

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 01119635.1

[43]公开日 2001年10月10日

[11]公开号 CN 1316668A

[22]申请日 2001.3.24 [21]申请号 01119635.1

[30]优先权

[32]2000.3.24 [33]JP [31]83881/2000

[71]申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72]发明人 北田贵昭

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

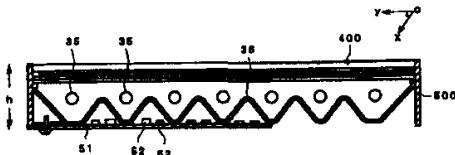
代理人 傅康

权利要求书1页 说明书9页 附图页数6页

[54]发明名称 液晶显示设备

[57]摘要

为了减少液晶显示设备在其厚度方向上的厚度，本发明提供了一种液晶显示设备，包括液晶显示板和位于液晶显示板背面的背光单元，其中，背光单元的反射器在其后面具有一个波形表面，并且放置有电子部件的电路板固定在反射器的波形后表面上，使得电子部件位于电路板与反射板的波形后表面的凹形部分之间。



1.一种液晶显示设备，包括：

液晶显示板；

5 位于液晶显示板背面的背光单元；以及
位于背光单元背面的电路板；

其中，背光单元由置于液晶显示板对面的光源和将光从光源反射到液晶显示板的反射器构成，

10 反射器在其正对电路板的一部分表面上具有凹形表面，以及
一个电子元件正对着凹形表面安装在电路板上。

2.一种液晶显示设备，包括：

从液晶显示设备观察面顺序安装的液晶显示板、背光单元以及电路板，其中，背光单元具有与液晶显示板相对的在特定方向波动的不平部分的反射器，
以及

15 电路板的电子部件位于电路板与反射器之间的空间内。

3.一种液晶显示设备，包括：

液晶显示板；以及

位于液晶显示板后面的由背光单元间隔的电路板，

其中，背光单元包括与液晶显示板相对的反射器，以及
20 电路板固定于反射器上，以使得安装在其上的电子部件收容于在反射器上提供的凹形部分中。

4.一种液晶显示设备，其中，液晶显示板、光源、反射器以及印刷电路板在液晶显示设备的厚度方向排列，印刷电路板具有在与厚度方向相反的一面上安装的电子部件，

25 反射器具有一个凹形表面，在预定方向上引导光，并被安排为利用凹形表面与印刷电路板之间的空间。

液晶显示设备

5 本发明涉及液晶显示设备，特别涉及包含称之为直式（direct type）的背光单元的液晶显示设备。

由于液晶显示板尺寸日益增大，含有具有所谓直式的背光单元的液晶显示设备备受关注。

10 此种背光单元是由众多光源（例如冷阴极射线管）组成，这些光源外包有也用作反射板（反射器）的外壳，并面对液晶显示板安装。

另一方面，驱动液晶显示板的电路板安置在背光单元的背面。

然而，前述结构的液晶显示设备中，电路板上的电子元件被安置在背光单元的正对面，因此，液晶显示设备在纵深方向的厚度较大。

15 此外，由于背光单元上需要安装防止电子元件受外界干扰或妨碍的封盖，因此背光单元构造相当复杂，而且液晶显示设备在纵深方向的厚度也较大。

在上述情况下，该项发明的目的就是为提供一种能够降低其纵深方向厚度的液晶显示设备。

接下来我们将要详细介绍本专利申请的说明书中公开的该发明的代表性特征。

20 依据本发明的液晶显示设备包括一张液晶显示板；安置在液晶显示板背面的背光单元（从液晶显示板角度看过去的背面）；及一电路板（例如印刷电路板），它被安装在背光单元的背面，其特征在于，背光单元由置于液晶显示板对面的光源和将光从光源反射到液晶显示板的反射器构成，反射器在其正对电路板的一部分表面上具有凹形表面，一个电子元件正对着凹形表面安装在电路板上。

25 在这样构造的液晶显示设备结构中，上述设计中的电路板就能不增加液晶显示设备在纵深方向的厚度。

由于背光单元的反射器具有用于将光从光源引导到预定方向的波状结构（例如，像皱纹薄膜），所以上述结构利用了在出现在波状结构的背面（从前述提到的液晶显示设备的观察角度看）的凹形表面与安装电子元件（例如，用于控

制液晶显示板的操作)的电路板(例如,印刷电路板)之间的空间。

从下面结合附图进行的说明中,本发明的这些和其他目标、特征及优点将变得更加明显。

图1是显示依据本发明的液晶显示设备的一个实施例的横断面视图;

5 图2是显示依据本发明的液晶显示设备的一个实施例的等效电路图。

图3是显示依据本发明的液晶显示设备的一个实施例的分解斜视图。

图4是显示依据本发明的液晶显示设备中的象素的一个实施例的平面图;

图5是显示依据本发明的液晶显示设备中的背光的一个实施例的分解斜视图;

10 图6是显示依据本发明的液晶显示设备的另一个实施例的平面图。

下面将参考附图说明依据本发明的一个实施例。

《液晶显示设备的等效电路》

图2是显示依据本发明的液晶显示设备的一个实施例的等效电路图。虽然图2是一个电路图,但图2是根据液晶显示设备的实际几何装置绘制的。

15 在这个实施例中,本发明被运用于采用横向电场-方案的液晶显示设备上,这种液晶显示设备被称为具有宽视角的液晶显示设备。

首先,有一个具有透明基片1A、1B的液晶显示板1,透明基片1A、1B相对放置,并由液晶彼此分隔,作为其容器。在液晶显示设备的情况下,一个透明基片(图2中在下面的基片;也被称为矩阵基片1A)比另一个透明基片20(图2中在上面的基片;也被称为滤色基片1B)稍微大一些,并且安排这些基片以便使两个基片的外边缘在图2中的右下边上大致对准。

因此,在图2的左上边,一个透明基片1A的外缘从另一个透明基片1B的外缘向外延伸。如同下面将要详细提到的,一个透明基片1A从另一个透明基片1B伸出的部分被用作安装栅极驱动电路5和漏极驱动电路6的区域。

25 在透明基片1A、1B相互重叠的地区中,形成多个以矩阵方式排列的象素2。每个象素2包括一个开关元件TFT以及一个象素电极,开关元件TFT在一对扫描信号线3(在图2中的x方向上延伸,在y方向上并列)和一对视频信号线4(在图2中的y方向上延伸,在x方向上并列)周围的区域中形成,通过由一对扫描信号线3中的一个提供扫描信号来操作,视频信号通过开关元件TFT从一对视频信号线4中的一个施加到象素电极上。

由于这个实施例的液晶显示设备采用前面提到的所谓的横向电场方案，所以每个像素 2 除了开关元件 TFT 和像素电极之外还包括一个反电极（counter electrode）和一个附加电容元件，这将在后面进一步详细说明。

每个扫描信号线 3 的一端（图 2 中的左端）延伸到透明基片 1B 的外边，
5 以使得该端连接到安装在透明基片 1A 上的栅极驱动电路（IC：集成电路）5 的输出端。

在这种情况下，在基片 1A 上提供有多个栅极驱动电路 5，多个扫描信号线 3 由在其附近排列的栅极驱动电路 5 组合在一起，每一组中的相邻排列的扫描信号线 3 分别连接到对应于该组的栅极驱动电路 5。

10 此外，每个视频信号线 4 的一端（在图 2 中上边的一端）也延伸到透明基片 1B 的外边，以使得该端连接到安装在透明基片 1A 上的漏极驱动电路（IC：集成电路）6 的输出端。

15 在这种情况下，在基片 1A 上提供有多个漏极驱动电路 6，多个视频信号线 4 由在其附近排列的漏极驱动电路 6 组合在一起，每一组中的相邻排列的视频信号线 4 分别连接到对应于该组的漏极驱动电路 6。

另一方面，印刷电路板 10 放置在如上所述安装有栅极驱动电路 5 和漏极驱动电路 6 的液晶显示板 1 附近，具有电源（供电）电路 11 和向安装在其上的栅极驱动电路 5 和漏极驱动电路 6 提供输入信号的控制电路（集成电路）12。

20 将来自控制电路 12 的信号通过可弯曲的印刷电路板（栅极电路板 15、漏极电路板 16A 和另一个漏极电路板 16B）提供给栅极驱动电路 5 和漏极驱动电路 6。

即，具有面对并与每个栅极驱动电路 5 的输入端子相连的端子的可弯曲的印刷电路板（栅极电路板 15）被置于液晶显示板 1 的栅极驱动电路一边。

25 将栅极电路板 15 形成为使得它的一部分延伸到前述控制电路板 10，并在其延伸部分通过一个连接部分 18 连接到控制电路板 10。

将安装在控制电路板 10 上的控制电路 12 的输出信号分别通过控制电路板 10 上的布线层、连接部分 18 和栅极电路板 15 上的布线层输入到栅极驱动电路 5。

另一方面，具有面对并与每个漏极驱动电路 6 的输入端子相连的端子的每一个漏极电路板 16A、16B 被置于液晶显示板 1 的漏极驱动电路一边。

将漏极电路板 16A、16B 形成为使得每个漏极电路板具有一个延伸到前述控制电路板 10 一边的部分，并在其延伸部分通过连接部分 19A、19B 连接到控制电路板 10。

将安装在控制电路板 10 上的控制电路 12 的输出信号分别通过控制电路板 5 上的布线层、连接部分 19A、19B 和漏极电路板 16A、16B 上的布线层输入到安装在漏极电路板 16A、16B 上的栅极驱动电路 6。

此外，在液晶显示设备的漏极驱动电路一边的可弯曲的印刷电路板被分成两块，分别标为漏极电路板 16A、16B。可弯曲的印刷电路板（漏极电路板）被分成两个或多个，例如用于防止其在图 2 的 x 方向上的热膨胀对其的影响（例如，x 方向上的可弯曲印刷电路板的变形），这与随着液晶显示板尺寸的增大其在 x 方向上的长度增大一样明显。10

将来自控制电路板 10 上的控制电路 12 的每个输出通过控制电路板 10 上的布线层、漏极电路板 16A 的连接部分 19A 或漏极电路板 16B 的连接部分 19B 输入到与其对应的栅极驱动电路 6。

15 此外，将图象信号从一个图象信号源 22 通过电缆 23 和接口基片 24 提供到控制基片 10，并输入到安装在控制基片 10 上的控制电路 12。

顺便提及，虽然在图 2 中液晶显示板 1、栅极电路板 15、漏极电路板 16A、16B 和控制基片 10 都实质上位于同一平面上，但通过弯曲栅极电路板 15 和漏极电路板 16A、16B，将安排为控制基片 10 使得其主表面几乎与液晶显示板 1 20 的表面垂直。

通过如上所述地安排控制电路板 10，减小了液晶显示设备的画框的面积。在这个解释中，将画框定义为在液晶显示设备的边框与其显示区域的围线之间的区域，减小这个区域的优点是其显示区域在环绕其边框的平面中可以相对较大。

25 《液晶显示设备的模块》

图 3 是依据本发明的液晶显示设备的模块的一个实施例的分解斜视图。

图 3 中的液晶显示设备包括多个组件，将这些组件大致划分为液晶显示板模块 400、背光单元 300、树脂框架组件 500、中间框架 700 以及上层框架 800，并分别作为模块装配。

30 各组件将在下文中依次说明。

[液晶显示板模块]

液晶显示板模块包括液晶显示板 1、安装在液晶显示板 1 的外围上的包括多个半导体 IC 的栅极驱动 IC (集成电路) 5 和漏极驱动 IC 6、连接到这些驱动 IC 的每个输入端的可弯曲的栅极电路板 15 和可弯曲的漏极电路板 16 (图 2 5 中为 16A、16B)。

即，下面将要提到的控制基片 10 的输出通过栅极电路板 15 和漏极电路板 16A、16B 输入到液晶显示板 100 上的栅极驱动 IC 5 和漏极驱动 IC 6，并将这些驱动 IC 的每个输出输入到液晶显示板 1 的扫描信号线 3 或视频信号线 4。

这里，液晶显示板 1 的显示区域包括如上所述以矩阵方式排列的多个象素，
10 每个象素具有如图 4 所示的结构。

在图 4 中，在矩阵基片 1A 的主表面上形成在 x 方向延伸的扫描信号线 3 和反电压信号线 50。象素区域被形成为由这些信号线 3、50 和下面提到的视频信号线 4 环绕的区域。

即，在一对彼此相邻的扫描信号线 3 之间形成反电压信号线 50 (以便沿扫描信号线 3 延伸)，在向+y 和-y 方向由反电压信号线 50 彼此分隔的各个区域形成象素区域。

根据这个结构，在 y 方向上并列的反电压信号线 50 的数目可以被减少到几乎是常规结构中的一半，则由常规结构中的剩余一半反电压信号线 50 占据的面积可以用作象素区域，从而可以增大象素区域的面积。

20 在每个象素区域中，例如形成与反电压信号线 50 集成在一起的反电极 50A，以使得三个反电极 50A 以相同的间隔排列，并在 y 方向上延伸。这些反电极 50A 中的每一个延伸到接近扫描信号线 3，但并不与其相连，其中，在象素区域两侧的两个反电极与视频信号线 4 相邻，而剩下的一个反电极位于象素区域的中心。

25 此外，在具有扫描信号线 3、反电压信号线 50、以及如上所述在其上形成的反电极 50A 的透明基片 1A 的主表面上，形成均匀覆盖这些扫描信号线 3 的例如由氮化硅形成的绝缘膜。绝缘膜分别用作用于将后面提到的视频信号线 4 与扫描信号线 3 和反电压信号线 50 绝缘的层间绝缘膜、用于薄膜晶体管 TFT 的栅极绝缘膜以及用于存储电容 Cstg 的介电薄膜。

30 首先，半导体层 51 在绝缘膜表面上的用于形成薄膜晶体管的区域中形成。

半导体层 51 例如由非晶硅 (Si) 形成，以使得其在视频信号线 2 (将在后面提到) 附近的部分在扫描信号线 3 上与视频信号线 2 相重叠。因此，扫描信号线 3 被构造为使得其一部分也用作薄膜晶体管的栅极。

然后，在绝缘膜的表面上形成在 y 方向延伸和在 x 方向并列的视频信号线
5 2。视频信号线 2 作为薄膜晶体管 TFT 的一个元件延伸到半导体层 51 的表面的一部分，并与在半导体层 51 上形成的漏极 2A 合并。

此外，在象素区域中的绝缘膜的表面上形成连接到薄膜晶体管 TFT 的源极
53A 的象素电极 53。象素电极 53 在各对反电极 50A 的每个中心向 y 方向延伸。即，象素电极 53 从用作薄膜晶体管 TFT 的源极的一端向 y 方向延伸，然后在
10 反电压信号线 50 上向 x 方向延伸，最后向 y 方向延伸，以便从而形成 U 形。

这里，覆盖反电压信号线 50 的象素电极 53 的一部分与反电压信号线 50 以及作为插入其间的介电薄膜的绝缘膜一起形成一个存储电容 Cstg。存储电容例如用于在关闭薄膜晶体管时存储象素电极 53 中的视频信息。

此外，将半导体层 51 对应于其与漏极 2A 和源极 53A 相接触的界面的表
15 面通过涂磷 (P) 形成为高杂质浓度层，以便为每个漏极 2A 和源极提供欧姆接点。在这种情况下，通过首先在半导体层 51 的表面的整个区域上形成上述高杂质浓度层、然后在高杂质浓度层上形成每个电极、并采用电极作为掩模通过运用蚀刻法去除除了在形成电极的区域形成的部分之外的高杂质浓度层，获得上述结构。

20 然后，在绝缘膜的上表面上提供例如由氮化硅 (SiN_x) 形成的保护膜，其中，如上所述，在绝缘膜上形成有薄膜晶体管 TFT、视频信号线 2、象素电极 53 和存储电容 Cstg，并且，在保护膜的上表面上提供有一个校准膜，以便构造液晶显示板 1 的一个所谓的下层基片。

虽然图 3 未显示用作液晶显示板 1 的所谓上层基片的透明基片 (滤色基片)
25 1B，但在透明基片 (滤色基片) 1B 的液晶一侧 (面对下层基片的一侧) 提供有具有对应于象素区域的开口的黑色矩阵。黑色矩阵的每个开口的轮廓在图 3 中由标号 54 表示。

此外，提供滤色片来覆盖分别在黑色矩阵 54 的对应于象素区域的相应部分形成的开口。一个象素区域的滤色片具有与同一个象素区域在 x 方向相邻的
30 另一个象素区域的滤色片不同的颜色，这两个邻接的滤色片形成在黑色矩阵 54

上其间的边界 CF (例如, 在其与视频信号线 2 相对的一部分)。

在以上述方式提供了黑色矩阵和滤色片的表面上形成一个树脂等材料的测平膜, 并在测平膜的表面上形成一个对准膜。

[背光]

5 在液晶显示模块 400 的后表面上安排有一个背光单元 300。

这种背光单元 300 是所谓的直接背光, 如图 5 所示, 包括多个在图 5 中的 x 方向延伸、以均匀间隔在 y 方向并列的线性光源 (例如, 冷阴极射线管) 35 以及一个用于以来自冷阴极射线管 35 的光照射液晶显示板模块 400 的反射板 (反射器) 36。

10 反射板 36 例如是在冷阴极射线管 35 的并列方向 (y 方向) 成波浪形的。在面向冷阴极射线管的例示反射板 36 的一侧, 在其放置每个冷阴极射线管 35 的每个部分形成一个圆弧形状的凹形部分, 并在冷阴极射线管 35 之间的每个其他部分上形成一个圆弧形状的凸形部分, 以便以来自每个冷阴极射线管的光有效地照射液晶显示板模块。

15 反射板 36 具有在其两侧提供的“侧”(侧壁) 37, 侧壁以直角穿过冷阴极射线管 35 的每个纵向, 相应冷阴极射线管 35 的两端被插入分别在侧壁 37 上形成的缝隙 38 中, 以便控制冷阴极射线管 35 在冷阴极射线管的并列方向 (图 5 中的 y 方向) 上的运动。

[树脂框架组件]

20 树脂框架组件 500 组成液晶显示设备的外框架的一部分, 被安装成一个模块, 并包含背光单元 300。

这里公开的树脂框架组件 500 是至少具有侧壁的盒状, 因此被安排为覆盖背光单元 300 的漫射板 (光学漫射板, 未显示) 可以放置在侧壁的上端 (上端表面)。

25 漫射板具有漫射来自背光单元中的每个冷阴极射线管 35 的光的功能, 使得没有任何亮度不平衡的均匀光可以向液晶显示板模块 400 辐射。

虽然树脂框架组件 500 在其厚度上相对较小, 但其机械强度的减小由中间框架 700 (参见图 3) 所增强。

《控制基片》

30 如图 1 所示, 在组成背光单元 300 的反射板 36 的背面 (在后表面上) 安

排有一个控制基片（控制板）或一个不是控制基片的电路板。图 1 是沿图 1 的 I-I 线得到的截面图。

如上所述，控制基片 10 通过栅极电路板 15 和漏极电路板 16 与安装在液晶显示板上的栅极驱动 IC 5 和漏极驱动 IC 6 相连。

5 控制基片 10 例如通过将电子部件 52 安装在印刷电路板 51 上来构造，印刷电路板例如固定在反射板 36 上，并且电子部件 52 安装在反射板 36 一侧的印刷电路板 52 的表面上。

即，电子部件 52 被分布并放置在印刷电路板 51 的沿图 1 中的 x 方向延伸并在 y 方向上排列的带状区域，各个电子部件 52 通过通孔连接到印刷电路板 51 10 的后表面上的布线层（在印刷电路板 51 的与安装电子部件 52 的一侧相对的一侧），通孔用于输入信号或电流或用于输出信号或电流。通孔（未显示）是穿过印刷电路板 51 的绝缘主体的导电部分，用于相互连接印刷电路板 51 的在不同层（例如，前表面一侧和后表面一侧）上提供的导电层。

反射板 36 在面向线性光源 35 的一侧上形成有包括凹形部分和凸形部分的 15 波浪形表面。如图 1 所示，从背光单元 300 的重量减轻或机械增强的角度看，反射板 36 的波浪形表面应该是一个用树脂模塑技术或压模技术运用到金属或合金板上而制造的波纹板等。当在线性光源 35 一侧具有波纹板的反射板 36 的一个主表面被定义为“前表面”、在与前表面相对一侧的另一个主表面被定义为“后表面”时，上述在反射板 36 的前表面上提供的凹形部分和凸形部分分 20 别在反射板的后表面上提供凸形部分和凹形部分。当反射板 36 固定在反射板 36 的后表面时，具有相应电子部件安装在其上的印刷电路板 51 的上述带状区域面对着反射板 36 的波形后表面的凹形部分。换句话说，将带状区域进行定位以便避免反射板 36 的后表面的凸形部分（在图 1 中，在线性光源 35 下面）。

因此，印刷电路板 51 可以放置在反射板 36 的后面以便与其接触（例如， 25 与其后表面上的凸形部分接触），而各个电子部件 52 则收容在反射板 36 的后表面的凹形部分中（在由反射板 36 的后表面和印刷电路板 51 的前表面包围的空间中）。

随着液晶显示设备的尺寸变大，反射板 36 的面积变得如此之大，使得可以在相应区域（上述带状区域的相应区域）上安装更多的电子部件，该区域可以通过根据其后表面的凹形部分划分印刷电路板的主表面来提供。 30

另外，如果反射板 36 是用导电材料（例如，金属）制成的，则可以对其一个表面（特别是上述的后表面）运用绝缘处理，用于避免直接与电子部件 52 相接触。

此外，由于在印刷电路板 51 的另一个表面（上述后表面）上没有放置电子部件，所以可以减少液晶显示设备在深度方向上的厚度 h。

进一步地，由于在印刷电路板 51 的未放置电子部件的一侧不需要装备任何用于使电子部件不受外部干扰或妨碍的覆盖，所以液晶显示设备在其深度方向上的厚度 h 可以更小。

在上述实施例中，将用于将印刷电路板 51 直接安装到反射板 36 的结构运用到背光单元 300 上。

然而，无须说明的是，用于安装印刷电路板 51 到其上的另一个板 55 可以预先安装在反射板 36 上，如图 6 所示。

当然，在这种情况下使用的板 55 可以从金属板和绝缘板中选择。

在上述实施例中，通过将印刷电路板 51 安装在反射板 36 上来装配背光单元 300。这种背光单元 300 结构使得能够根据反射板 36 的凹形部分将电子部件 52 容易地定位在印刷电路板 51 上。然而，无须说明的是，背光单元可以采用其他结构，例如，具有安装在树脂框架组件 500 上的印刷电路板 51。

此外，在没有电子部件安装在印刷电路板 51 的与反射板相对的表面上的情况下解释了上述实施例。然而，通过根据其尺寸（例如，从安装电子部件的印刷电路板的表面起的电子部件的高度）来将电子部件分类，并且将一些例如从印刷电路板表面起其高度（或其厚度也）较大的电子部件放置在反射板 36 一侧以及将剩下的电子部件（从印刷电路板表面起高度较小或厚度小于前者）放置在反射板 36 的另一侧，可以在液晶显示设备上取得与上述实施例的背光单元 300 相同的效果。

从前面的说明显而易见的是，依据本发明的液晶显示设备可以减小其在深度方向上的厚度。

虽然已经显示和描述了依据本发明的几个实施例，但应该理解的是，不应该限制在这几个实施例上，而是可以进行本领域普通技术人员所知道的很多改变和修改，因此，我们不希望限制到这里所显示和描述的细节上，而是想要覆盖由附带的权利要求书的范围所包含的所有这种改变和修改。

说 明 书 附 图

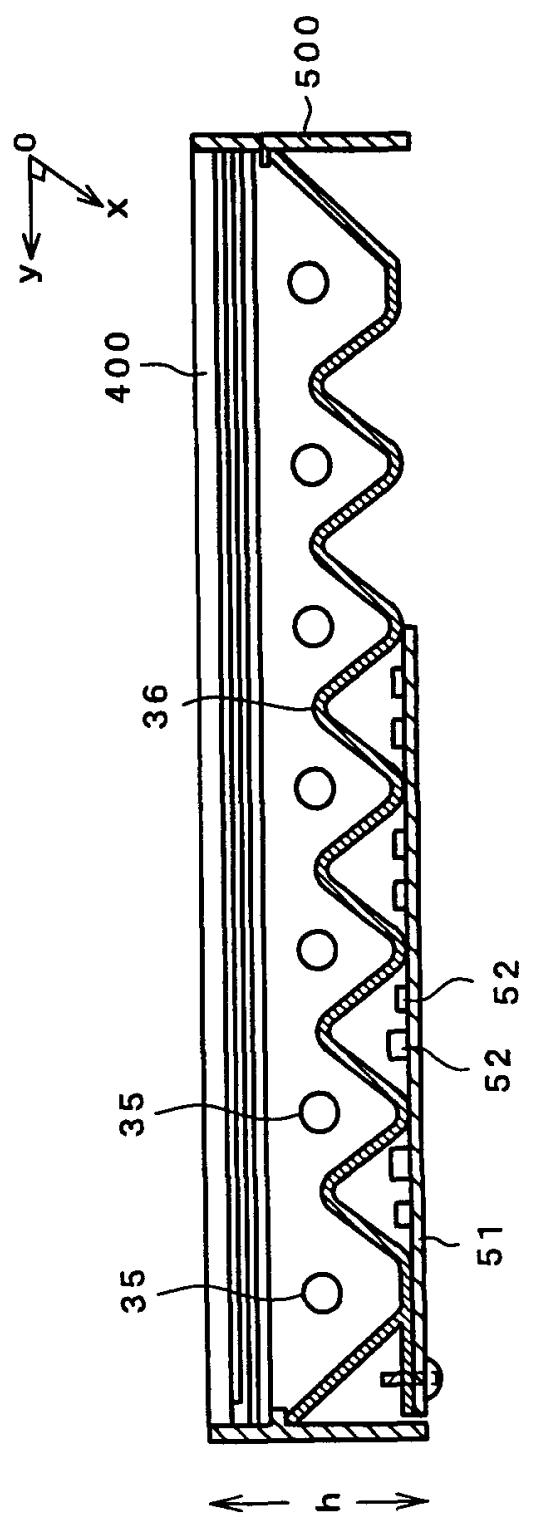


图 1

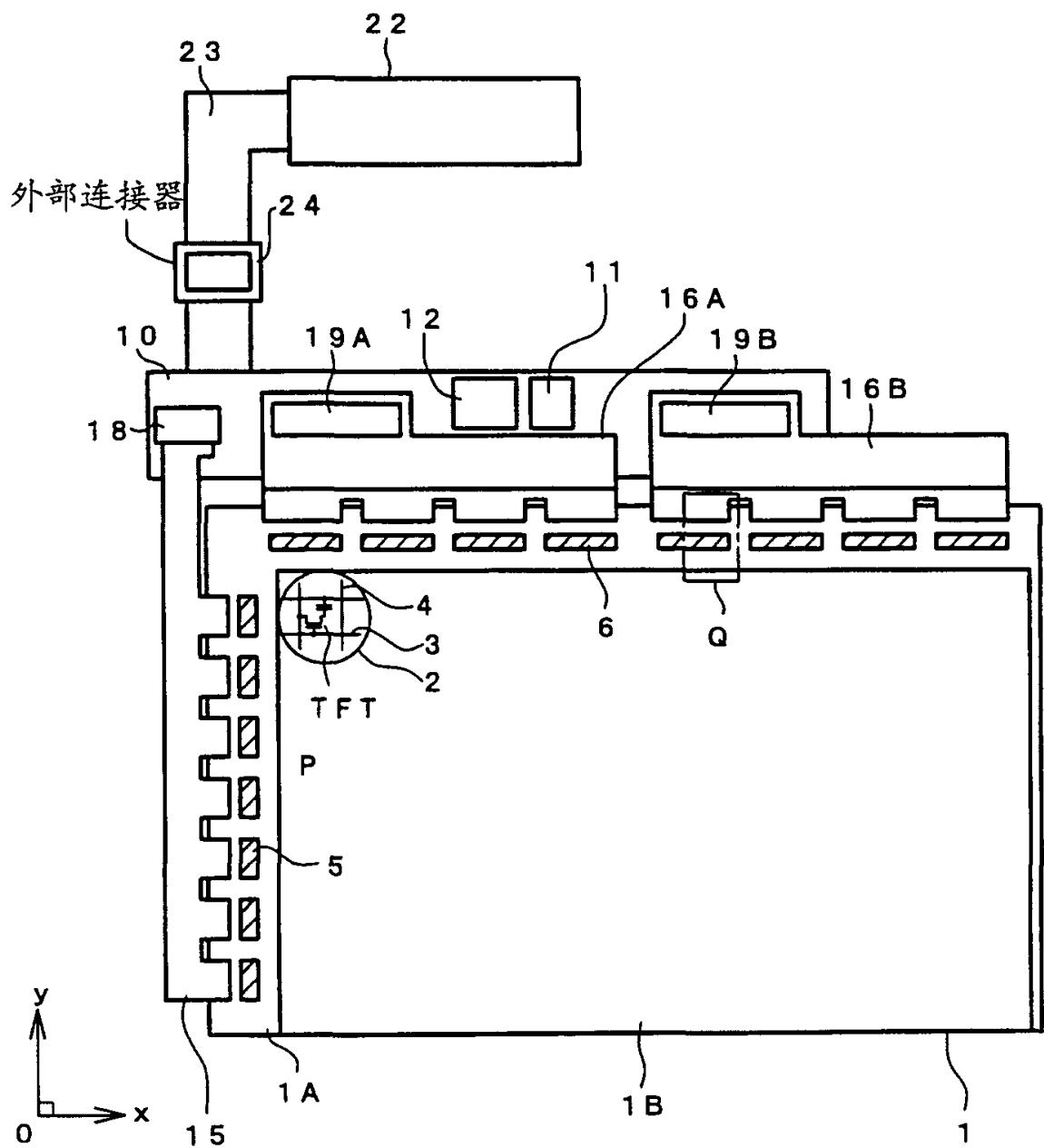


图 2

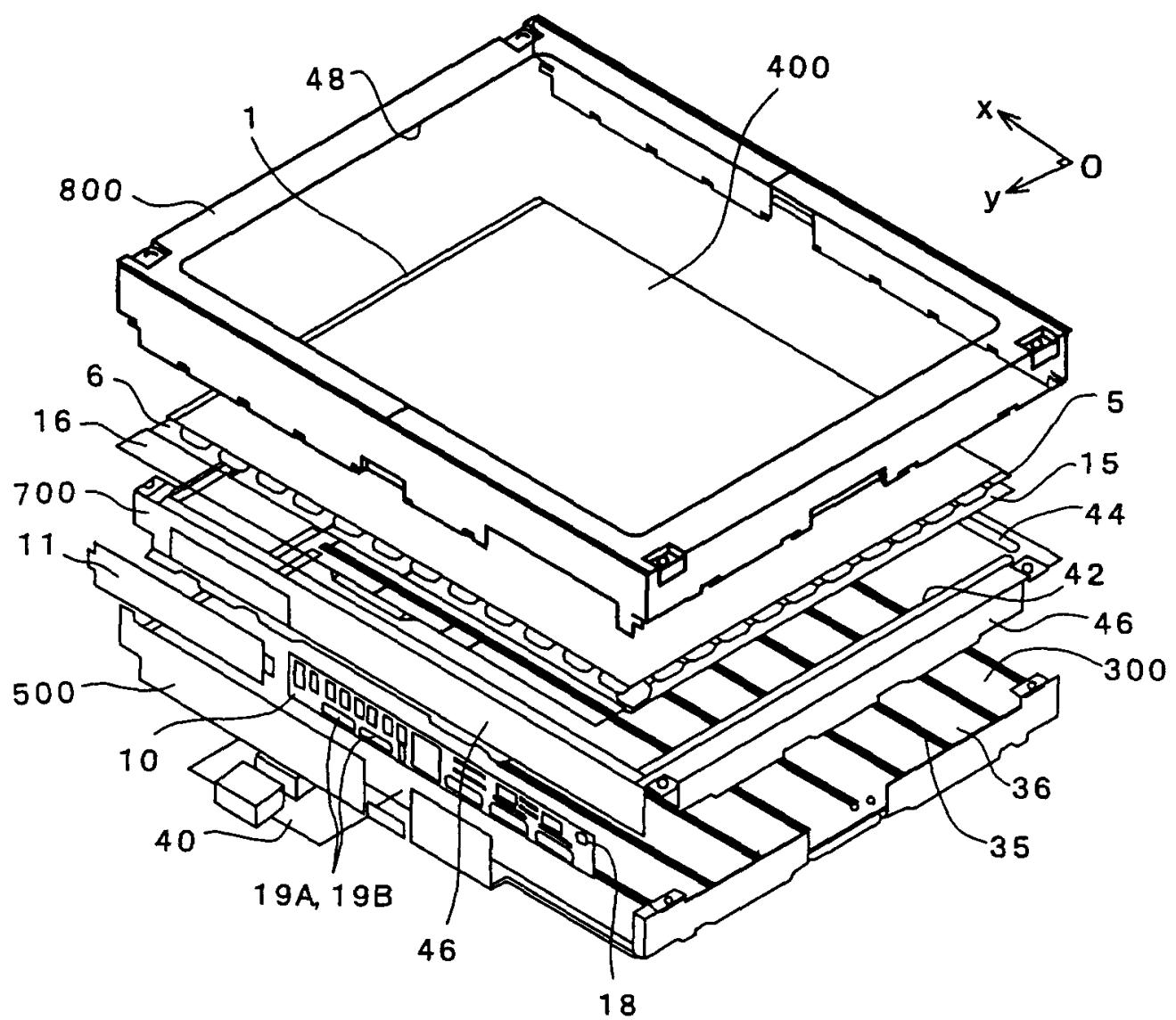


图 3

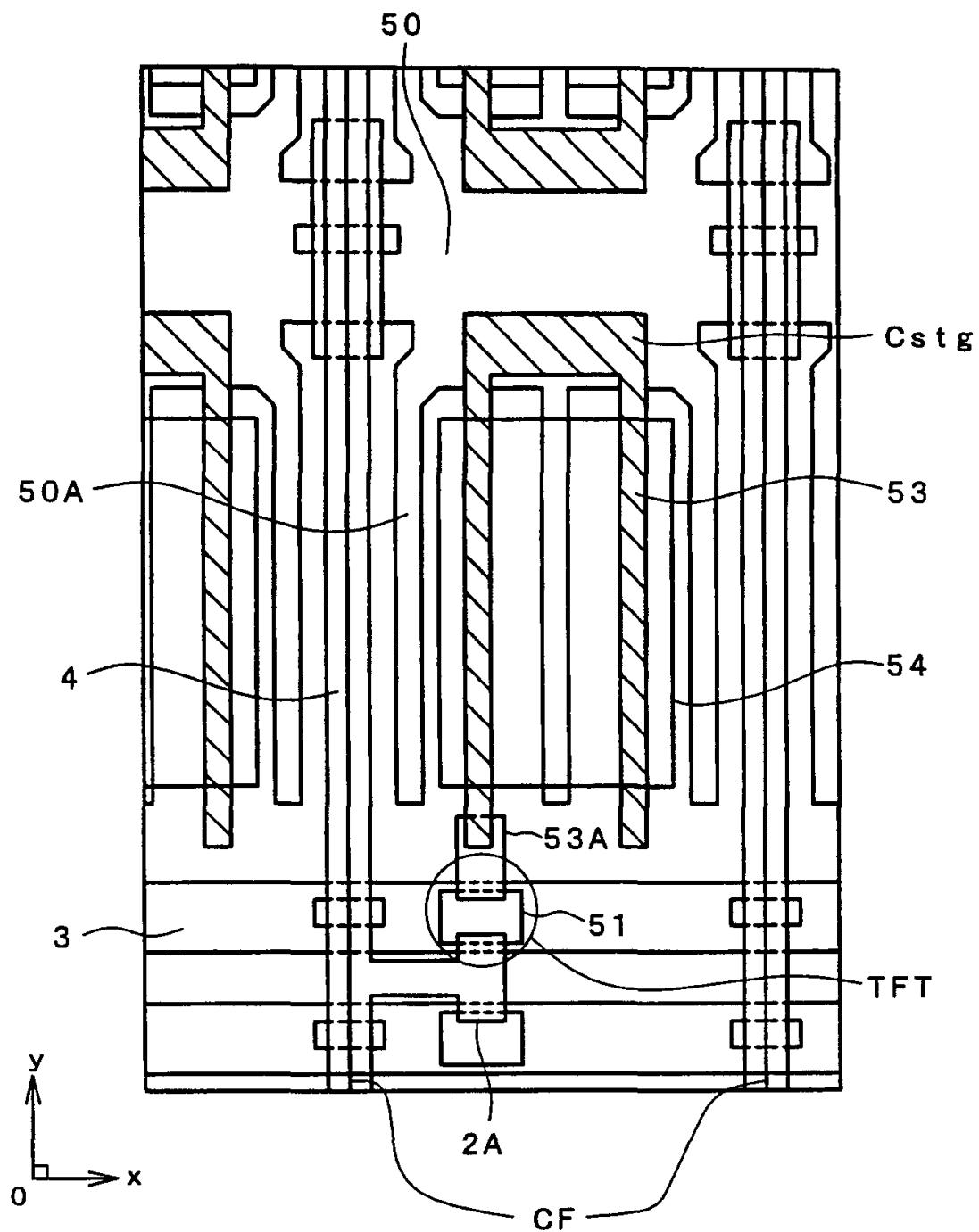


图 4

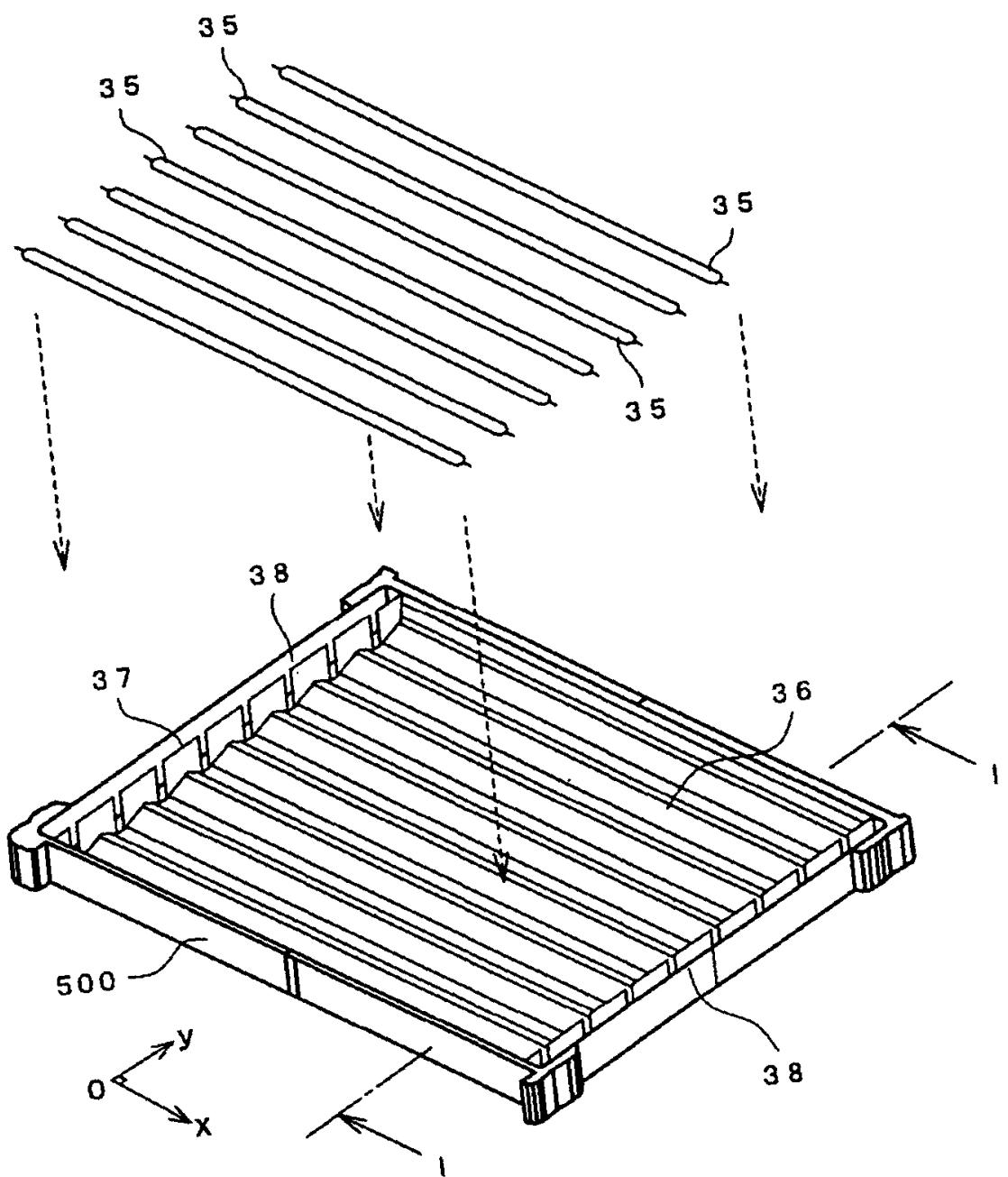


图 5

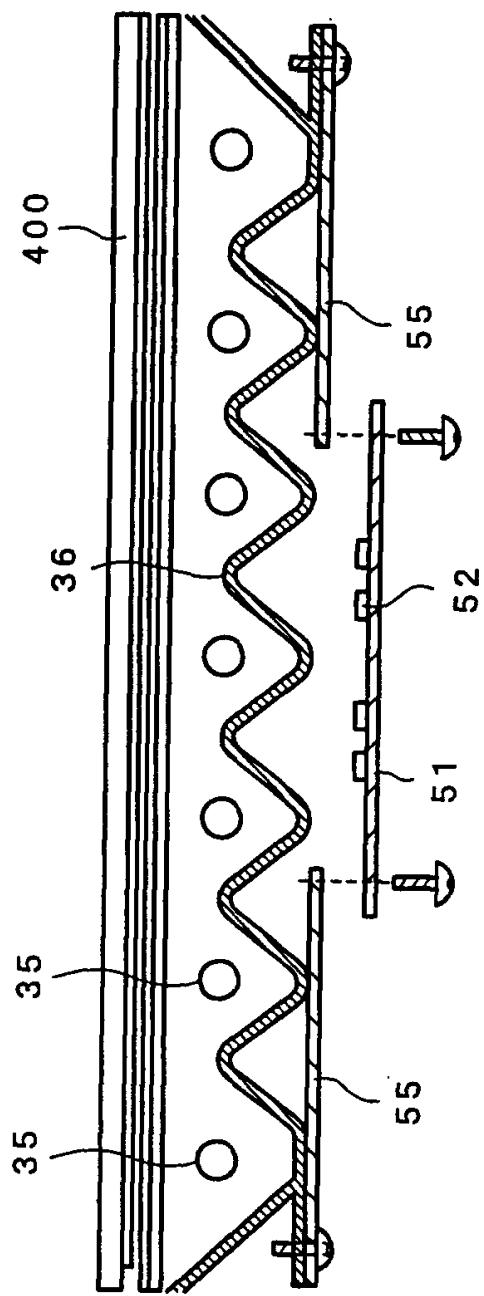


図 6

专利名称(译)	液晶显示设备		
公开(公告)号	CN1316668A	公开(公告)日	2001-10-10
申请号	CN01119635.1	申请日	2001-03-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	北田贵昭		
发明人	北田贵昭		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/13 G02F1/1335 G02F1/13357 G09F9/00 G02F1/133		
CPC分类号	G02F1/133604 G02F1/133608 G02F2001/133612 G02F1/133605 G02F1/13452		
代理人(译)	傅康		
优先权	2000083881 2000-03-24 JP		
其他公开文献	CN1143158C		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

为了减少液晶显示设备在其厚度方向上的厚度，本发明提供了一种液晶显示设备，包括液晶显示板和位于液晶显示板背面的背光单元，其中，背光单元的反射器在其后面具有一个波形表面，并且放置有电子部件的电路板固定在反射器的波形后表面上，使得电子部件位于电路板与反射板的波形后表面的凹形部分之间。

