[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G02F 1/133

# [12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96100645.5

[45]授权公告日 2002 年 4 月 17 日

[11]授权公告号 CN 1083109C

[22]申请日 1996.1.12 [24]颁证日 2002.4.17
[21]申请号 96100645.5
[30]优先权
[32]1995.1.13 [33]JP [31]4483/95
[32]1995.11.16 [33]JP [31]298276/95
[73]专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都
[72]发明人 兼泽达夫
审查员 焦丽宁

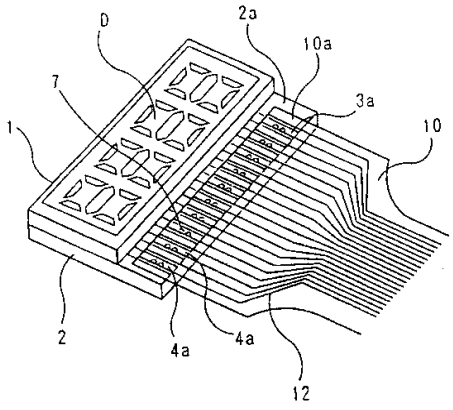
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 傅 康 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 液晶显示装置及其制造方法

[57]摘要

本发明的目的在于提高液晶显示面板的外部接线片和挠性 电路板的连接部之间的导电连接的可靠性和耐久性。利用导电性 油墨、采用网格印刷法,在电极引出部 2a 上形成的外部接线片 3a、4a 的表面上形成平面圆形导电层 7,通过加热加压将布线用 挠性电路板 10 的连接部 10a 热压粘接在上述导电层 7 上。导电层 7 与在上侧基板 1 上形成的透明电极和外部接线片 3a 之间形成的导电连接部的材料相同,且在同一工序中形成。由于导电层 7 夹在两接触面之间,所以能抑制由应力或热引起的液晶显示面板 和挠性电路板之间的导通不良的发生。




ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

# 权 利 要 求 书

1.一种液晶显示装置，它备有封入两块基板之间的液晶层，其特征在于：具有在与用于将电压加到上述液晶层上的电极导电性地连接的外部接线片的液晶显示面板、备有与上述外部接线片导电性连接的连接部的挠性电路板、在上述外部接线片和上述连接部的相对接触面之间的粘接基体材料中有含有导电性颗粒的各向异性导电膜；以及在上述外部接线片和上述连接部的相对接触面之间局部存在的具有规定厚度的导电层。

2.根据权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征在于：将硬化了的导电胶局部地配置在上述外部接线片的表面上而形成上述导电层。

3.根据权利要求 2 所述的液晶显示装置，其特征在于：上述导电胶是导电性油墨，上述导电层是通过印刷成形而形成的。

4.根据权利要求 2 所述的液晶显示装置，其特征在于：上述导电胶是由以碳颗粒和苯酚树脂为主要成分的材料构成的。

5.根据权利要求 2 所述的液晶显示装置，其特征在于：上述导电层的上表面形成凹凸状。

6.根据权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征在于：在上述外部接线片和上述连接部的相对接触面之间形成包含与上述导电层接触的导电性颗粒的粘接剂层。

7.根据权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征在于：上述导电层是用与导电性地连接上述液晶显示面板的上述电极和上述外部接线片的导电连接部相同的材料形成的。

8.一种液晶显示装置的制造方法，其特征在于：在导电性地连接将电压加到液晶显示面板的两块基板之间封入的液晶层上的电

极的外部接线片的表面上局部地形成导电层，通过该导电层导电性地将挠性电路板的连接部以在粘接基体材料中含有导电性颗粒的各向异性导电膜粘接到上述外部接线片上。

9.根据权利要求 8 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：上述导电层是与导电性地连接上述电极和上述外部接线片的导电连接部同时且用相同的材料在上述外部接线片上局部地形成的。

10.根据权利要求 8 所述的液晶显示装置，其特征在于：将上述导电层与上述两块基板一旦接触后，将上述一块基板从与上述导电层接触的部分除去，便在留在上述另一块基板上的上述导电层的上表面形成凹凸状。

# 说　明　书

## 液晶显示装置及其制造方法

本发明涉及液晶显示装置及其制造方法，尤其涉及液晶显示面板与挠性电路基板之间的连接部分的结构。

现在已存在各种方式的液晶显示装置，例如将液晶层封入两块透明基板之间，通过将电压加到在该基板的内侧形成的给定图案的透明电极上，而将规定的电场加到液晶上，进行显示。

在这些液晶显示装置中，为了将具有透明基板和液晶层的液晶显示面板和设在外部的控制驱动电路连接，多半数是与挠性电路板（以下称FPC板）连接。作为这种情况的例子有特公平5－18789号公报中记载的液晶显示面板。在FPC板的端部设置具有适合于设在液晶显示面板上的外部接线片间距的连接部，液晶显示面板一侧的外部接线片与FPC板一侧的连接部相连接。如上述特公平5－18789号公报所述，这种连接方法有将外部接线片和连接部合在一起焊接的方法；以及将各向异性导电膜夹在中间后加热加压结合的方法。

后一种方法（热密封法）是在挠性电路板的上述连接部的表面上形成各向异性导电膜，在该各向异性导电膜中，将数μm大小的微小金属颗粒等导电性颗粒等间隔地排列在基体材料中，使挠性电路板的连接部与上述外部接线片相接触地配置后，通过加热、加压，各向异性导电膜破坏后使外部接线片和连接部通过导电性颗粒进行电气连接。这样，通过利用各向异性导电膜进行导

电连接，能非常容易地将布线用FPC基板结合在液晶显示面板上。

采用这种热密封法的原有技术之一例示于图7至图9。图7是表示将FPC板连接在液晶显示体上的部分的斜视图，图8是表示将该液晶显示体的端部放大后的剖面图。在上侧基板1的内侧表面上形成透明电极3，在下侧基板2的内侧表面上形成透明电极4。在上侧基板1和下侧基板2之间封入图8所示的液晶层5，与该液晶层5对应的显示部D如图7所示，是在上侧基板1一侧形成的。下侧基板2从上侧基板1的端部向外侧延伸，该延伸部分成为电极引出部2a。在该电极引出部2a上呈带状并列地形成与上述透明电极3、4连接的外部接线片3a、4a。

另一方面，多条导电性连接线12几乎平行地配置在FPC板10的树脂薄片内，在FPC基板10的连接部10a上，导电性连接线12的端部在背面一侧露出，并被覆一层图中未示出的各向异性导电膜。如上所述，FPC基板10的连接部10a设置在电极引出部2a上，通过加热压接，利用各向异性导电膜的粘接力进行粘接。经过这样处理后，外部接线片3a、4a和导电性连接线12被导电性地连接起来。

图9是表示通过FPC基板10将安装液晶驱动电路等的印刷电路板30连接在上述液晶显示体上的状态的说明图。导电性连接线12还在电路板30一侧的连接部10b上背面一侧露出，其露出面与上述情况相同，用各向异性导电膜覆盖。用与上述同样的方法，连接部10b被粘接在印刷电路板30上，于是导电性连接线12的端部被导电性地连接在连接垫片31上。

在上述原有的液晶显示装置中，通过将具有柔软性的FPC基板安装在液晶显示面板的外部接线片上，能进行较高自由度的配线连接，但由于FPC板具有柔软性，当FPC板变形时，应力便加在外部端子和连接部的导电连接部分上，有可能引起断线，因此存在该导电连接部分的导电连接的可靠性未必充分的问题。

特别是FPC板10的连接部10a像上述那样粘接的液晶显示体的外部接线片3a、4a，由于液晶显示体的制造工序方面的原因，导电层的厚度约为200～600Å，与在印刷电路板30上形成的连接垫片31的厚度为10～40μm的情况相比较，前者形成得非常薄。因此，对各向异性导电膜加压时，FPC板10的背面和外部接线片3a、4a的周围部分之间的间隙也薄，因此多余的粘接剂或导电性颗粒排出的空间少，与各向异性导电膜中的导电性颗粒的接触面积比连接垫片31的接触部分少很多。因此，连接部的连接电阻增大，同样断线的危险性也高。为了改善这一情况，可考虑采取使FPC板10的连接部10a的各向异性导电膜的厚度比连接部10b薄等措施，但这种方法所存在的问题是难以维持连接部的质量，同时FPC基板10的制造成本增大，现在还没有解决方法。

在上述那样通过各向异性导电膜连接FPC基板的形式的所谓热密封法中，连接作业容易的反面是存在下述问题，即在制造过程中或产品完成后由于环境温度的上升，导电性粒子在各向异性导电膜内浮起，导电性颗粒从外部端子上脱离，两者之间断绝了导电接触状态。

特别是近年来出现了大容量的液晶显示面板，要求装置小型化、外部端子数的增加和端子间隔的狭小化更加明显，伴随这一

情况所引起的问题是次品增加，导致产品的合格率下降，这就是现状。

因此本发明就是为了解决上述问题的，其课题在于不增加制造成本而提高液晶显示面板和FPC板之间的导电连接的可靠性。

本发明的另一目的在于通过提高上述导电连接部分的可靠性而提高产品的合格率，从而达到液晶显示装置及使用它的产品的低成本化，同时提高它们的耐久性。

为了解决上述课题，本发明的装置是这样一种液晶显示装置，它有液晶显示面板、备有与外部接线片进行导电连接的连接部的挠性电路板、以及在上述外部接线片和上述连接部的相对接触面之间局部存在的具有规定厚度的导电层，上述液晶显示面板备有封入两块基板之间的液晶层，以及与将电压加到该液晶层上的电极进行导电连接的外部接线片。

按照该装置，通过在外部接线片和连接部的相对的接触面之间局部地存在导电层，可以将外部的压接力通过外部接线片和连接部的导电层重点传递到接触部，从而能充分地确保该接触部的接触压力，同时，由于由导电层的厚度形成的台阶与相对的接触面接触，增加了在外部接线片和连接部之间存在的导电性粘接材料等的接触面积，所以，能确保导电性，维持切实的导通状态。因此，能抑制受到外部应力或热作用时导通不良的发生。特别是当以充分的压接力使外部端子和连接部进行导电连接时，挠性板本身沿着由导电层的存在所形成的台阶而变形，更能可靠地增加接触压力和接触面积。

这里，最好是将硬化了的导电胶局部地配置在上述外部接线

片表面上形成上述导电层。这样做，通过局部地配置导电胶，并使之硬化，容易形成上述导电层。

在这种情况下，最好使用导电性油墨作为上述导电胶，利用印刷成形形成上述导电层。这时，通过印刷成形可以低成本地形成导电层。

另外，最好由以碳颗粒和苯酚树脂为主要成分的材料构成上述导电胶。这时，导电性好，而且连接时能通过加热进行热硬化，所以形状不会破坏，能形成可靠地进行导电连接的导电层。

最好使上述导电层的上表面呈凹凸状。通过使导电层的上表面形成凹凸状，可以进一步增大导电接触面积和增强导电连接部的粘接力。

最好在上述外部端子和上述连接部的相对接触面之间形成包含与上述导电层接触的导电性颗粒的粘接剂层。利用导电性颗粒可以获得各向异性的导电特性，同时粘接剂层中的导电性颗粒与局部形成的导电层结合，能获得较大的接触压力和接触面积，因此，能获得抗应力和抗热性能强的导电接触部。

最好用与导电性地连接上述液晶显示面板的电极和上述外部接线片的导电连接部相同的材料形成上述导电层。通过用与液晶显示面板内的导电连接部相同的材料形成导电层，可以不增加制造工序而获得上述效果。

其次，作为液晶显示装置的制造方法，是在导电性连接电极的外部接线片的表面上局部地形成导电层，上述电极用来将电压加到封入液晶面板的两块基板间的液晶层上，通过该导电层将挠性电路板的连接部导电性地粘接在上述外部接线片上，特别是通

过用与导电性地连接上述电极和上述外部接线片用的导电连接部相同的材料，同时在上述外部接线片上局部地形成上述导电层，不需要增加新的制造工序，只需要变更导电连接部的形成图形就能适应。所以能简单地且成本低地制造备有上述那种可靠性高的液晶显示面板和挠性基板之间的连接部的液晶显示装置。

最好使上述导电层与上述两块基板接触一次后，将上述一块基板从接触了上述导电层的部分除去，使留在另一块基板上的导电层的上表面形成凹凸状。采用这种方法除去基板时，与除去基板的同时，导电层的上部被牵引，因此留在另一基板上的导电层的上表面能自然地形成凹凸状。因此，用极其容易的方法，便可自然地增加导电接触面积和增大导电连接部的粘接力。

图 1 是本发明的液晶显示装置的实施例的外观的斜视图。

图 2 是该实施例的液晶显示面板和接线用 FPC 板的连接部的剖面图。

图 3 是该实施例的外部接线片和 FPC 板的连接部的粘接状态的放大剖面图。

图 4 是布线用 FPC 基板的连接部的结构的放大剖面图。

图 5 是该实施例的液晶显示面板结构的说明用的平面图。

图 6 是该实施例的液晶显示面板的制造工序的概略工序图。

图 7 是原有的液晶显示装置外观的斜视图。

图 8 是原有的液晶显示装置和布线用 FPC 基板的连接部的剖面图。

图 9 是原有的液晶显示装置的总体结构的概略结构图。

图中 1:上侧基板

2: 下侧基板

2a: 电极引出部

3、4: 透明电极

3a、4a: 外部接线片

7: 导电层

7a: 上表面

8: 导电连接部

10: FPC 板

12: 导电性连接线

13: 各向异性导电膜

13a: 粘接基体材料

13b: 导电性颗粒

下面，参照附图说明本发明的液晶显示装置的实施例。该实施例如图 1及图 2 所示，备有由透明的玻璃或树脂制的基板构成的上侧基板 1 和下侧基板 2；在该上侧基板 1 及下侧基板 2 的内侧表面上形成的带状透明电极 3、4；以及用密封材料封入上侧基板 1 和下侧基板 2 之间的液晶层 5。对应于该液晶层 5，在其上侧基板 1 一侧形成显示部 D。图中未示的反射板粘贴在下侧基板 2 的内侧表面上。下侧基板 2 向上侧基板 1 的外侧伸出，形成下侧基板 2 的内侧表面露出的电极引出部 2a。在 TN (Twisted Nematic) 型或STN (Super Twisted Nematic) 型液晶显示体的情况下，将偏振片配置在上侧基板 1 的上表面和下侧基板 2 的下表面上。

多个外部接线片 3a、4a 按规定的间隔呈带状排列配置在电

极引出部2a 的表面上。外部接线片 3a 与在上侧基板 1 上形成的透明电极 3 导电性地连接，外部接线片 4a 与在下侧基板 2 上形成的透明电极 4 导电性地连接。布线用的挠性电路板（以下称 FPC 板）10 的连接部 10a 粘接在电极引出部2a 的表面上，且与其外部接线片 3a、4a 的形成位置重合。

如图 4 所示，FPC 板 10 由透明树脂薄片 11、在该树脂薄片 11 的底面上形成的多条并列的由碳层构成的导电性连接线 12、在该导电性连接线 12 上形成的各向异性导电膜 13、以及被覆在除连接部 10a 以外的内侧面一侧的被覆层 14 构成。各向异性导电膜 13 是将由碳或金属形成的微小的导电性颗粒 13b 按规定间隔排列配置在由热塑性树脂等构成的粘接基板13a 中而成。

如图 1 及图 2 所示，呈平面圆形的两个导电层 7、7 沿外部接线片的延长方向排列配置在于电极引出部 2a 的表面上排列配置的外部接线片 3a、4a 上，外部接线片 3a、4a 和导电性连接线 12 将该导电层 7 夹在中间，并通过上述各向异性导电膜 13 进行导电性连接。

该连接部分如图 3 所示，各向异性导电膜 13 的粘接基体材料 13a 通过热压接而熔融，并在外部接线片 3a、4a 上被压坏，且填充在外部接线片3a、4a 的表面上、以及在其上面形成的导电层 7 的上表面 7a 和导电性连接线12 之间，并在此状态下固化。这时，导电性颗粒 13b 在粘接基体材料 13a 中排列配置在外部接线片 3a、4a 的表面及导电层 7 的上表面 7a 上，维持导电性连接线 12 和外部接片 3a、4a 之间的导电连接。

图 5 是从上方看上述实施例的透视图，外部接线片 3a 通过

用与上述导电层7相同的材料形成的导电连接部8，与图中未示出的上述透明电极3导电性地连接。外部接线片4a在下侧基板2上与图中未示出的透明电极4连接上。这些外部接线片3a及4a的数量及配置形式根据在液晶层5的上下形成的透明电极3、4的图案适当的设定。

图6简略地表示本实施例的液晶显示面板的制造工序。如图6(a)所示，在下侧基板2的表面上形成呈规定图案的透明电极4及外部接线片3a(图中未示出)、4a，在其上面涂布密封剂60，使该密封剂60包围在液晶显示预定区域周围。使用将碳颗粒分散在苯酚树脂中的导电性油墨，采用网格印刷方法，在外部接线片3a上形成上下连接图案80、在外部接线片3a及4a上形成导电层图案70。这时，导电层图案70的形状呈圆柱状，其直径为0.2～0.5mm大致等于外部接线片3a、4a的宽度，其厚度约为30μm。

其次，如图6(b)所示，将在表面上形成呈规定图案的透明电极3的上侧基板1按照与下侧基板2的间隔为5～10μm左右的规定值进行配置。于是，上述密封剂60、导电层图案70及上下连接图案80便粘接在上侧基板1的表面上。在此状态下，保持上下两基板1、2的间隔不变，用150～200℃的环境温度加热，使密封剂60、导电层图案70及上下连接图案80进行热硬化，密封剂60完全硬化后成为将上下基板互相固定的密封部6，导电层图案70及上下连接图案80与基板的接触部局部地硬化后粘接在上下基板上。这里，可通过选择材料、或根据需要，添加一些添加剂(聚合抑制剂等)来调整导电层图案70及上下连接图案80的硬化特性，以便使密封剂60的硬化特性变得多少难以硬化。

另外，如图 6 (c) 所示，将每个液晶显示区域的上下基板 1、2 切断，切出单件液晶显示面板，然后如图 6 (d) 所示，为了设置电极引出部 2a 而将上侧基板 1 的一部分切除。这时，将上侧基板 1 的一部分取下时，导电层图案70 便从其中间部分断开，于是在下侧基板 2 上形成具有呈无规则凹凸的上表面的导电层 7。这时导电层 7 的厚度约为 10～20$\mu$m。

将液晶封入如上形成的液晶显示面板的密封部 6 内，形成液晶层 5，同时将图 4 所示的 FPC 板 10 安装在电极引出部 2a 上便告完成。FPC 板10 是将其连接部 10a 与外部接线片 3a、4a 和导电性连接线 12 重叠配置在电极引出部 2a 上的，在此状态下，利用加热加压装置进行热密封，将其热压接在液晶显示面板上。该热密封条件通常是：加压面温度为 130～150℃，加压压力为 20～30kg/cm$^2$，加压时间为 5～10 秒。该热密封条件对液晶显示面板和 FPC 板之间连接的可靠性影响很大，因此对该条件的管理极为重要。

在像以往那样不形成导电层 7 的情况下，加压面温度、加压压力及加压时间如果比上述热密封条件的范围低，则粘接基体材料 13a 不能充分发挥其熔接作用，粘接强度下降，如果超过上述条件范围，则由于各向异性导电膜13 过热，使得导电性颗粒 13b 在粘接基体材料 13a 中上浮，产生接触不良现象。

在本实施例中，即使将上述热密封条件的范围扩大到加压面温度为110～180℃、压力为 15～50kg/cm$^2$、加压时间为 3 秒，也能使导电连接部不发生问题地进行制造。另外，可以确认上述条件对于外部接线片 3a、4a 的间距为 0.8mm 及 0.4mm 的液晶显示

体来说，可以不发生任何问题地分别进行制造。

利用上述热密封时，当各向异性导电膜13的粘接基体材料13a一旦熔融后，导电性颗粒13b在不接触导电性连接线12和外部接线片3a、4a两者的状态下固化。这时，在外部接线片3a、4a上形成的导电层7使台阶形成在外部接线片3a、4a上，所以如图3所示，通过导电层7的上表面和导电性连接线密切接触，能更可靠地确保通电。由于导电层7有一定厚度，能充分确保各向异性导电膜13所需的扩展空间，因此能增大与各向异性导电膜13内的导电性颗粒的接触面积，具有这一优点。这时，利用热密封时的过热，导电层7进一步硬化而保持其形状，因此不会产生由热密封引起的导电层7的形状的严重破坏。

虽然在电极引出部2a上也存在形成外部接线片所形成的台阶，但外部接线片通常由金属薄膜形成，其厚度即使较厚者也不过是2000～3000Å，因此所形成的外部接线片的台阶非常低，而且该台阶不与FPC板上的导电性连接线的延长方向相交，所以对FPC板完全无助于导电接触面积的增加和粘接力的增加。与此相反，上述导电层7的台阶达到10～20$\mu$m之厚，而且与导电性连接线的延长方向交叉形成，因此几乎能完全防止由应力或热等造成的接触不良的发生等，具有很大的效果。

由于上述原因，在导电层7的上表面7a上形成无规则的凹凸，所以导电层7的上表面7a和各向异性导电膜13的粘接力更强，同时导电性颗粒13b牢固地陷入上表面7a，所以能实现可靠的导电连接，且提高了该部分的耐久性、耐热性。

在本实施例中，通过将各向异性导电膜夹在中间进行热压

接，将液晶显示面板和布线用的FPC板粘接起来，但即使采用涂布焊锡等导电胶，进行熔敷、逆流等其它导电粘接方法，只要导电接合部是面接合，就具有同样的效果。

作为在液晶显示面板上安装的FPC板，不限于只形成配线的布线用FPC板，也可使用实际安装了半导体芯片的FPC板等各种FPC板。

在本实施例中，作为FPC板上的导电性连接线，由于采用与形成导电层7、导电连接部8用的导电性连接线相同材质的碳连接线形成，所以如上所述，与在外部接线片上形成的导电层7之间粘接性和导电性好，特别是通过也采用碳颗粒作为各向异性导电膜中排列的导电性颗粒，更能提高连接特性。

通过采用上述工序，与导电连接部8同时地用相同材料形成上述导电层7，能对以往的工序不作任何变更就能形成。当然也可以在形成电极引出部2a之后，用单独的工序形成导电层7。

这里，不一定像上述那样使导电层呈平面圆形，也可以呈平面长方形或其它延长形状。但是，为了在外部接线片上形成许多台阶，如上所述，最好设置多条导电层。特别是最好确保由导电层的形成所决定的台阶数，为了能容易地通过印刷等成形，应确保导电层有一定的大小，使导电层的平面形状呈圆形或正方形的点状，且使其具有与外部接线片的宽度大致相等的直径，将其沿外部接线片的延长方向排列多排。

如上所述，按照本发明，有以下效果。

按照本发明，通过使夹在外部端子和连接部的相对接触面之间局部地存在导电层，外部的压接力通过外部端子和连接部的导

电层重点地传递到接触部。能充分确保该接触部的接触压，同时由导电层的厚度形成的台阶与相对的接触面接触，增加夹在外部端子和连接部之间的导电性粘接材料等的接触面积，所以，能确保导电性，可靠地维持通电。因此，能抑制产生受到外部应力或热作用时导通不良。特别是具有充分的压接力，当外部接线片和连接部进行导电连接时，挠性基板本身沿着由于导电层的存在而形成的台阶变形，能更可靠地增大接触压力和接触面积。

按照本发明，通过局部地配置导电胶，并使之硬化，能容易地形成上述导电层。

按照本发明，利用印刷成形法能低成本地形成导电层。

按照本发明，由于导电性好，且能利用连接时的加热而进行热硬化，所以能制成形状不会被破坏，且能可靠地进行导电连接的导电层。

按照本发明，通过使导电层的上表面形成凹凸状，可以进一步增加导电接触面积和增强导电连接部的粘接力。

按照本发明，利用导电性颗粒能获得各向异性导电特性，同时与粘接剂层中的导电性颗粒局部形成的导电层相结合，能获得大的接触压力和接触面积，所以，能获得耐应力和耐热的导电接触部。

按照本发明，通过用与液晶显示面板内的导电连接部相同的材料形成导电层，所以能不增加制造工序就能获得上述效果。

按照本发明，通过与导电性地连接上述电极和上述外部接线片用的导电连接部同时且用相同的材料在上述外部接线片上局部地形成上述导电层，所以，不用增加新的制造工序，只变更导电

连接部的形成图案就能适应，从而能简单且低成本地制造上述那种备有可靠性高的液晶显示面板和挠性基板之间的连接部的液晶显示装置。

按照本发明，在除去一侧基板时，在与基板除去的同时，导电层上部受到牵引，所以能使留有另一侧基板上的导电层的上表面形成凹凸状。因此，能用极其容易的方法，进一步增大导电接触面积和增大导电连接部的粘接力。

# 说 明 书 附 图

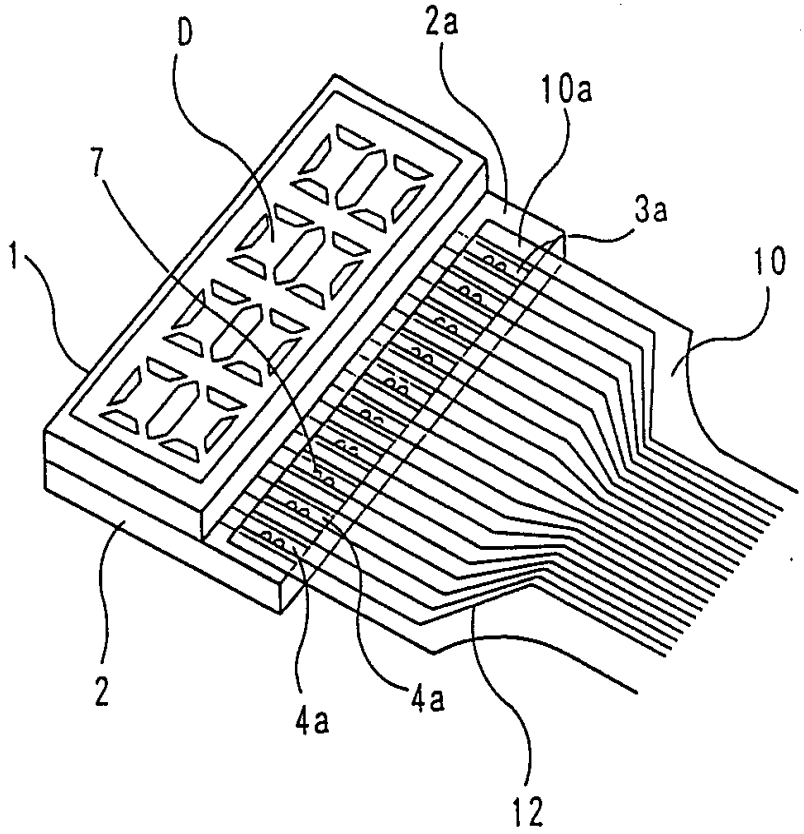



图 1

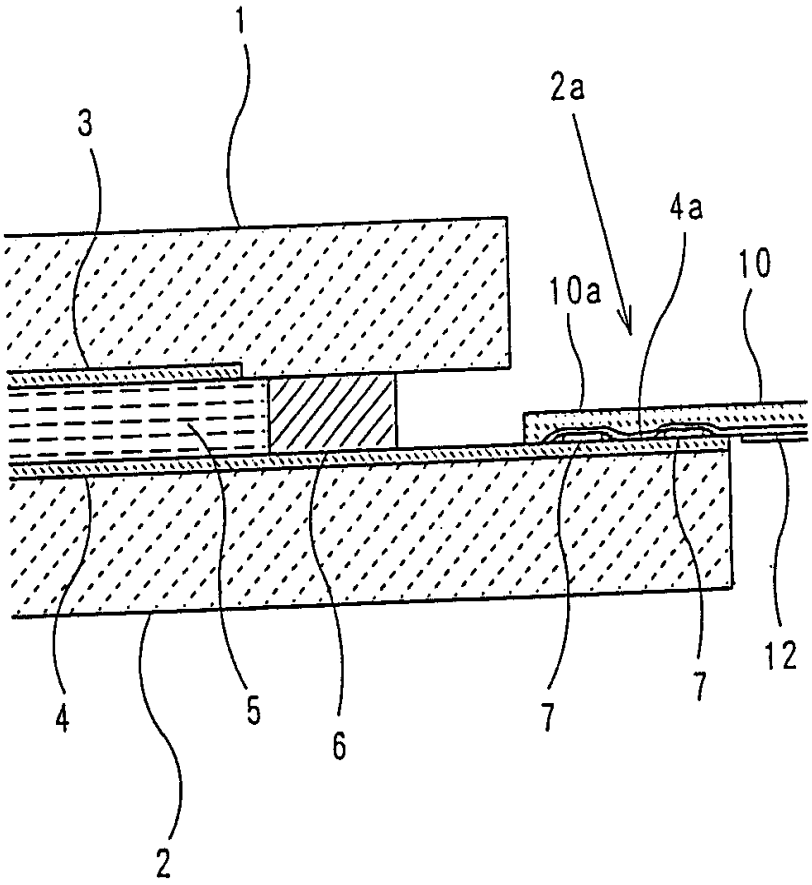



图 2

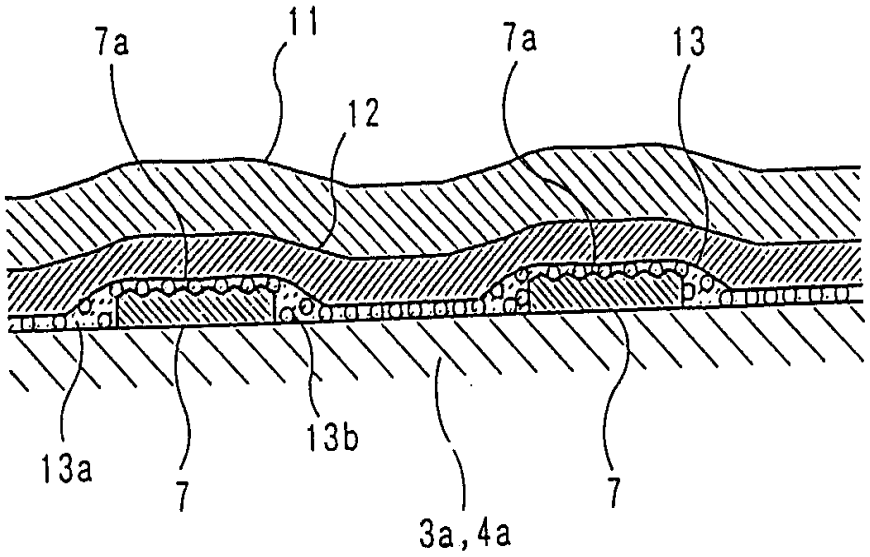



図　3

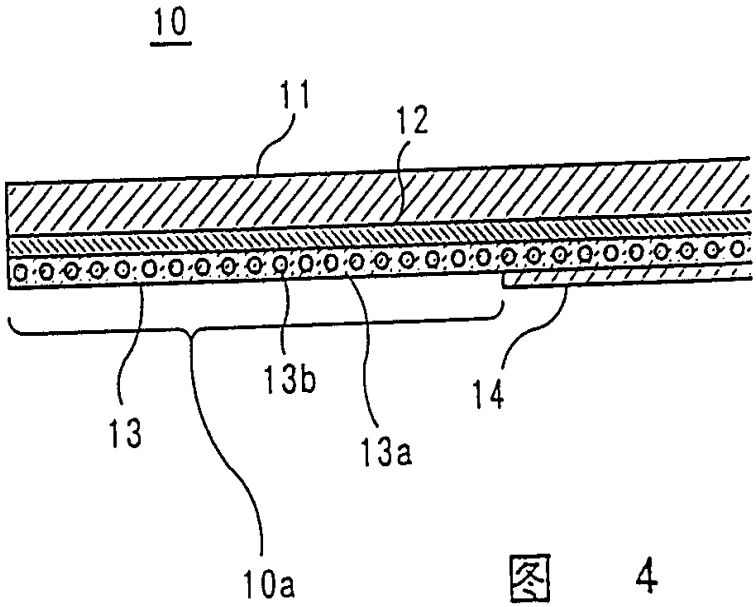



図　4

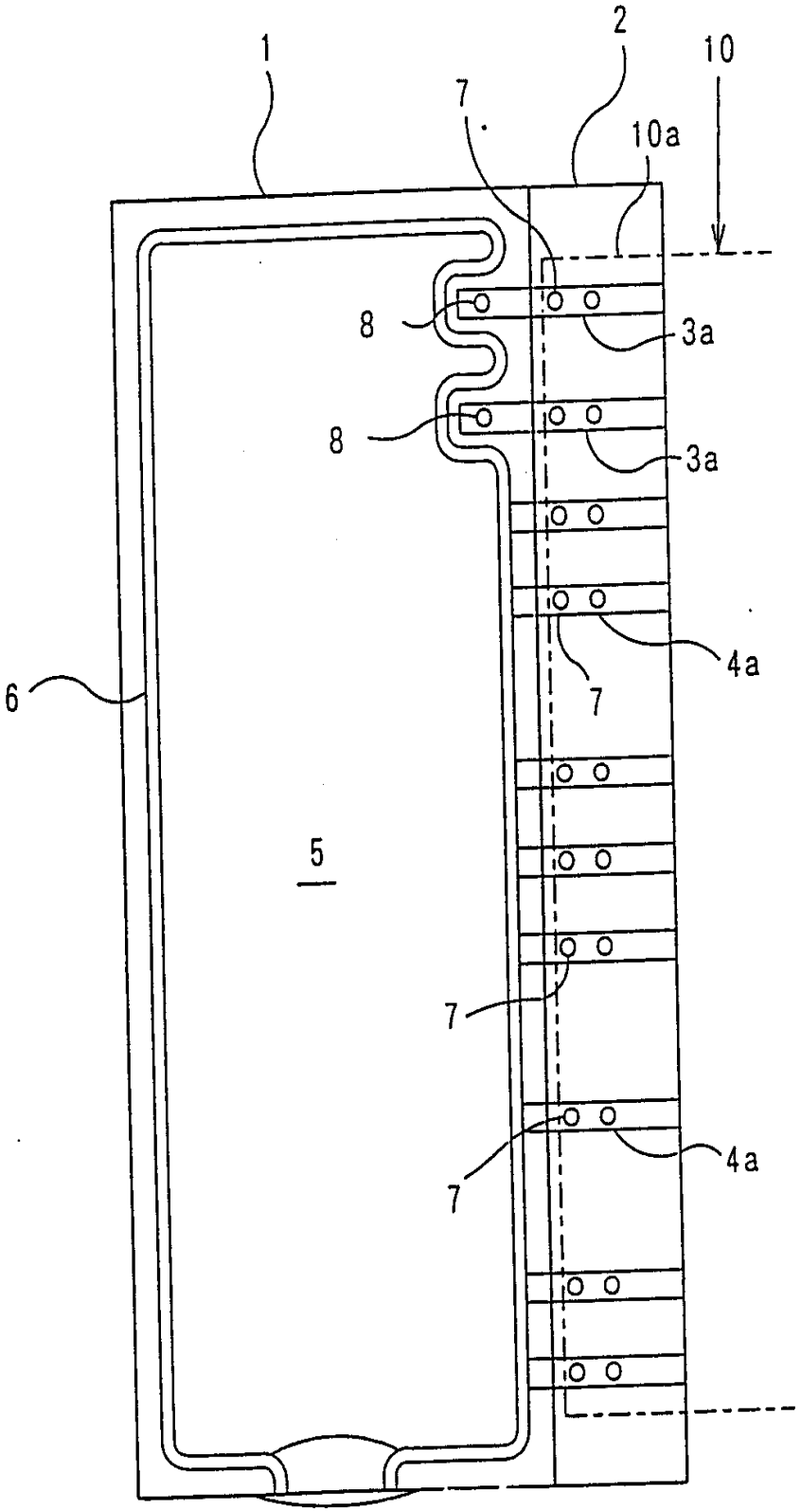
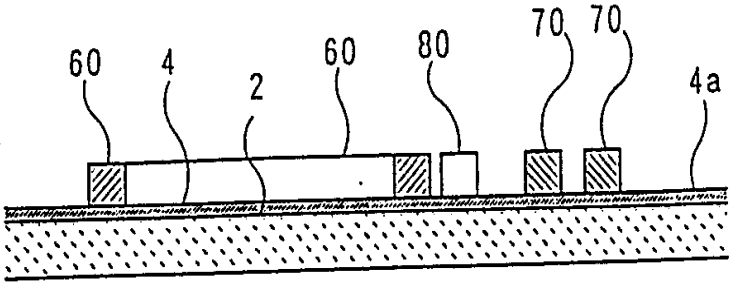
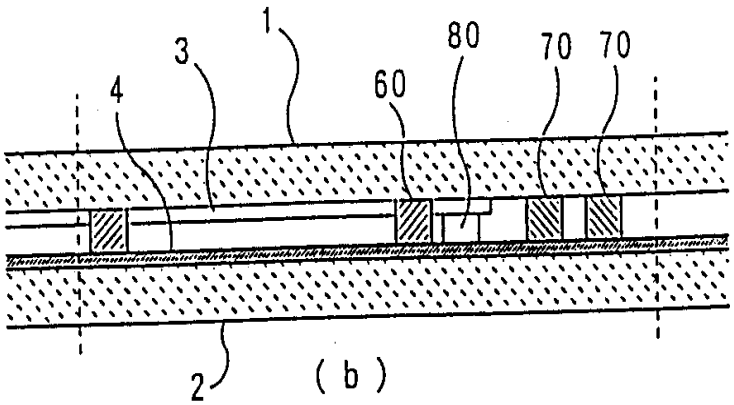


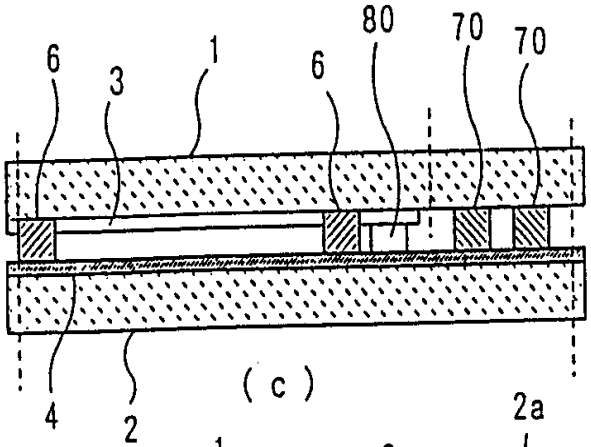

图 5


60
4
2
60
80
70
70
4a

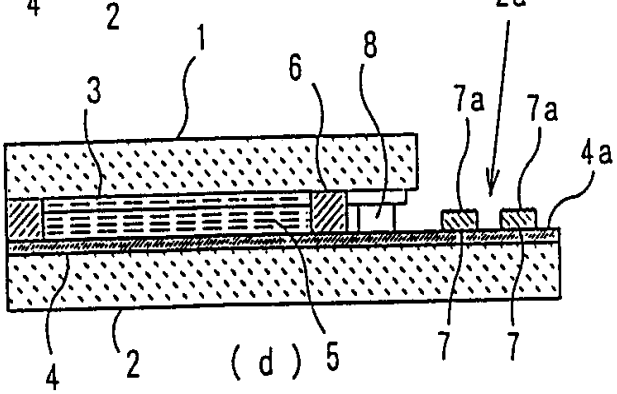
( a )


1
3
4
60
80
70
70
2

( b )


6
3
1
6
80
70
70
4
2

( c )


2a
1
8
6
3
7a
7a
4a
4
2
5
7
7

( d )

图 6

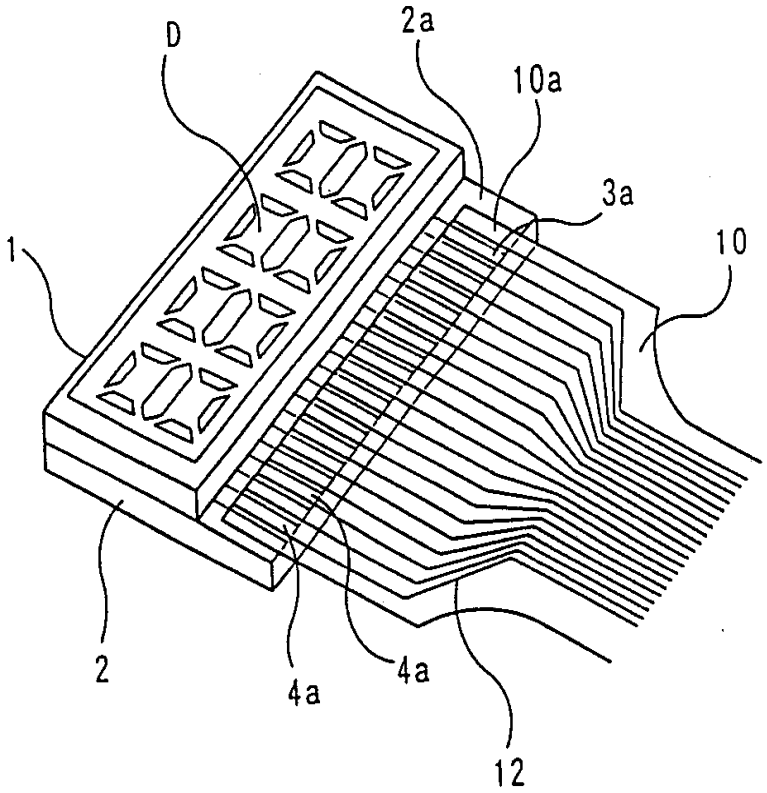



图 7

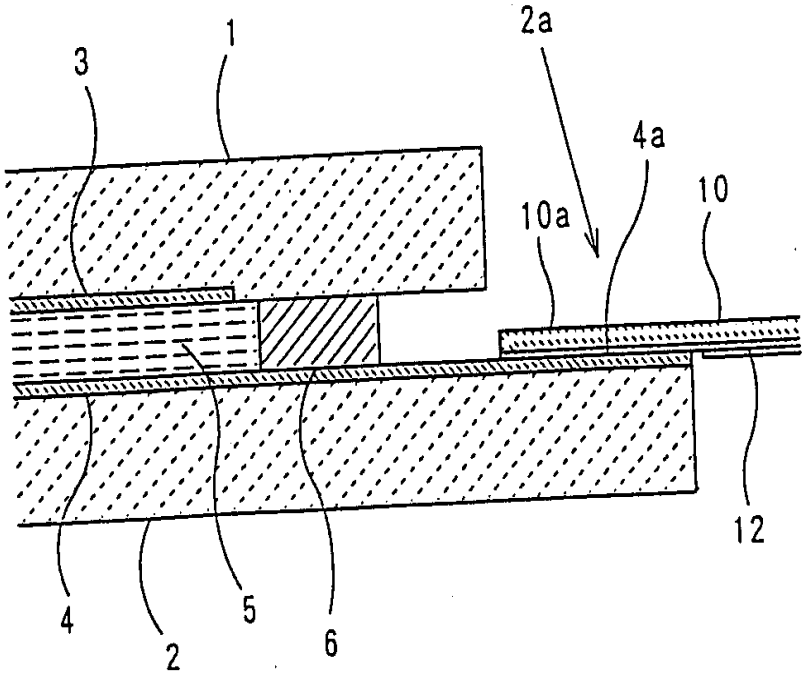



图 8

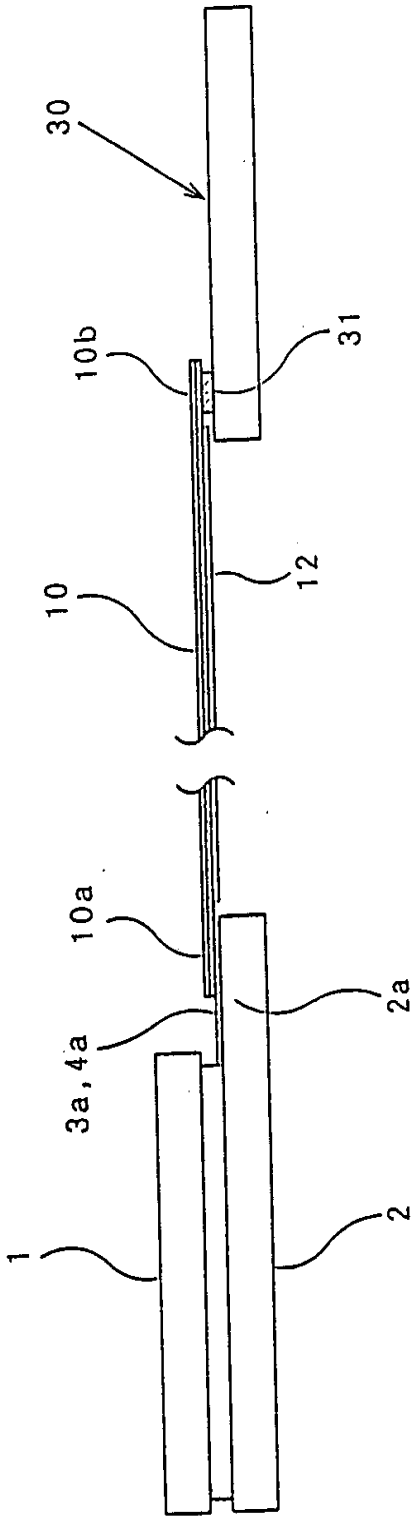



図 9