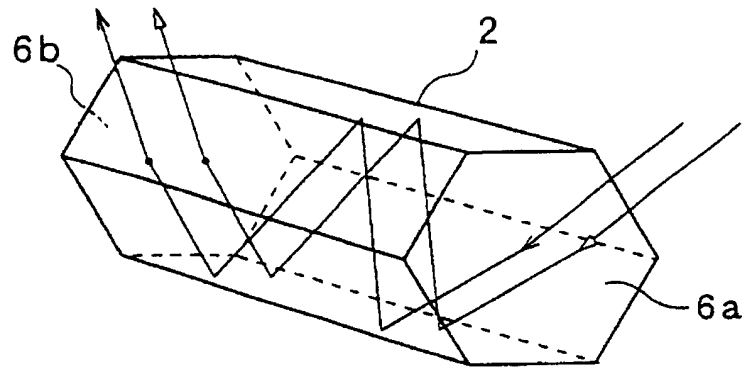


图 19B

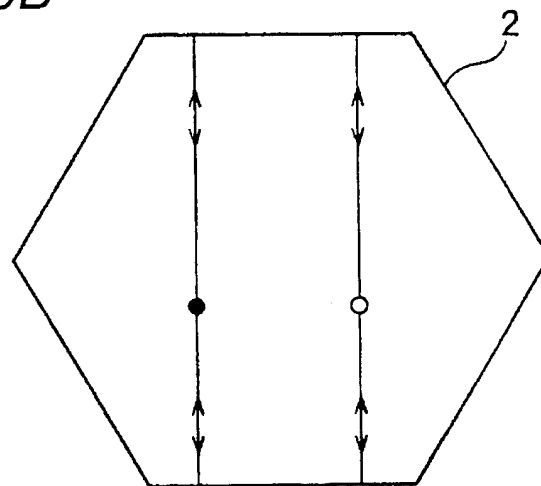


图 19C

