[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 7/24 (2006.01)
G11B 17/028 (2006.01)
G11B 7/26 (2006.01)
B29D 17/00 (2006.01)
B29C 45/26 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810165744.3

[43] 公开日 2009 年 2 月 25 日

[11] 公开号 CN 101373610A

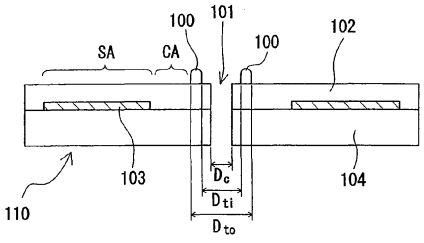
[22] 申请日 2003.9.4
[21] 申请号 200810165744.3
分案原申请号 03158052.1
[30] 优先权
[32] 2002. 9. 5 [33] JP [31] 2002 - 260192
[32] 2002.11. 1 [33] JP [31] 2002 - 320017
[32] 2003. 3.13 [33] JP [31] 2003 - 68752
[71] 申请人 松下电器产业株式会社
地址 日本大阪府
[72] 发明人 林一英 大野锐二 毛利政就
[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 张成新
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 15 页

[54] 发明名称

光学数据记录介质及其读取装置、记录装置和制造方法

[57] 摘要

一种盘形光学数据记录介质及其读取装置、记录装置和制造方法，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，及设置在信号记录层上面的 10μm 至 200μm 厚的透明保护层。 所述光学数据记录介质包括：从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起。 所述凸起设置在中心孔和当在信号记录层中读和/或写数据时夹持所述光学数据记录介质的夹紧区域之间的区域中。



1．一种光学数据记录介质，所述光学数据记录介质具有用于读和/或写数据的信号记录层，及设置在信号记录层上面的透明保护层，所述光学数据记录介质包括：

从光发射到信号记录层的光入射表面侧上的透明保护层的表面伸出的凸起，所述凸起设置在光学数据记录介质的中心孔和当在信号记录层中读和/或写数据时夹持所述光学数据记录介质的夹紧区域之间的区域中。

2．一种读取设备，所述读取设备用于从根据权利要求 1 所述的光学数据记录介质读取数据，所述读取设备具有：

夹紧部件，所述夹紧部件用于夹持记录介质的夹紧区域；以及

旋转部件，所述旋转部件用于旋转记录介质，

其中所述读取设备以高于 DVD 的传输速度的传输速度读取被记录在记录介质上的数据。

3．一种记录设备，所述记录设备用于将数据记录到根据权利要求 1 所述的光学数据记录介质中，所述记录设备具有：

夹紧部件，所述夹紧部件用于夹持记录介质的夹紧区域；以及

旋转部件，所述旋转部件用于旋转记录介质，

其中所述记录设备以高于 DVD 的传输速度的传输速度将数据记录在记录介质上。

4．一种读取方法，所述读取方法用于从根据权利要求 1 所述的光学数据记录介质读取数据，所述读取方法具有：

夹紧步骤，所述夹紧步骤用于夹持记录介质的夹紧区域；以及

旋转步骤，所述旋转步骤用于旋转记录介质，

其中读取设备以高于 DVD 的传输速度的传输速度读取被记录在记录介质上的数据。

5．一种记录方法，所述记录方法用于将数据记录到根据权利要求 1 所述的光学数据记录介质中，所述记录方法具有：

夹紧步骤，所述夹紧步骤用于夹持记录介质的夹紧区域；以及

旋转步骤，所述旋转步骤用于旋转记录介质，

其中记录设备以高于 DVD 的传输速度的传输速度将数据记录在记录介质上。

6．一种用于光学数据记录介质的制造方法，所述方法包括如下步骤：

形成用于读和/或写数据的信号记录层；

形成设置在该信号记录层上的透明保护层；以及

形成从光发射到信号记录层的光入射表面侧上的透明保护层的表面伸出的凸起，其中所述凸起形成在光学数据记录介质的中心孔和当在信号记录层中读和/或写数据时夹持所述光学数据记录介质的夹紧区域之间的区域中。

光学数据记录介质及其读取装置、记录装置和制造方法

本申请为 2003 年 9 月 4 日递交的专利申请号为 03158052.1 的、发明名称为“光学数据记录介质及其制造方法和夹紧该介质的方法”的专利申请的分案申请。

技术领域

本发明涉及一种盘形光学数据记录介质，所述光学数据记录介质具有信号记录层，所述信号记录层用于通过将光束发射到其上记录和/或播放信息；以及设置在所述信号记录层之上的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层。本发明还涉及用于制造该光学数据记录介质的方法，以及用于夹紧该光学数据记录介质的方法。

背景技术

光盘已经众所周知并且用作一种高容量数据存储介质，利用激光束高密度记录和读出或重放信息。这些光盘大致分类为只读，增量可写（多重话路），以及可重写。典型的只读盘是存储音频内容的压缩盘（CD）和存储诸如电影的视频内容的激光影碟。增量可写（多重话路）和可重写介质都广泛用于计算机工业，例如，用于存储文本文件和静止图像。

这些光盘一般具有设置在 1.2 mm 厚的透明衬底的一个主侧面上的数据层。然后保护外涂层涂敷到数据层上，或与透明衬底相同的保护盘由粘结剂粘接在数据层上。例如，请参见日本公开专利 No. 2001-093193 [0015]段和图 1，以及日本公开专利 No. 2002-042376 [0019]段和图 1。

作为高容量光盘介质的数字式通用盘（Digital Versatile Disc/DVD）的研制和引入已经使得最终用户将移动图像内容（诸如电影和视频）与音频一起记录到光盘成为实用技术。诸如 DVD 的高密度介质已经通过

利用较短波长的激光和具有大数值光圈或数值孔径（NA）的物镜而实现。然而，缩短光束波长和增加 NA 也降低了倾斜（即盘相对激光束发射方向的倾斜）公差或倾斜容限。

通过利用较薄的衬底能够提高倾斜公差。例如，对于 DVD 介质，假定 650 nm 的激光和 0.60 NA 这意味着使用 0.6 mm 厚的衬底。由于 0.6 mm 厚的衬底机械强度较差并且会由此增加倾斜，因此 DVD 盘具有两个这种衬底，该衬底与其中间的数据记录表面粘接在一起。

通过利用这种叠层结构，例如金或硅的透明反射层形成在两个衬底中的一个的数据记录表面上，并且例如传统的铝反射层形成在另一个衬底的数据记录表面上。衬底然后粘接在一起，这些数据记录表面在内侧彼此相对，形成单侧双层 DVD，该 DVD 能够从盘的一侧读取，即从在数据记录层之上具有透明反射层衬底侧读取。现在已经可以获得具有类似的双层结构的可再写 DVD 介质，但是在这种情况下的数据记录表面是可再写薄膜记录层，而不是金属镜层。

利用波长大约是 400 nm 的蓝-紫色激光已经作为一种实现更高记录密度的方法被提出。一种方法在读/写侧利用大约 0.1 mm 厚的透明保护层并且利用用于信号读和/或写的大约 0.85 NA 的透镜形成超细激光点。透明层可以用下面两种方法形成。

（A）将稍薄于 0.1 mm 厚的透明衬底利用粘合剂粘接在 1.1 mm 厚的信号衬底的信号表面侧。

（B）用约 0.1 mm 厚的透明树脂层覆盖 1.1 mm 厚的信号衬底的信号表面侧。

采用方法（A），例如，通过铸造制造的聚碳酸酯薄板用作透明衬底。这种铸造薄板的厚度变化最小在大约+/- 1 μm。用于将该聚碳酸酯薄板粘接到信号衬底上的粘合剂的厚度也较薄并且能够容易形成均匀厚度。由此，在盘的记录/读数侧能够形成均匀厚度的透明保护层。

采用方法（B），由于透明树脂的厚度形成均匀厚度的涂层比较困难，但是，由于不必利用高成本铸造工艺制造的薄板，因此能够实现低成本高密度的光盘。

发明内容

高密度光盘的问题是透明保护层的表面容易划伤，并且划痕会容易引起失去伺服控制。增加透明保护层自身的机械强度将增加薄膜的厚度，并且不适合于高密度记录。因此在保持透明保护层较薄的同时防止其表面划伤比较困难。

在记录和重放期间高密度光盘的数据传送速率高于传统的 CD 和 DVD 介质，因此该盘转动较快。该盘相对于主轴孔的形状和重量不平衡因此会增加转动主轴（电机）上的载荷。

此外，这些高密度光盘的高速转动还需要比 CD 和 DVD 盘更高的盘夹紧力。

因此，本发明旨在解决这三个问题，并且本发明的目的是提供一种光学数据记录介质，该记录介质具有表面凸起，该凸起用于保护透明保护层并且降低盘转动期间施加在电机上的载荷，以及能够使更高的盘夹紧力施加到光学数据记录介质上。

为了实现上述目的，本发明提供一种光学数据记录介质，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，及设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，所述光学数据记录介质包括从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起，所述凸起设置在中心孔和当在信号记录层中读和/或写数据时夹持所述光学数据记录介质的夹紧区域之间的区域中。

由于凸起在夹紧区域的内周侧，因此凸起将不与光头干涉（碰撞）。此外，当光学数据记录介质放置在平面上且透明保护层侧朝向所述平面时，凸起保持透明保护层离开所述平面，由此防止划伤透明保护层。

由于凸起位于中心主轴孔附近，因此降低了凸起的重量不平衡所引起的施加在转动主轴（电机）上的载荷。

优选设置所述凸起与所述中心孔的外边缘沿径向分开至少 0.1 mm。这种结构防止凸起与在盘记录和读出（或重放）驱动器中用于在主轴孔夹持光学数据记录介质的中心锥体干涉，由此能够稳定夹紧光学数据记录介质。

在本发明的另一方面中，一种盘形光学数据记录介质，所述光学数

据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，及设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，其特征在于所述光学数据记录介质包括夹紧区域，所述夹紧区域沿径向在中心孔的外侧，用于当在信号记录层中读或记录数据时夹持所述光学数据记录介质；信号区域，所述信号区域沿径向在所述夹紧区域的外侧，用于在信号记录层中记录或读数据；以及凸起，所述凸起从所述透明保护层的表面伸出，所述凸起设置在所述夹紧区域和用于读和/或写信息的光发射到其上的信号记录层的光入射侧的信号区域之间的区域中。

当光学数据记录介质放置在平面上且透明保护层侧朝向所述平面时，凸起与信号区域的接近保持透明保护层与所述平面分开，由此提供给透明保护层良好的保护。

优选方式是，所述凸起设置到从所述夹紧区域的外周边缘沿径向到外侧 2 mm 内的区域。

由此，进一步防止凸起和光头之间的干涉，因为凸起离开信号区域足够的距离。

根据本发明的另一方面，一种盘形光学数据记录介质，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，及设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，其特征在于所述光学数据记录介质包括夹紧区域，所述夹紧区域沿径向在中心孔的外侧，用于当读或记录信号记录层时夹持所述光学数据记录介质；信号区域，所述信号区域沿径向在所述夹紧区域的外侧，用于在信号记录层中记录或读数据；以及凸起，所述凸起从所述透明保护层的表面伸出，所述凸起设置在用于读和/或写信息的光发射到其上的信号记录层的光入射侧的夹紧区域中。

这种光学数据记录介质在夹紧区域的突起的两侧被夹紧。因此凸起与光头不发生干涉（碰撞），并且当该盘放置在平面上且透明保护层侧朝向所述平面时，由于设置在盘的同一侧的凸起保持透明保护层升高在所述平面之上，因此将不会划伤透明保护层。

此外，可以施加更大的夹紧力并且盘能够稳定地转动，因此确保良好的信号质量。由于凸起位于中心主轴孔附近，因此也降低了凸起的重

量不平衡所引起的施加在转动主轴（电机）上的载荷。

优选方式是，凸起从透明保护层的表面伸出到 0.05 mm 至 0.5 mm 的高度。当该盘放置在平面上且透明保护层侧朝向所述平面时，由于凸起在同一侧伸出盘表面之上足够数量以保持透明保护层不接触所述平面，因此将不会划伤透明保护层。如果进一步优选凸起的高度是从透明保护层的表面伸出 0.1 mm 至 0.3 mm，则可以进一步改进防划伤并降低成本。

更优选的方式是，用于在信号记录层中记录或读信息的光的波长是 410 nm 或小于 410 nm，从而能够实现能够进行高密度记录和读出的小射束点。

本发明的另一方面是一种用于盘形光学数据记录介质的制造方法，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，以及从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起。所述制造方法包括如下步骤：制备具有与所述凸起相对应的空腔的第一模具，和与第一模具相对应的第二模具；将第一模具和第二模具配置和闭合在一起；在第一模具和第二模具之间注入树脂；使树脂固化以形成具有凸起的树脂模制物；以及打开第一模具和第二模具，取出固化的树脂模制物。

在另一种用于盘形光学数据记录介质的制造方法中，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，以及从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起，用于所述光学数据记录介质的衬底通过利用具有与凸起相对应的空腔的模具通过注塑形成，并且凸起同时形成在所述衬底上。

这些根据本发明的用于光学数据记录介质的制造方法在模具中提供了与期望的凸起形状相对应的空腔，然后将熔化的树脂引入模具内并且在注射模塑法工艺中施加压力。该方法生产出的衬底具有由模具中的压模印制的信号图案和同时形成到该衬底表面上的凸起，由此改进光学数据记录介质的大规模生产。

根据本发明的另一方面，一种用于盘形光学数据记录介质的制造方法，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，以及从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起，通过粘接或连接到光学数据记录介质上凸起形状的件在光学数据记录介质上形成凸起。

通过由此将形成期望的凸起形状的件粘接或连接到盘表面上，该光学数据记录介质的制造方法能够容易地在盘上的期望位置形成凸起，由此提高大规模生产。

根据本发明的另一方面，一种用于盘形光学数据记录介质的制造方法，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，以及从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起，通过将液体材料滴在光学数据记录介质上并且使凸起形状的液体材料固化在光学数据记录介质上形成凸起。

这种制造方法通过简单地改变液体材料滴到衬底上的方式在盘表面的期望位置能够容易地形成期望形状的突起。同时需要很少的时间形成凸起，因此能够以低成本制造根据本发明的具有凸起的光学数据记录介质。

根据本发明的另一方面，一种用于盘形光学数据记录介质的制造方法，所述光学数据记录介质具有用于利用光读和/或写数据的信号记录层，设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层，以及从光发射到信号记录层的光入射表面侧的透明保护层的表面伸出的凸起，通过利用具有期望的凸起形状的筛框（screen）由丝网印刷工艺（screen printing process）在光学数据记录介质上形成凸起。

这种制造方法通过简单地改变筛框中的凸起的图案在盘表面的期望位置能够容易地形成期望形状的突起。同时需要很少的时间形成凸起，因此能够以低成本制造根据本发明的具有凸起的光学数据记录介质。

在上述光学数据记录介质的制造方法中，用于制造粘接或连接到光学数据记录介质表面上的件的材料，和由丝网印刷工艺形成的凸起的材

料优选为树脂。这使得材料处理简单，能够利用低成本材料，并且提高设产率。树脂进一步优选紫外线固化树脂，热固树脂或压敏粘合剂。这些材料中的每一个价格便宜，容易获得。

更优选的方式是，所述凸起设置在中心孔和夹持所述光学数据记录介质用于在信号记录层中读和/或写数据的夹紧区域之间的区域中。

这种结构使凸起位于夹紧区域的内周侧的光学数据记录介质表面上。因此，凸起不与光头干涉（碰撞），并且当该盘放置在平面上且透明保护层朝向所述平面时由于设置到盘的同一侧上的凸起防止透明保护层接触该平面，因此不会划伤透明保护层。由此，能够长时间确保盘的可靠性。

更优选的方式是，所述凸起设置在当在信号记录层中读或记录数据时用于夹持所述光学数据记录介质的夹紧区域和用于在信号记录层中记录或读数据的信号区域之间的区域中。

更优选的方式是，所述凸起设置到从所述夹紧区域的外周边缘沿径向到外侧 2 mm 内的区域。在这种情况下，无论是光学数据记录介质用于记录装置还是读出或重放装置，光学数据记录介质确保凸起和光头之间不发生干涉。

更优选的方式是，所述凸起设置在夹紧区域中，当在信号记录层中读或记录数据时所述夹紧区域用于夹持所述光学数据记录介质。

由于在这种情况下盘在凸起的两侧夹紧，防止凸起与光头干涉，同时也保护了透明保护层。更大的夹紧力可以施加到光学数据记录介质上。

更优选的方式是，凸起从透明保护层的表面形成到 0.05 mm 至 0.5 mm 的高度。由于采用这种结构凸起从透明保护层表面伸出足够数量，因此当盘放置在平面上时由于凸起防止透明保护层接触所述平面，从而不会划伤透明保护层。由此能够制造更可靠的光学数据记录介质。

如果凸起高度进一步优选为距透明保护层表面 0.1 mm 至 0.3 mm，则可进一步改进防划伤性能和降低成本。

根据本发明的另一当面，一种用于盘形光学数据记录介质的夹紧方法，所述光学数据记录介质具有用于利用具有 0.7 至 0.9 数值孔径

（numeric aperture）的光头通过发射光读和/或写数据的信号记录层，以及设置在信号记录层上面的 10 μm 至 200 μm 厚的透明保护层。所述光学数据记录介质包括夹紧区域，所述夹紧区域沿径向在中心孔的外侧，用于当在信号记录层中读或记录数据时夹持所述光学数据记录介质；信号区域，所述信号区域沿径向在所述夹紧区域的外侧，用于在信号记录层中记录或读数据；以及凸起，所述凸起在用于读和/或写信息的光发射到其上的信号记录层的光入射侧的夹紧区域中从所述透明保护层的表面伸出。当在所述光学数据记录介质的信号记录层中读或记录数据时所述夹紧方法在凸起的两侧夹持所述光学数据记录介质。

通过在凸起的两侧夹持光学数据记录介质，该盘夹紧方法能够施加更大的夹持力，盘能够稳定地转动，并且能够实现良好的信号质量。

优选方式是，用于在光入射侧在凸起的两侧夹紧的区域是在半径为 11 mm 至 16.5 mm 的径向区域中。

更优选的方式是，通过在光入射侧在凸起的两侧夹持光学数据记录介质和夹持凸起而夹紧光学数据记录介质。

由此，通过在凸起的相对的两侧的两个区域中夹紧该盘并且通过直接在凸起上施加力，可以施加更大的夹紧力。

利用根据本发明的光学数据记录介质，凸起不与光头干涉（碰撞）并且当盘以透明保护层向下放置在平面上时由于凸起防止透明保护层接触该平面因此可是保护透明保护层以防止划伤。

此外，由于凸起位于中心主轴孔附近，因此也降低了凸起的重量不平衡所引起的施加在转动主轴（电机）上的载荷。

根据本发明的光学数据记录介质的夹紧方法在凸起的任一侧或两侧在夹紧区域夹持光学数据记录介质。因此，在记录和读出或重放期间能够稳定地夹持光学数据记录介质并且使其转动，从而，确保一致的记录和读出以及确保良好的信号质量。

本发明的光学数据记录介质的制造方法能够容易地形成凸起，由此提高光学数据记录介质的生产率。

通过结合附图参照下面的描述和权利要求，本发明的其它目的和达到的效果以及更充分的理解将更加明显并且被理解。

附图说明

通过下面参照附图描述优选实施例，本发明变得很容易理解，其中相同的部分由相同的标号表示，其中：

图 1A 是根据本发明第一个实施例的具有凸起的光学数据记录介质的截面图，图 1B 是该盘的俯视图；

图 2A 至图 2E 是可能的凸起形状的局部截面图；

图 3A 至图 3C 描述了当从凸起的上面在俯视图中观看时凸起的各种结构；

图 4 是另一个光学数据记录介质的截面图，其中从主轴孔至夹紧区域的区域的结构不同于图 1 所示的结构；

图 5A 至图 5C 是制造根据本发明的具有凸起的光学数据记录介质的第一个方法的截面图；

图 6 示出了制造根据本发明的具有凸起的光学数据记录介质的第二个方法；

图 7A 和图 7B 示出了制造根据本发明的具有凸起的光学数据记录介质的第三个方法；

图 8A 是根据本发明第二个实施例的具有凸起的光学数据记录介质的局部截面图，图 8B 是该光盘的局部俯视图；

图 9 是局部截面图，该图描述了从根据本发明第二个实施例的具有凸起的光学数据记录介质的数据记录层读取数据和/或将数据写入到其上；

图 10 示出了制造根据本发明第二个实施例的光学数据记录介质的方法中形成凸起的方法的例子；

图 11A 至图 11C 是示意截面图，其中示出了夹紧根据本发明第三个实施例的具有凸起的光学数据记录介质的方法；

图 12A 至图 12C 是局部截面图，图中示出了用卡盘或夹具夹住光学数据记录介质以在数据记录层上读和/或写数据；

图 13 是置于平坦表面上的翘曲的光学数据记录介质的局部截面图；

图 14A 和图 14B 示出了透明保护层和夹紧区域 CA 具有不同表面高度的光学数据记录介质的例子；

图 15 是描述具有较小凸起的光学数据记录介质的局部截面图；以及

图 16 是局部截面图，其中示出了当从盘的顶侧和底侧夹紧时的第三实施例的光学数据记录介质。

具体实施方式

下面参照附图描述本发明的优选实施例。

实施例 1

图 1 是根据本发明的光学数据记录介质的优选实施例的侧视截面图。图 1 所示的光学数据记录介质 110（下面还简称为“盘”）具有凸起 100，凸起 100 设置在光学数据记录介质 110 的表面上，位于夹紧区域或夹持区域 CA 的内周侧和主轴孔 101 的外侧边缘之间。图 1A 是该光学数据记录介质 110 的截面图，图 1B 是光学数据记录介质 110 的俯视图。

该光学数据记录介质 110 的外径是 120 mm。夹紧区域 CA 是当从信号记录层 103 读数据和/或写数据到信号记录层 103 时夹紧和保持光学数据记录介质 110 的区域。夹紧区域 CA 的内径 D_{CAI} 是 22 mm 并且外径 D_{CAO} 是 33 mm。

透明保护层 102 保护信号记录层 103。例如，波长为 405 nm 的光束从光头发射，通过透明保护层 102 并且集中在数据记录层 103 上，以读和/写数据。

透明保护层 102 例如是 100 μm 厚。信号记录层 103 形成在信号凹陷或槽之上，信号凹陷或槽形成在信号衬底 104 的信号区域 SA 中。信号区域 SA 的内径 D_{SAI} 是 42 mm 并且外径 D_{SAO} 是 119 mm。信号记录层 103 可以是包括 GeSbTe 相变膜的多层膜，包括颜料膜的多层膜，或金属合金薄膜。

主轴孔 101 的直径 Dc 是 15 mm。凸起 100 的内径 D_{ti} 是 8 mm，沿径向的宽度（径向宽度）是 1 mm，并且凸起 100 在透明保护层 102 的表面上的高度是 0.3 mm。凸起 100 的径向宽度优选 0.2 mm 至 1 mm。优选 0.2 mm 或更大的宽度以确保足够的机械强度。

凸起 100 从透明保护层 102 的表面 的高度优选 0.1 mm 至 0.5 mm。如果凸起 100 的高度在透明保护层 102 的表面之上至少 0.1 mm 并且透明

保护层 102 放置在平面上，凸起 100 朝下，则透明保护层 102 将不接触该平面并且将被保护以防止划伤。

此外，当凸起 100 的内径 D_{ti} 是 8 mm 时，凸起 100 的内侧边缘必须仅仅与主轴孔 101 的外边缘相隔至少 0.1 mm。换句话说，凸起 100 的内径必须大于直径（D_C+0.2）mm 并且外径必须小于夹紧区域 CA 的内径 D_{CAI}。如果内径 D_{ti} 大于（D_C+0.2）mm，则在记录和读取期间该盘能够被稳定地夹紧和旋转，从而确保良好的信号质量，在记录器或读取装置的定心锥形物和凸起 100 之间不会发生干涉。

表 1 示出了从透明保护层 102 的表面处于不同高度的凸起 100 的效果。用于评价凸起 100 的有效性的指标是当透明保护层 102 朝下靠在一个平面上放置该盘时在透明保护层 102 的表面上的划痕量，盘 110 能够拾取的容易程度。

表 1 凸起高度和效果

凸起距透明保护层表面的高度（mm）	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
表面划伤	不好	一些	好	好	好	好	无
拾取容易程度	不好	差	差	好	好	很好	很好

当凸起 100 的高度是距透明保护层 102 的表面 0 mm 时，即当没有凸起 100 时，透明保护层具有非常多的划伤并且从平面拾取该盘困难。仅仅 0.05 mm 的凸起高度对划痕和拾取盘的容易程度稍有改进，保护间隙仍然不充分并且透明保护层的表面必须以一些方式处理，例如通过硬化，以提高抗划伤能力。

0.1 mm 的凸起高度显著改进划伤，即大体没有划伤。当凸起高度是 0.2 mm 至 0.3 mm 时透明保护层基本上没有划伤并且盘容易拾取。

当凸起高度是 0.4 mm 时透明保护层基本上没有划伤并且盘非常容易拾取。采用 0.5 mm 的凸起高度时透明保护层上没有发现划伤并且盘非常容易拾取。

透明保护层表面之上的凸起 100 的高度增加到大于 0.5 mm 对划痕保护或盘拾取容易程度不再产生任何改进。此外，大于 0.5 mm 的高度增加

了所需材料量并且由此增加了成本，因此这是不期望的。

应当注意，如果主轴孔 101 的直径 D_C 大约 15 mm，凸起 100 的直径在 17.5 mm 到 22 mm 之间，并且凸起 100 距透明保护层 102 的表面的高度是 0.3 mm 或小于 0.3 mm，则能够实现下面描述的三个优点，包括上述效果。（请注意，下面的（2）和（3）是上述效果）。

（1）在光盘的记录和读取期间凸起 100 不与用于夹紧盘的卡盘或夹具发生干涉。

（2）无论弯曲盘或将盘放置在平面上，都能够防止透明保护层 102 划伤。

（3）即使弯曲盘也能够容易地从平面拾取盘。

首先描述上述第（1）项，图 12A 至图 12C 示出了用卡盘或夹具夹住光学数据记录介质以对盘进行记录或运行操作。图 12 示出了一个简单通用的夹紧方法，诸如与 DVD 和其它介质一起使用的方法。如图 12A 所示，光学数据记录介质 110 位于卡盘或夹具 1200 之上。卡盘的卡爪 1201 通过弹簧 1202 向外伸出。如果在光学数据记录介质 110 中的主轴孔 101 的直径 D_C 是 15 mm，则卡爪 1201 的外径 DH 大约为 17 mm，以确保稳固地夹紧主轴孔 101 的周围。17 mm 的直径 DH 还确保在卡爪 1201 中足够的机械强度。

如图 12B 所示，光学数据记录介质 110 和卡爪 1201 接触。如果凸起 100 设置到盘中心的 17.5 mm 或更大直径区域外的区域，则凸起 100 将在卡爪 1201 所到达的范围之外。因此，凸起 100 和卡爪 1201 之间没有接触，并且没有载荷施加到凸起 100 和卡爪 1201 上。然后当压力施加到盘的顶部，以向下推动盘时，弹簧 1202 被强制收缩并且卡爪 1201 向内朝向卡盘 1200 的中心移动，直到卡爪 1201 通过盘的主轴孔 101。然后，弹簧 1202 向外伸展，将卡爪 1201 推出。

由此如图 12C 所示卡盘 1200 夹紧光学数据记录介质 110。如图 1 所示，夹紧区域 CA 的内径 D_{CAI} 是 22 mm。因此，卡盘 1200 在该内径 D_{CAI} 外侧的区域中夹持盘 110，但是，由于凸起 100 的外径小于 22 mm，因此凸起 100 和夹紧表面 1203 之间没有干涉。

此外，由于在诸如 DVD 介质的传统的光盘中夹紧区域的内径也是

22 mm，因此，即使该光学数据记录介质 110 偶然利用用于传统 DVD 介质的卡盘夹紧，也能够防止凸起 100 和卡爪和卡盘的夹紧表面之间的干涉。

如果当主轴孔 101 的直径 D_C 大约是 15 mm 时凸起 100 位于内径是 17.5 mm 并且外径是 22 mm 的环状带中，则即使当利用施加在光学数据记录介质 110 上最大夹紧力的类型的简单卡盘 1200 时也因此可以避免凸起 100 和卡盘 1200（包括卡爪）之间的干涉。

第（2）项和（3）项上面参照表 1 进行了描述，并且下面参照图 13 进一步详细描述。如果透明保护层 102 的厚度是 100 μm，光学数据记录介质 110 中允许的最大偏差 0.35 度。这是由于如果盘弯曲超过 0.35 度，在记录和读出期间的出错率上升到不可能进行错误纠正的水平。

图 13 示出了当放置在平面 P 上并且透明保护层 102 朝向表面 P 时具有最大允许弯曲 0.35 度的光学数据记录介质。光学数据记录介质 110 一般在夹紧区域 CA 的外周侧（即在盘的 33 mm 直径的中心区域的外侧）弯曲。如果在这种情况下的光学数据记录介质 110 具有设置在内径是 17.5 mm 并且外径是 22 mm 的环状区域中的凸起 100，并且凸起 100 距透明保护层 102 的表面的高度是 0.3 mm，则光学数据记录介质 110 的外部边缘 E 和表面 P 之间不发生接触。即，由于光学数据记录介质 110 外径是 120 mm，（60 - 33/2）*TAN(0.35 deg) = 0.27 mm。光学数据记录介质 110 因此非常接近表面 P，但是如果凸起 100 在透明保护层 102 的表面上的顶部是 0.3 mm，外部边缘 E 将不接触表面 P。

当某人试图拾取盘 110，在手指和盘 110 的外部边缘 E 之间的增加的接触区域使拾取盘 110 更容易。

透明保护层 102 的表面由于不接触表面 P 因此也被保护而防止由于与表面 P 接触而被划伤。

凸起 100 在透明保护层 102 的表面上的高度能够根据光学数据记录介质 110 中允许的弯曲确定。然而，当光学数据记录介质 110 中最大允许的弯曲与该例子中一样是 0.35 度时，在透明保护层 102 的表面上的 0.3 mm 或更小的凸起高度足以实现上述的优点。

图 14A 和 14B 示出了一个可供选择的情况，其中透明保护层 102 的

表面高度和夹紧区域 CA 的表面高度之间具有差值。图 14A 示出了光学数据记录介质的例子，其中透明保护层 102 的表面从夹紧区域 CA 的表面凹进 25 μm，以便透明保护层 102 比夹紧区域 CA 距记录/读出头更远。图 14B 示出了不同的例子，其中夹紧区域 CA 的表面从夹紧区域 CA 的表面凹进 25 μm，以便夹紧区域 CA 的表面距记录/读出头更远。

为了确保凸起 1400 距透明保护层 102 的表面的高度如图 12 所示是 0.3 mm 或更小，凸起 1400 距夹紧区域 CA 的表面的高度控制到图 14A 中所示情况中的 0.275 mm 或更小。同样为了确保如图 14B 所示的情况中凸起 1400 距透明保护层 102 的表面的高度是 0.3 mm 或更小，凸起 1400 距夹紧区域 CA 的表面的高度控制到 0.325 mm 或更小。这确保在两种情形中凸起 1400 距透明保护层 102 的表面的高度是 0.3 mm 或更小。

此外，为了比图 12 所示例子更好地防止凸起 1400 与夹紧表面 1203 和卡盘 1200 之间的干涉，凸起 1400 可以设置在如图 15 所示的内径是 17.5 mm 并且外径是 21 mm 环状区域中。如果在这种情况下内经 D_{CAI} 是 22 mm，在凸起和夹紧区域 CA 之间产生沿径向 0.5 mm 的间隙。

此外，如果盘没有如图 13 中所示非常弯曲，则无论在透明保护层表面和夹紧区域之间是否具有台阶凸起从夹紧区域 CA 的表面的高度可以是 0.2 mm 或更小。这仍然避免凸起 1400 和夹紧表面 1203 和卡盘 1200 之间的干涉，使卡盘 1200 的深度 G 能够减小到较浅的 0.25 mm，并且对卡盘 1200 的设计提供更大的自由。

图 2 示出了凸起截面形状的各种例子。如图 2 所示凸起可以是方形（长方形）201，梯形或四边形 202，椭圆形 203，半圆 204，或三角形 205。很明显，该凸起的形状不限于诸如图 2 中所示的各个形状，可以采用任何形状，以该形状凸起在透明保护层的表面之上伸出。

当以俯视图观看时的凸起形状的例子如图 3 所示。图 3A 示出了长方形结构，图 3B 示出了具有多个离散凸起的结构，而图 3C 示出了间断环结构。用图 3B 所示的结构，采用四个离散的点状凸起 302，凸起 302 在圆周方向以 90 度的间隔设置。

图 3C 中示出的间断环结构具有三个弧形的凸起 303，凸起 303 在同

一圆形路径上沿圆周方向以 120 度间隔设置。

当多个离散凸起以诸如图 3B 或图 3C 所示的结构设置时，凸起的数目将不限于此。

此外，当在俯视图中观看时凸起的形状不限于图 3 中所示的那些形状。具体地说，只要凸起从透明保护层的表面伸出并且位于内径是（D_C+0.2）mm 并且外径是 D_{CAI} 的环状区域中，凸起可以按照期望的形状形成。

图 4 示出了光学数据记录介质 410 的例子，其中从主轴孔到夹紧区域的结构不同于图 1 所示的结构。该盘与图 1 所示的盘的不同之处是透明保护层 402 也覆盖夹紧区域 CA 但是围绕主轴孔 401 不存在。透明保护层 402 的内径 D_{CV} 因此为 D_{CV} <= D_{CAI}。凸起 400 位于主轴孔 401 和夹紧区域 CA 的内径之间。凸起 400 的总高度 T_t 为

$T_t = T_{tcv}$ + （透明保护层厚度）

其中 T_{tcv} 是在透明保护层 402 的表面之上的高度。在该例子中 T_{tcv} 是 0.1 mm 至 0.5 mm。

透明保护层也可以不形成在夹紧区域 CA 中。

将从明保护层表面伸出的凸起设置在光学数据记录介质的主轴孔和夹紧区域之间的区域的光入射侧的效果将描述如下。

凸起不能设置在光盘上任何期望的位置，更具体地说，凸起必须设置在凸起和光头之间将不发生接触的位置。由根据本发明第一个实施例的光学数据记录介质，凸起设置在主轴孔和夹紧区域 CA 之间的区域中。当从信号记录层读出数据和/或将数据写到信号记录层时光头始终在夹紧区域 CA 的外周侧。结果，光头和凸起之间不发生接触，凸起在夹紧区域 CA 的内周侧并且由夹紧区域 CA 与光头相隔。

通过例子图 5 示出了利用喷射模塑或注塑（injection molding）法制造根据本发明的这些凸起的方法。

制备一对模具 500 并且压模 501 设置在一个模具中，如图 5A 所示。该压模 501 包含信号 517。模具 500 固定压模 501 的一侧还具有空腔 502。该空腔形成期望的凸起形状。

然后，如图 5B 所示，闭合模具 500 并且注入熔化的树脂 510。由此

熔化的树脂 510 灌入信号 517 图案和空腔 502。冷却模具并且如图 5C 所示冲出或形成主轴孔 511，以获得表面形成有信号 517 的信号衬底 516。信号记录层然后形成在信号 517 的表面上，并且如图 4 所示形成透明保护层。从凸起 515 上形成透明保护层，以产生如图 1 所示的光学数据记录介质。由于透明保护层也堆积在凸起 515 上，因此具有相同形状的凸起也形成在透明保护层中。

图 6 示出了一种方法，其中具有期望凸起形状的部件用粘合剂固定到盘表面上。在这种情况下，期望形状的凸起 600 粘接到光学数据记录介质 601 的平面（即没有表面凸起的盘）上。例如，可以利用压敏粘合剂，UV 凝固树脂，或热固性树脂。用于凸起 600 的材料优选重量轻，容易处理并且成本低的材料，因此树脂较适合。

用于粘接凸起 600 的材料可以预涂到凸起 600 将接触无凸起盘 601 的部分上。作为选择，接触无凸起盘 601 的部分可以加热并且熔化，以进行粘接或连接。凸起 600 可以甚至是金属。利用图 6 所示的方法，没有凸起的平光学数据记录介质 601 能够以一个工艺制造，形成凸起的部件可以以单独的工艺过程制造成期望的形状，并且然后具有特定期望形状的凸起能够粘接或连接到盘的表面上。这种方法提供了广泛的自由设计范围。

图 7 示出了一种方法，其中液体树脂滴沉积在盘的表面上并且固化。如图 7A 所示，液体树脂 700 从喷嘴 701 滴到无凸起盘 601 上的期望位置上。无凸起盘 601 可以转动或移动，或喷嘴 701 可以移动，通过滴树脂。在这种情况下的液体树脂 700 优选 UV（紫外线）固化树脂或热固性树脂。由此，滴下或涂上并然后固化的树脂形成如图 7B 所示的期望结构的凸起 715。利用诸如图 4 所示的盘，树脂滴到信号衬底上。

凸起还可以利用丝网印刷工艺（screen printing process）由液体树脂形成。在这种情况下，印花筛框（printing screen）形成有凸起的期望形状，并且液体树脂丝网印刷到盘的表面上。由于图 7 所示的方法不需要制备和处理离散凸起部件，因此该方法能够比图 6 所示的工艺更经济地形成凸起。

如上所示，根据本发明第一个实施例的光学数据记录介质具有位于

夹紧区域 CA 的内周和主轴孔外边缘之间的表面上的一个或多个凸起，从而确保在记录或读出期间凸起将不接触光头。

此外，即使当该盘放置在平面上且透明保护层侧朝下时也能够防止表面划伤，因为凸起确保透明保护层足以在平面之上并且不接触该平面。

再者，由于凸起接近主轴孔，因此使凸起部分的重量不平衡影响最小。由此能够获得稳定，高质量的信号。

实施例 2

图 8 示出了具有凸起 800 的光学数据记录介质 810，凸起 800 设置在夹紧区域 CA 和信号区域 SA 之间的区域中。图 8A 是截面图，图 8B 是从盘的透明保护层 802 侧观看时的俯视图。夹紧区域 CA 和信号区域 SA 的内径和外径与第一个实施例中相同。透明保护层 802 的厚度也与第一个实施例中相同。在该例中，凸起 800 的内径 D_{ti} 是 33 mm（= D_{CAO}），外径 D_{to} 是 35 mm。凸起 800 的高度 T_{tcv} 是 0.25 mm。凸起 800 形成在信号衬底 804 的表面上。

图 9 是当对光盘进行读取和/或写操作时的部分截面图。

当利用 0.7 至 0.9NA 的光头（例如高的 0.85 NA 的光头）记录或读出在盘的激光入射侧（读/写侧）具有 0.1 mm 厚的透明保护层的高密度光盘时，光头和高密度光盘之间的距离（称为工作距离/working distance）一般非常小，典型的工作距离为 0.1 至 0.4 mm。例如，在国际光学存储研讨会公布的 ISO M 2002 技术摘要 ThB.1 中推荐 0.4 mm 或更小的工作距离 WD。

由于在这种情况下工作距离 WD 较短，当聚焦伺服被诸如盘的表面振动这样的外部因素干扰时光头会容易撞击盘的透明保护层。与高密度光盘一起使用的高 NA 意味着透明保护层的表面上的灰尘会容易干扰聚焦伺服。当聚焦伺服离开轨迹，光头会容易与盘表面上的凸起碰撞。为了防止这种情况，在光头的表面上需要保护透镜的防护物。该防护物的厚度（大约 0.1 mm）进一步将工作距离降低到 0.3 mm 或更小。如果光头的工作距离增加，透镜的外径也增加。工作距离是 0.4 mm 的透镜的外

径 f 是 6 mm 至 8 mm（包括透镜固定件）。

当如图 9 所示读取和/或写具有内径 D_{SAI} 的信号区域时，透镜固定件 900（强行）进入夹紧区域 CA 和信号区域 SA 之间的区域上等于透镜固定件 900 的半径 R 部分的数量。例如，由 0.85 NA，透镜的实际工作距离 WD 是较窄的 0.2 mm 至 0.3 mm。即，由图 8 中所示的光学数据记录介质，凸起的最佳高度 T_{tcv} 将根据凸起的位置而不同。

下面考虑该凸起 800 的高度 T_{tcv}。

凸起 800 越接近内径 D_{SAI}，凸起 800 就越接近透镜固定件 900。因此高度 T_{tcv} 必须降低。此外，由于凸起 800 的外径 D_{to} 是 35 mm，因此到内径 D_{SAI}（=42 mm）为 3.5 mm。如果实际的透镜工作距离 WD 是 0.2 mm，则由于透镜固定件的半径 R 大约是 3 mm，因此透镜固定件 900 和凸起 800 之间的间隙是 0.5 mm。如果工作距离 WD 是 0.3 mm，半径 R 大约是 4 mm，但由于高度 T_{tcv} 是 0.25 mm，因此凸起 800 将不与透镜固定件 900 相撞。

因此，当凸起位于夹紧区域 CA 和信号区域 SA 之间的区域中时必须考虑透镜的工作距离 WD。然而，如果凸起的高度 T_{tcv} 是 0.1 mm 至 0.3 mm，凸起 800 将不与透镜固定件 900 相撞。

很明显，也可以实现透明保护层的表面保护特性。

应当注意，无论如图 8 所示在夹紧区域 CA 中不形成透明保护层，或透明保护层的区域设置到如图 1 或图 4 所示的区域，如本发明第二个实施例中所示凸起可以位于夹紧区域 CA 和信号区域 SA 之间的区域。

在第二个实施例中的凸起也可以利用第一个实施例中所描述的相同的材料和方法制造。需要注意，采用图 5 中所示的注射模塑法，依压模的内径，可能必须在压模中设置空腔。例如，如果压模的内径小于 33 mm，可增加压模厚度并且通过蚀刻或机械加工在压模中形成期望深度和结构的空腔。如图 10 所示，凸起 1001 可以形成在信号衬底上并且透明保护层 1010 形成在其上，以形成表面凸起 1000。凸起也可以通过诸如图 5 中所示的模制工艺形成在如图 8 中所示的光学数据记录介质上。

该凸起的形状和结构可以与上述第一个实施例中所述的相同。当凸起如本发明的第二个实施例中所述在夹紧区域 CA 和信号区域 SA 之间

的区域中时，并且尤其当凸起在夹紧区域 CA 的外周侧在 2 mm 内时，在记录和读取期间都可以防止光头与凸起相撞，并且即使当光学数据记录介质放置在平面上且盘的透明保护层朝向平面时由于凸起确保盘的表面不接触其所放置的表面，因此也能够防止表面划伤。

实施例 3

图 11 示出了作为本发明第三个实施例的凸起位于夹紧区域 CA 中的光学数据记录介质。图 11A 是盘的截面图。

凸起 1100 的内径 D_{ti} 和外径 D_{to} 由下面的关系定义。

$$D_{CAI} <= D_{ti} < D_{to} <= D_{CAO}$$

当光学数据记录介质 1110 放置在平面上且透明保护层 1102 朝向该平面时由于凸起确保透明保护层 1102 和所述平面之间具有足够的间隙，因此凸起也可以防止划伤。

由于光头不进入夹紧区域 CA，因此也可以防止光头与凸起的碰撞。

请注意，在该实施例中透明保护层的厚度，内径 D_{CAI}，和外径 D_{CAO} 与第一个实施例中相同。

凸起 1100 的宽度和凸起距透明保护层 1102 的表面的高度也与第一个实施例中相同，即，分别是在 0.2 mm 至 1mm 的范围，和 0.1 mm 至 0.5 mm 的范围。

与第一和第二实施例不同，在第三个实施例中，盘驱动在凸起 1100 的两侧夹紧光学数据记录介质 1110。除了当 $D_{CAI} = D_{ti}$ 或 $D_{to} = D_{CAO}$ 时这种夹紧是可能的。图 11B 和图 11C 示出了在凸起 1100 的两侧夹紧光学数据记录介质 1110 的两种不同的方式。

在图 11B 中所示的例子中，夹具 1120 在凸起 1100 的两侧的夹紧区域中对盘施加压力。在这种情况下不管凸起 1100 盘能够以足够的作用力固定或保持，因为夹紧件具有槽，槽提供了用于凸起 1100 间隙。

在图 11C 中所示的例子中，夹具 1130 在凸起 1100 的两侧的夹紧区域中对盘施加压力，并且也对凸起 1100 施加压力。这种方法对盘提供了更有效的夹紧，因为与图 11B 所示的方法相比该方法中压力施加到盘的更大的区域上。

在记录和读取期间光学数据记录介质能够被以足够的压力保持稳定并且转动，以确保良好的信号质量和可靠的记录和读出性能。

应当注意，在该实施例中，在凸起 1100 的两侧夹紧盘，但是，盘可以仅仅在内径 D_{CAI} 和凸起 1100 的内周边缘之间的区域或外径 D_{CAO} 和凸起 1100 的外周边缘之间的区域夹持。

尽管参照图 11 所示的结构描述了第三个实施例，但是可以构造为如图 4 和图 8 中所示的结构。即，该凸起可以用在透明保护层不形成在夹紧区域 CA 中的盘上，或用在这种盘上，在该盘上透明保护层不在夹紧区域 CA 中并且在信号衬底和透明保护层的表面高度之间具有台阶。

第三个实施例的凸起 1100 也可以利用上述第一和第二实施例中描述的相同的材料和方法形成。

凸起的形成和结构也可以与第一个实施例中描述的相同。

夹紧根据本发明的光学数据记录介质不应局限于如图 12A 至 12C 和图 15 中所示的仅仅在盘的一侧的夹紧区域 CA 中用卡盘爪夹持盘。具体地说，光学数据记录介质可以从盘的两侧夹持。这种夹持方式如图 16 中所示，图中示出了截面图，其中光学数据记录介质 1600 由顶部夹具 1605 和底部夹具 1606 从盘的上和下侧在夹紧区域 CA 夹紧。在该例子中，凸起 1601 设置在夹紧区域 CA 中，并且凸起 1601 两侧的区域由盘的激光入射侧的底部夹具 1606 支持。

用于制造信号衬底的材料在上述实施例中没有具体讨论，但是，优选塑料，诸如聚碳酸酯，降冰片烯树脂（norbornene resin），或聚烯烃树脂。

透明保护层也可以通过用粘合剂贴或涂一比期望厚度薄的膜片（sheet film）或涂液体树脂涂层而形成。当用粘合剂贴或涂薄膜片时，该粘合剂可以是例如 UV 固化树脂，热固树脂，或压敏粘合剂。

当涂液体树脂涂层时，树脂可以是例如 UV 固化树脂，或热固树脂。

尽管参照附图结合优选实施例描述了本发明，但在不偏离本发明的原理和精神，权利要求和其等同原则所限定的范围的情况下，可以对此实施例做出各种修改和替换，这对本领域的普通技术人员来说是显而易

见的。

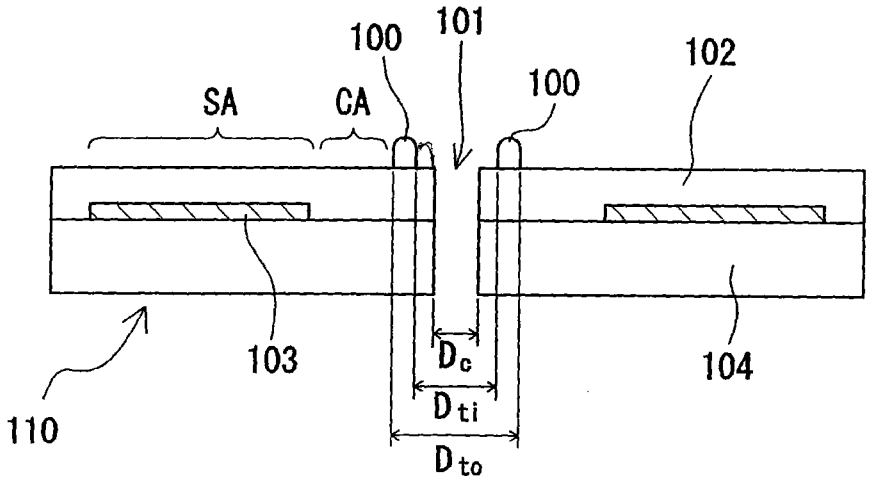

100
101
102
SA
CA
100
103
104
110
Dc
Dti
Dto

图 1A

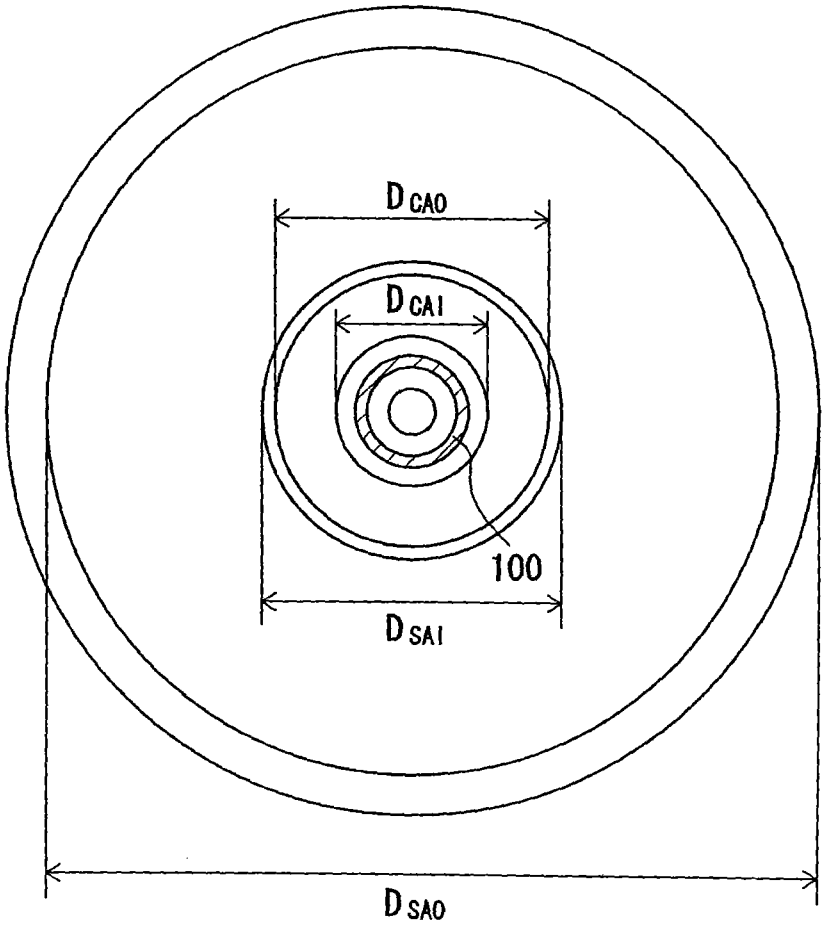

DCAO
DCAI
100
DSAI
DSAO

图 1B

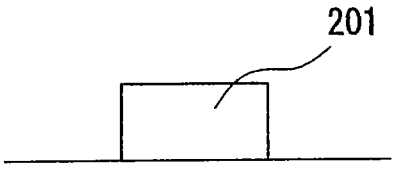


图 2A

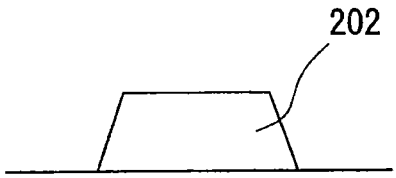


图 2B

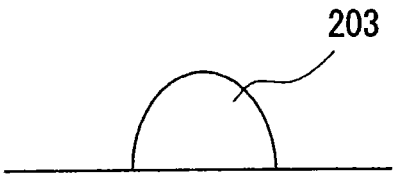


图 2C

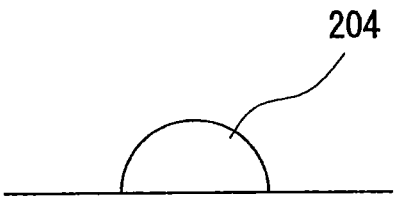


图 2D

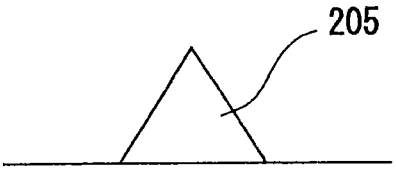


图 2E

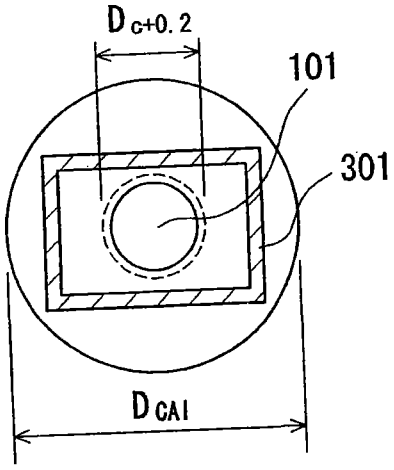

Dc+0.2
101
301
DCAI

图 3A

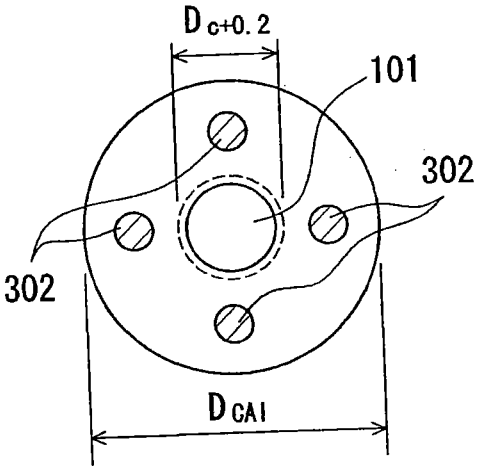

Dc+0.2
101
302
302
DCAI

图 3B

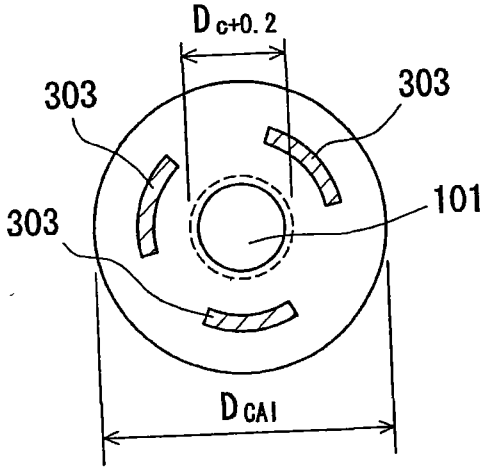

Dc+0.2
303
303
303
101
DCAI

图 3C

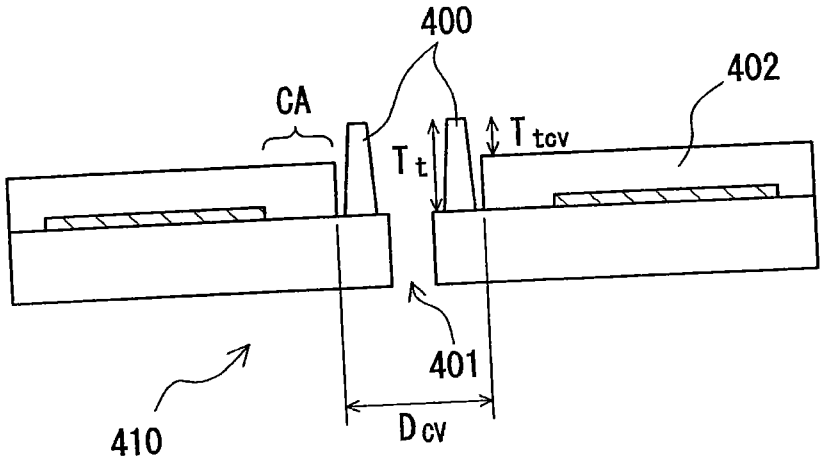


图 4

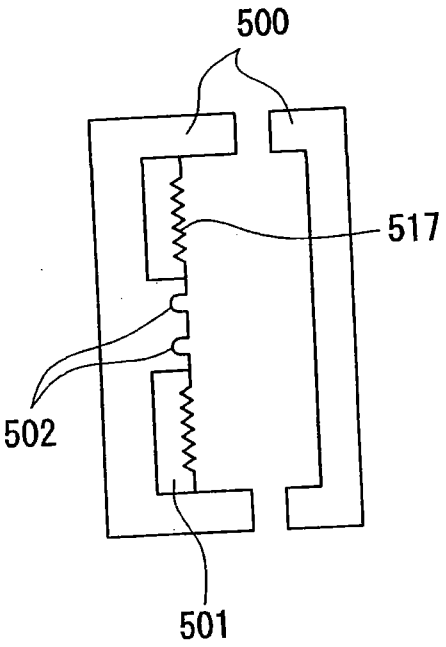


图 5A

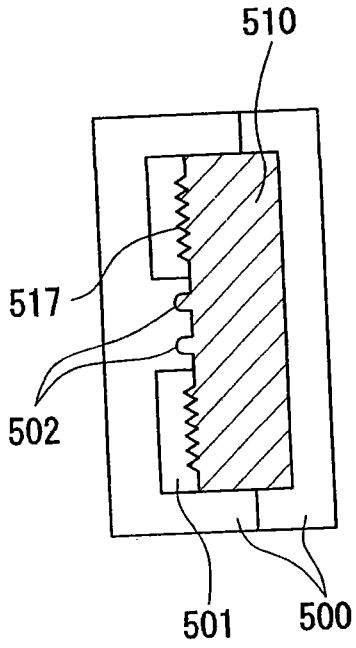


图 5B

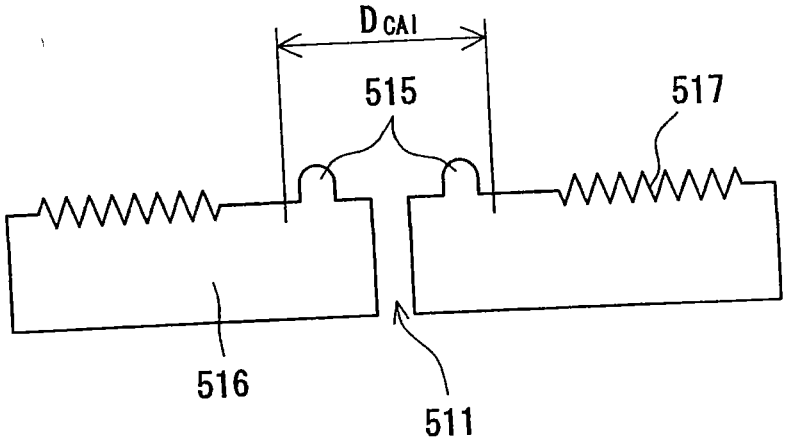


图 5C

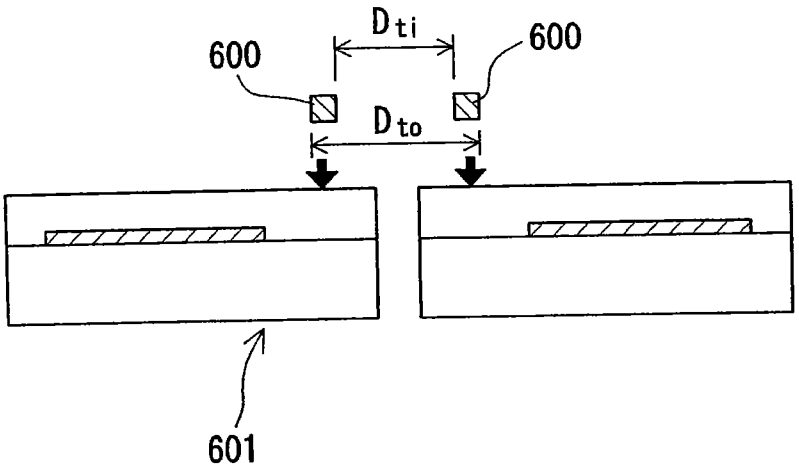


图 6

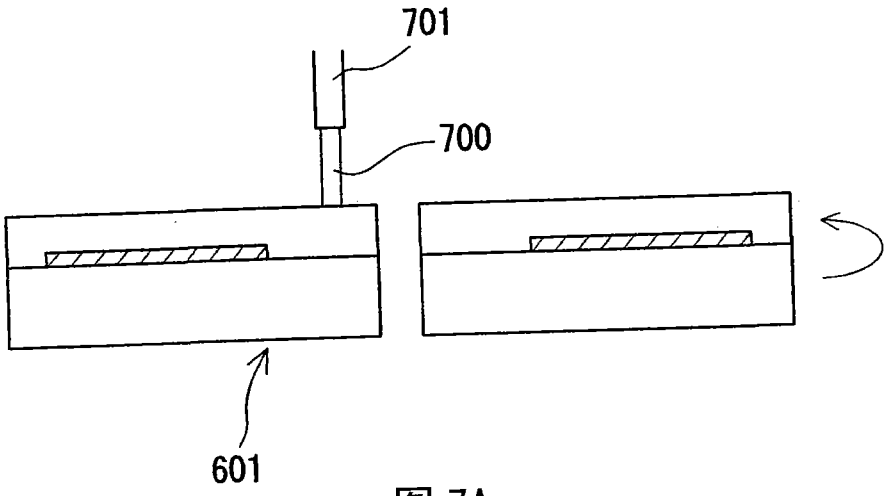


图 7A

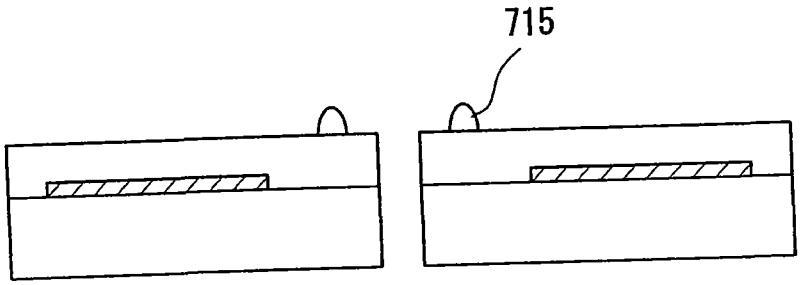


图 7B

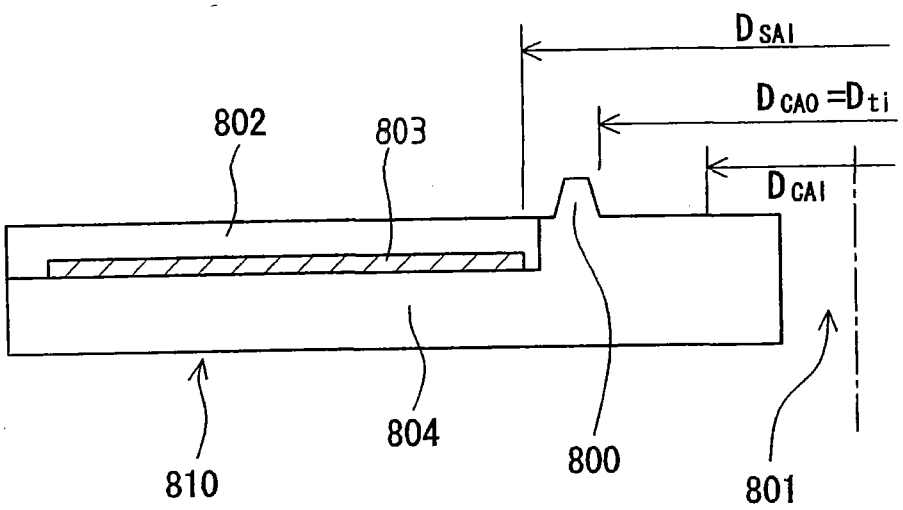

DSAI
DCAO=Dti
DCAI
802
803
804
800
810
801

图 8A

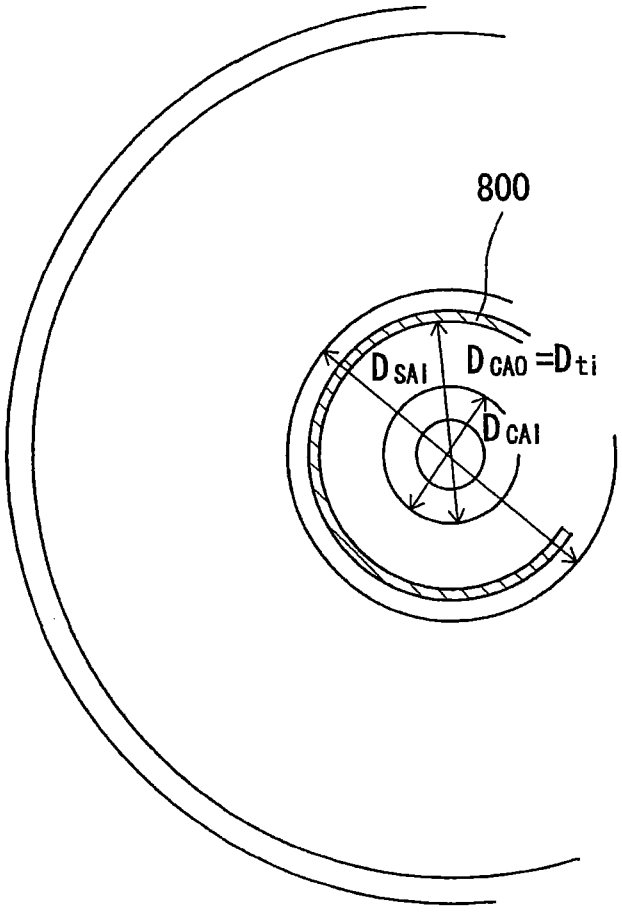

800
DSAI
DCAO=Dti
DCAI

图 8B

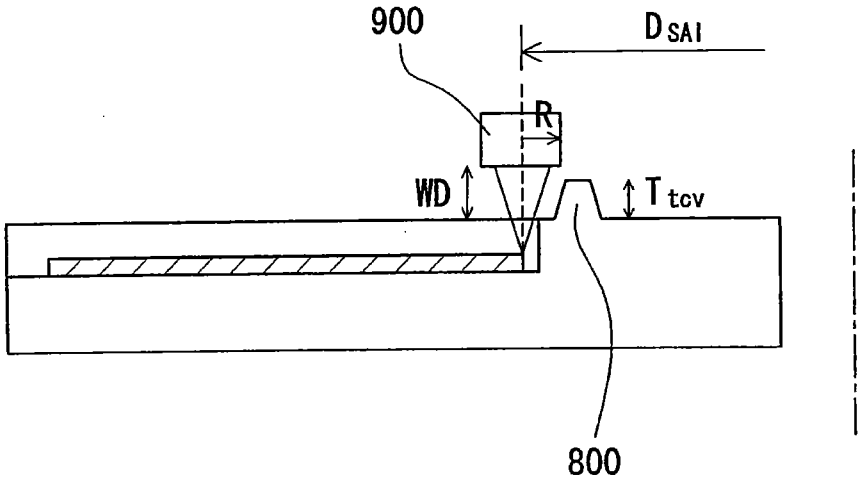


图 9

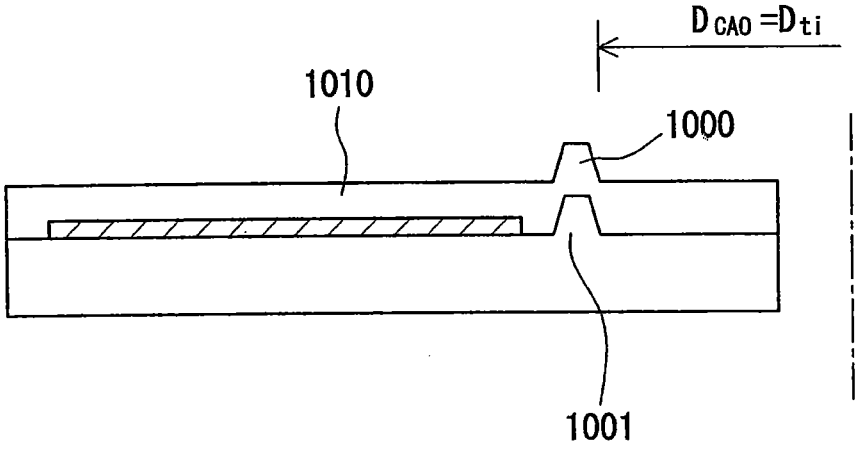


图 10

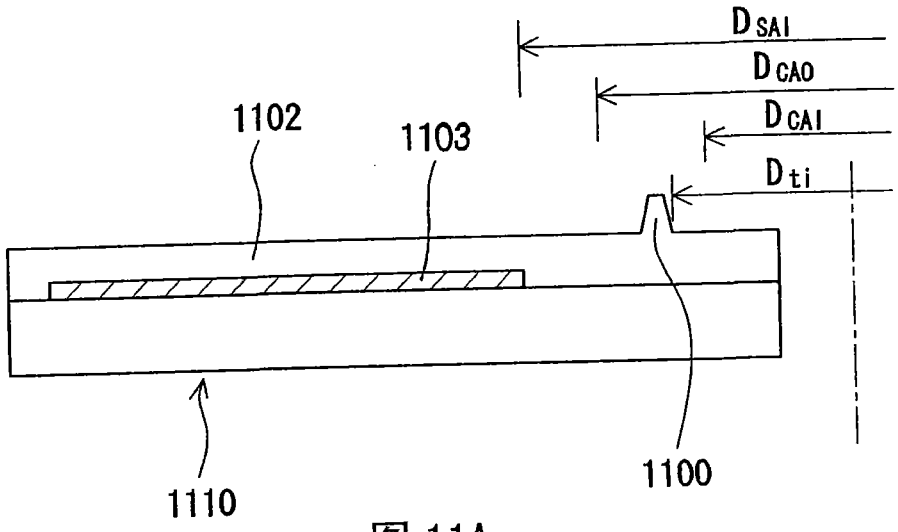


图 11A

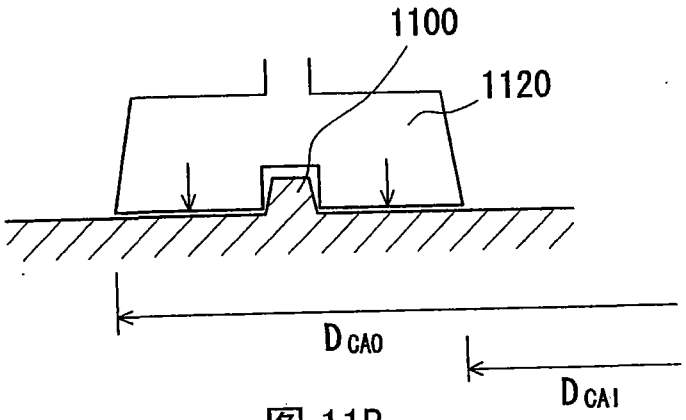


图 11B

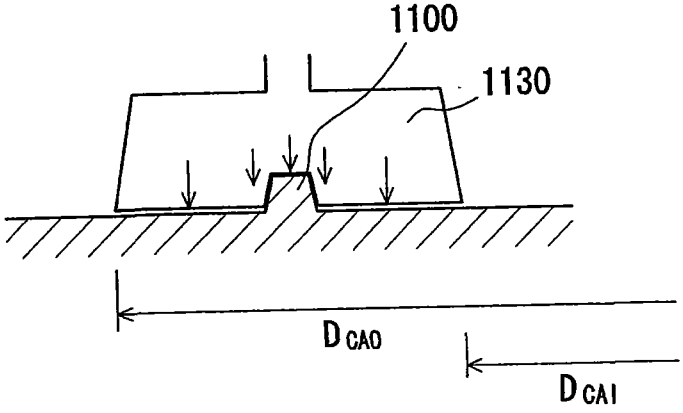


图 11C

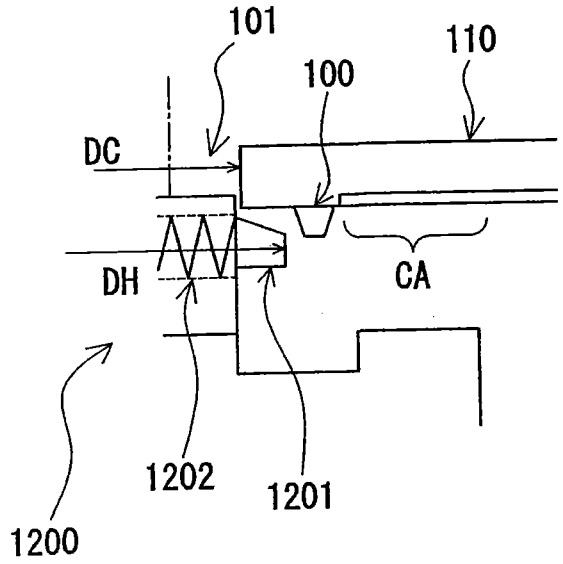


图 12A

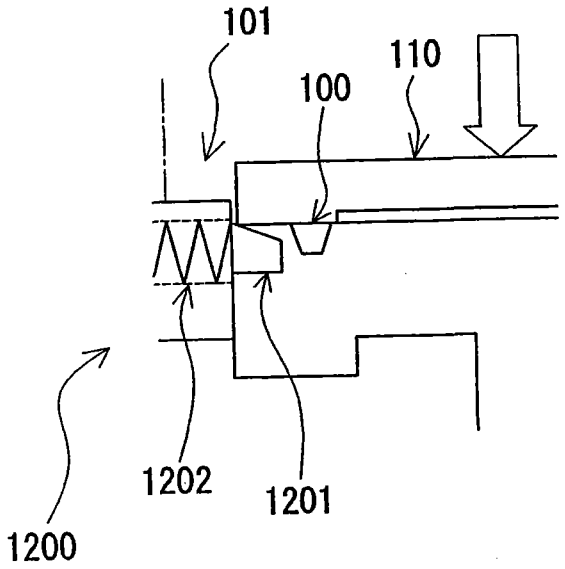


图 12B

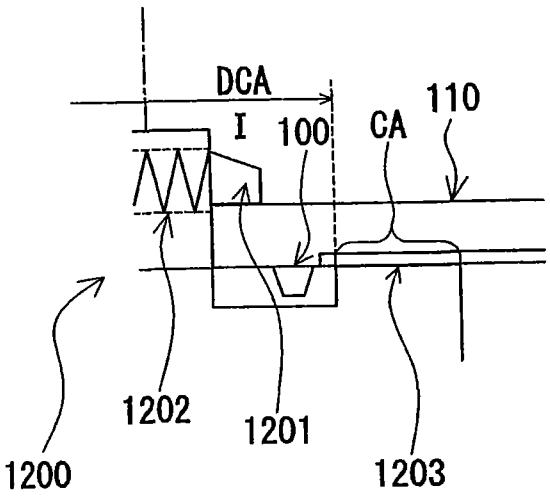


图 12C

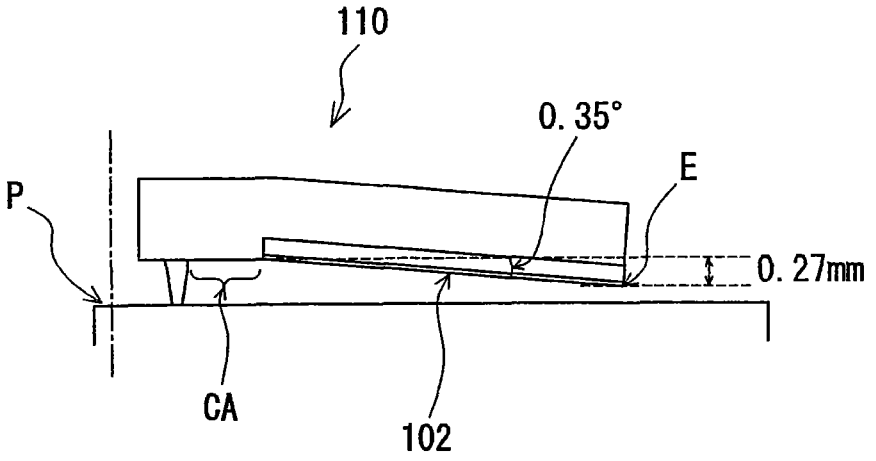


图 13

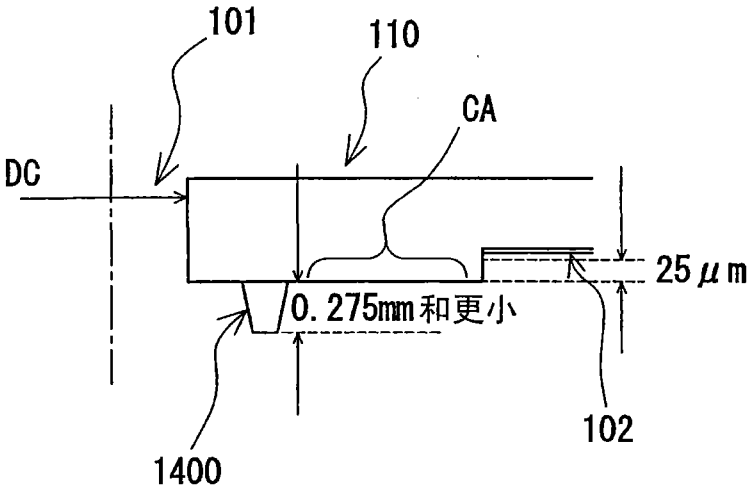

101
110
CA
DC
25 μm
0.275mm和更小
1400
102

图 14A

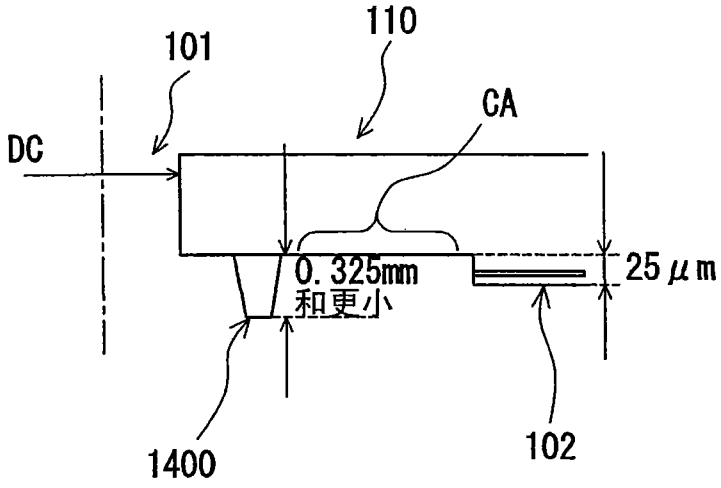

110
101
CA
DC
25 μm
0.325mm
和更小
1400
102

图 14B

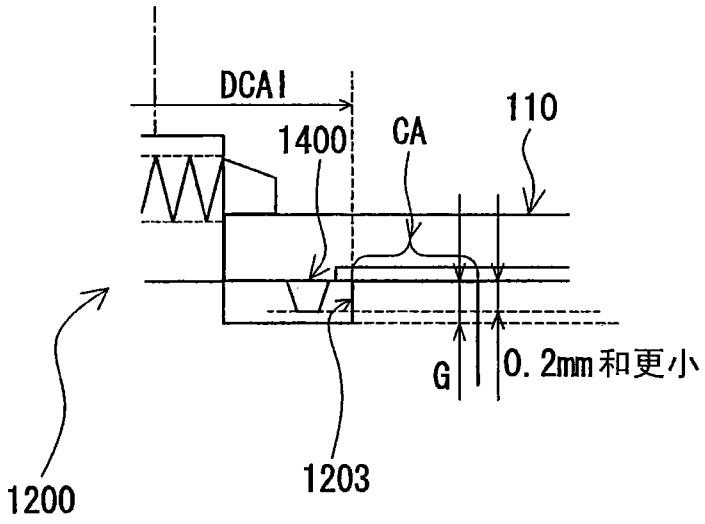


图 15

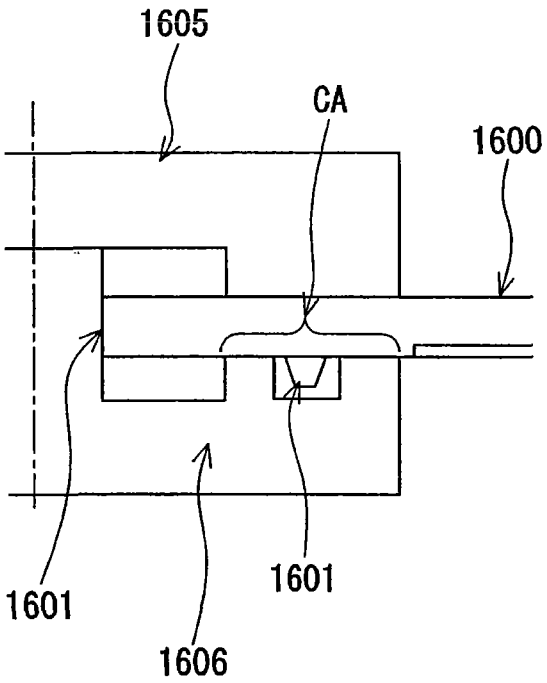


图 16