

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/133 (2006.01)

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610079291.3

[43] 公开日 2007年2月21日

[11] 公开号 CN 1916703A

[22] 申请日 2006.4.20

[21] 申请号 200610079291.3

[30] 优先权

[32] 2005.4.20 [33] US [31] 11/110,229

[71] 申请人 统宝光电股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学工业区

共同申请人 佛罗里达中央大学

[72] 发明人 朱新羽 葛志兵 吴诗聪

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 李晓舒 魏晓刚

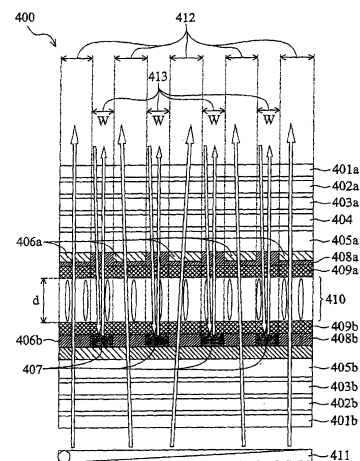
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 21 页

## [54] 发明名称

半透射反射式液晶显示器装置及其制造方法

## [57] 摘要

本发明涉及半透射反射式液晶显示器装置及其制造方法。通过共用电极图案与反射器图案互补或氧化铟锡像素电极图案与反射器图案互补的设计，使透射显示区的电场为均匀纵向电场，反射显示区的电场为杂散电场。因此透射显示区的垂直配向负介电各向异性向列型液晶分子于初始状态时，会较反射显示区的液晶分子与基底垂直方向夹更大的倾斜角。结果使外部入射光在反射显示区中经历较小相延迟，背光源光线经历较大相延迟。因外部光通过反射显示区两次，背光源光线仅通过透射显示区一次，藉由电极与反射器宽度的设计，可使两道光束在反射显示区与透射显示区中经历几乎完全相同的相延迟，如此，将使透射式与反射式显示模式的光电特性曲线有更佳的重叠性。



1. 一种半透射反射式液晶显示器装置, 包括:

一第一基板, 其上至少覆盖有一图案化透明电极、一第一非导电性平面层及一第一垂直配向膜;

一第二基板, 其上至少覆盖有一未图案化透明电极、一图案化反射器、一第二非导电性平面层及一第二垂直配向膜;

一具有负介电各向异性(negative dielectric anisotropy)的向列型液晶层(nematic liquid crystal layer), 设置于该第一基板的第一垂直配向膜与该第二基板的第二垂直配向膜之间;

一第一线性偏光板, 设置于该第一基板外侧, 相对于该向列型液晶层;

一第二线性偏光板, 设置于该第二基板外侧, 相对于该向列型液晶层并面向一背光源;

一负双折射延迟膜(negative birefringence retardation film), 设置于该向列型液晶层与该第一线性偏光板之间, 其光学轴垂直于膜表面;

一第一半波延迟膜(half-wave retardation film), 设置于该向列型液晶层与该第一线性偏光板之间;

一第一四分之一波延迟膜(quarter-wave retardation film), 设置于该向列型液晶层与该第一半波延迟膜之间;

一第二半波延迟膜, 设置于该向列型液晶层与该第二线性偏光板之间;  
以及

一第二四分之一波延迟膜, 设置于该向列型液晶层与该第二半波延迟膜之间, 其中该第一基板上的图案化透明电极为一共用电极, 该图案化反射器是直接设置于该未图案化透明电极上, 该未覆盖该图案化反射器的未图案化透明电极区域定义为一透射显示区, 而该覆盖该图案化反射器的未图案化透明电极区域则定义为一反射显示区, 该第二基板上的图案化反射器的图案与该第一基板上的图案化透明电极的图案大体互补, 使该透射显示区产生一大致的纵向电场(longitudinal electric field), 该反射显示区产生一杂散电场(fringing field)。

2. 如权利要求1所述的半透射反射式液晶显示器装置, 其中该第二基板上的图案化反射器是由具有高反射率的铝、铝合金或银金属物质所组成。

3. 如权利要求2所述的半透射反射式液晶显示器装置,其中该图案化反射器是直接与该第二基板上的未图案化透明电极连接,该图案化反射器与该未图案化透明电极具有基本上相同的电位,两者均作为像素电极。

4. 如权利要求1所述的半透射反射式液晶显示器装置,其中该第二基板上的图案化反射器是由具有高反射率的多层非导电薄膜所组成。

5. 如权利要求4所述的半透射反射式液晶显示器装置,其中该图案化反射器直接与该第二基板上的未图案化透明电极连接,该第二基板上的未图案化透明电极作为一像素电极,而该第二基板上的图案化反射器非像素电极。

6. 一种半透射反射式液晶显示器装置,包括:

一第一基板,其上至少覆盖有一未图案化透明电极及一第一垂直配向膜;

一第二基板,其上至少覆盖有一图案化透明电极、一图案化反射器、一非导电性平面层及一第二垂直配向膜;

一具有负介电各向异性的向列型液晶层,设置于该第一基板的第一垂直配向膜与该第二基板的第二垂直配向膜之间;

一第一线性偏光板,设置于该第一基板外侧,相对于该向列型液晶层并面向观察者;

一第二线性偏光板,设置于该第二基板外侧,相对于该向列型液晶层;

一背光源,设置于该第二线性偏光板外部;

一负双折射延迟膜,设置于该向列型液晶层与该第一线性偏光板之间,其光学轴垂直于膜表面;

一第一半波延迟膜,设置于该向列型液晶层与该第一线性偏光板之间;

一第一四分之一波延迟膜,设置于该向列型液晶层与该第一半波延迟膜之间;

一第二半波延迟膜,设置于该向列型液晶层与该第二线性偏光板之间;以及

一第二四分之一波延迟膜,设置于该向列型液晶层与该第二半波延迟膜之间,其中该第一基板上的未图案化透明电极为一共用电极,该第二基板上的图案化反射器大体覆盖于该第二基板上未覆盖该图案化透明电极的区域,该未覆盖该图案化反射器的图案化透明电极区域定义为一透射显示

区，而该图案化反射器区域则定义为一反射显示区，该第二基板上的图案化反射器的图案与该第二基板上的图案化透明电极的图案大体互补，使该透射显示区产生一大致的纵向电场，该反射显示区产生一杂散电场。

7. 如权利要求6所述的半透射反射式液晶显示器装置，其中该第二基板上的图案化反射器由具有高反射率的铝、铝合金或银金属物质所组成。

8. 如权利要求7所述的半透射反射式液晶显示器装置，其中该图案化反射器不与该第二基板上的图案化透明电极连接，该第二基板上的图案化透明电极作为一像素电极，而该图案化反射器非像素电极。

9. 如权利要求6所述的半透射反射式液晶显示器装置，其中该第二基板上的图案化反射器由具有高反射率的多层非导电薄膜所组成。

10. 如权利要求9所述的半透射反射式液晶显示器装置，其中该第二基板上的图案化透明电极作为一像素电极，而该图案化反射器非像素电极。

11. 一种半透射反射式液晶显示器装置的制造方法，包括：

设计一图案化透明共用电极于一第一基板上；以及

设计一其上覆盖有一图案化反射器的未图案化透明像素电极于一第二基板上，其中该第二基板上的图案化反射器直接与该第二基板上的未图案化透明像素电极连接，该第二基板上的图案化反射器的图案与该第一基板上的图案化透明共用电极的图案大体互补。

12. 一种半透射反射式液晶显示器装置的制造方法，包括：

设计一未图案化透明共用电极于一第一基板上；以及

设计一图案化透明像素电极与一图案化反射器于一第二基板上，其中该第二基板上的图案化反射器大体覆盖于该第二基板上未覆盖该图案化透明像素电极的区域，该第二基板上的图案化反射器非像素电极，该第二基板上的图案化反射器的图案与该第二基板上的图案化透明像素电极的图案大体互补。

## 半透射反射式液晶显示器装置及其制造方法

### 技术领域

本发明有关一种液晶显示器，特别是有关一种半透射反射式液晶显示器及其制造方法。

### 背景技术

透射式液晶显示器已广泛应用在例如移动电话、个人数字助理或手提电脑等各种资讯显示工具。最常使用的透射式扭转向列型液晶显示器具有90度的扭转向列型液晶层，其设置于两摩擦方向相互垂直且覆盖有氧化铟锡的透明基板之间。两扮演偏光板及分析器功能的线性偏光板设置于透明基板外侧，其光透射方向与邻近基板的摩擦方向呈平行或垂直。另将背光设置于偏光板外部作为光源。在不施加电压的情况下，入射光穿过偏光板后变成线性偏振光，随后通过扭转向列型液晶层的扭转结构，最后穿过分析器，而呈现一明亮状态。当施加电压超过临界电压时，扭转向列型液晶层的扭转结构会被破坏且入射的线性偏振光将无法再穿过液晶扭转结构，此时，入射光会变成椭圆偏振光，而使透射率下降。若施加足够的电压时，除了横跨在液晶层边界的液晶分子外，其余空间上所有的液晶分子均会与基板呈垂直配向。通过液晶层的线性偏振光几乎都可维持同一偏振状态，直到被分析器阻挡，而呈现一灰暗状态。透射式液晶显示器的缺点主要在于，只要显示器还在使用，背光源均须维持开启状态，导致大量电力消耗，而透射式液晶显示器的影像在外部光线太强时，例如太阳光存在下亦很容易被遮蔽掉。

反射式液晶显示器不须背光源，其利用外部光读取显示影像。美国专利第5,933,207号专利公开一种反射式液晶显示器，包括一偏光板、一相补偿膜、一液晶层以及一反射器。与透射式液晶显示器作比较，反射式液晶显示器具有低电力消耗、轻便及较佳户外读取效果的优点。然而，反射式液晶显示器依赖外部光源的特性，使其在昏暗环境中无法工作。

半透射反射式液晶显示器不但保有透射式与反射式液晶显示器两者的

优点并且有效克服上述缺点。半透射反射式液晶显示器，顾名思义，即在透射显示模式与反射显示模式下，可独立或同时地显示影像，遂此种半透射反射式液晶显示器可自由地于各种外在环境下使用。美国专利第4,315,258号示出一种半透射反射式液晶显示器，请参阅图1。半透射反射式液晶显示器10包括一前偏光板11、一液晶面板12、一后偏光板13、一半透射反射器(透射镜)14以及一背光源15。此结构改良自传统透射式扭转向列型液晶显示器，在后偏光板13与背光源15之间放入半透射反射器14，优点在于工艺简单、成本低廉。然而，此种半透射反射式液晶显示器会有严重的视差(parallax)问题，起因于外部光在到达半透射反射器前，须通过非常厚的玻璃基板。当观察者从不透光方向观察显示器装置时，由于反射光束与入射光束穿过不同像素区，导致影像遮蔽，此即为视差。在高解析度显示器装置要求像素尺寸愈来愈小的同时，视差现象将更形严重。

为解决视差问题，半透射反射器须包埋在下基板内侧。美国专利第6,281,952号示出一种半透射反射式液晶显示器，请参阅图2。半透射反射式液晶显示器200包括一上线性偏光板201a、一下线性偏光板201b、一上补偿膜202a、一下补偿膜202b、一上透明基板203a、一下透明基板203b以及一设置于上透明基板203a与下透明基板203b之间的液晶层208。上透明基板203a上覆盖有一透明电极204a与一第一配向膜205a。下透明基板203b上覆盖有一半透射反射器212，其包含一厚度不均的隔离层206、一透明电极204b与一图案化反射层207，其中图案化反射层207只覆盖隔离层206较厚的部分，定义为反射显示区210，而隔离层206未被图案化反射层207覆盖的较薄部分，定义为透射显示区211。一第二配向膜205b设置于半透射反射器212上。液晶层208与第一及第二配向膜205a、205b接触。一背光源209设置于下偏光板201b外部，作为透射显示区211的光源。由于半透射反射器212设置在下基板203b内侧，致反射光束不会通过厚的下基板203b，有效解决了视差问题。此外，为补偿反射显示模式与透射显示模式之间的光路径差，透射显示区211的液晶单元间隙会较反射显示区210的液晶单元间隙厚或是利用透射显示区211与反射显示区210不同的配向机制来达成。然而，上述任一方法均会增加工艺复杂性及制作成本。另由于响应时间与液晶单元间隙的面积成正比，遂不同厚度的液晶单元间隙会造成反射区210与透射区211的响应时间不同。此外，透射显示区与反射

显示区中不同的液晶单元间隙或配向，亦会在两区域的边界处产生错向线(disclination line)，导致灰暗状态光漏失，而降低显示影像对比度。

为解决液晶单元间隙不同产生的问题并维持无视差优势，美国专利第2003/0202139号示出一种部分交换(partial switching)的半透射反射式液晶显示器，请参阅图3。半透射反射式液晶显示器300包括一上基板301a与一下基板301b，其中上基板301a上覆盖有一上透明电极302与一配向膜303a，而下基板301b上覆盖有一半透射反射器304与一配向膜303b。液晶层305设置于上基板301a与下基板301b之间。半透射反射器304包括一未图案化透明电极304a、一图案化透明电极304b、一位于图案化透明电极304b下方的反射器304c以及一绝缘层304d。未图案化透明电极304a定义为透射显示区306，反射器304c定义为反射显示区307。未图案化透明电极304a与图案化透明电极304b互相连接并具有相同电位。上透明电极302与下未图案化透明电极304a之间的电场强度强且与基板301a、301b几近垂直。此强电场作用将使液晶分子305a全倾倒。上透明电极302与下图案化透明电极304b之间的电场为一杂散电场，且总电场强度较未图案化透明电极304a上方的电场强度弱。此较弱的杂散电场仅会使液晶分子305b部分倾倒，如此，反射区相延迟大约是透射区相延迟的一半。以此结构来看，由于反射器304c设在图案化透明电极304b下方，遂须耗费增加一必要的绝缘层304d工序。虽可将图案化透明电极304b移至上基板301a来避免制作绝缘层304d，然不论上述何种方法，弱电场会出现在图案化透明电极间隙与共用电极302之间，而强电场出现在透射区306与反射区图案化透明电极304b上方，也就是说，反射显示全区不会都是杂散电场，结果使图案化透明电极304b上方的液晶分子仍然维持与透射区306相同的全倾倒，此对增加反射显示模式与透射显示模式的灰阶重叠性毫无帮助，可参阅美国专利第2003/0202139号的图6。

### 发明内容

在反射显示模式中，外部光通过反射区两次，而在透射显示模式中，背光仅通过透射区一次。遂在透射区与反射区之间的总光学路径存在着大约两倍的差异。为制作透射区与反射区具有均一液晶单元间隙的半透射反射式液晶显示器，在施加任何电压情况下，反射区的相延迟必须是透射区

相延迟的一半，以使反射模式与透射模式的灰阶能有较好的重叠性。

本发明设计一种共用电极图案与反射器图案互补的半透射反射式液晶显示器。该装置设置于一下基板上，包括一其上覆盖有一图案化反射器的未图案化透明电极，使得未覆盖图案化反射器的区域成为透光区，而覆盖图案化反射器的区域成为可反射入射光的不透光区。不透光区定义为反射显示区，透光区定义为透射显示区。未图案化透明电极可由氧化铟锡所构成，而图案化反射器直接设置于未图案化透明电极上。图案化反射器可由具有高反射率的导电金属物质所组成，例如铝、铝合金、银或其类似物。图案化反射器亦可由非导电物质所构成，例如具有高反射率的多层介电薄膜。由于图案化反射器与未图案化透明电极互相连接，遂两者之间不须添加额外的绝缘层。当图案化反射器的材料为导电金属物质时，未图案化透明电极与图案化反射器均可作为像素电极，但当图案化反射器的材料为非导电物质时，仅有未图案化透明电极可作为像素电极。

一图案化透明共用电极覆盖于一上基板上，而共用电极图案与下基板上的反射器图案大约互补。此即表示，共用电极没有设置在反射器上方，而是设置在未覆盖反射器的透明像素电极区上方。互补的反射器图案与共用电极图案构形使透射显示区的电场呈纵向电场，反射显示区的电场呈杂散电场，造成反射显示区的电场强度较透射显示区的电场强度弱。藉由图案尺寸与间隙的设计，在施加任何电压情况下，反射显示区的单一路径相延迟大约为透射显示区相延迟的一半。由于外部入射光通过反射显示区两次，背光入射光仅通过透射显示区一次，使得反射显示模式的灰阶可与透射显示模式的灰阶有更好的重叠。

本发明提供一种透射区与反射区具有均一液晶单元间隙的新型半透射反射式液晶显示器。此均一液晶单元间隙构形可简化工艺，降低成本。

本发明提供一种反射器图案与共用电极图案互补的新型半透射反射式液晶显示器。此构形中，透射显示区的电场为一纵向电场，反射显示区的电场为一杂散电场。因此，当图案尺寸与间隙有最佳设计时，反射模式与透射模式的灰阶彼此会有更好的重叠。

本发明提供一种透射区与反射区经一致化配向处理的新型半透射反射式液晶显示器。由于反射器图案与共用电极图案的互补，使反射显示区的电场强度较透射显示区的电场强度弱。上、下基板在初始阶段进行一致化

配向处理,使得在初始不活动状态时( $V=0$ ),反射区与透射区的液晶分子方向分布呈现一致性。此种构形可减少现有双液晶单元间隙法产生错向线(disclination line)的问题。

本发明提供一种具有高对比度及高亮度的新型半透射反射式液晶显示器。所有像素电极区均可作为透射区或反射区。藉由反射器图案与共用电极图案互补的控制,在相同电压下,透射区与反射区均可达到最大亮度。此外,上、下基板上设置有等向配向膜,可使初始不活动阶段出现极暗状态,因而呈现非常高的对比度。

本发明提供一种在半透射反射式液晶显示器中,建构下基板反射器图案与上基板共用电极图案大约互补的方法。由于下基板反射器图案与上基板共用电极图案互补,使反射显示区呈现一杂散电场,透射显示区呈现一纵向电场。

为了让本发明的上述目的、特征及优点能更明显易懂,下文特举一优选实施例,并配合附图,作详细说明如下。

#### 附图说明

图1为现有半透射反射式液晶显示器的结构示意图。

图2为现有半透射反射式液晶显示器的结构示意图。

图3为现有半透射反射式液晶显示器的结构示意图。

图4为本发明的一实施例,半透射反射式液晶显示器的结构示意图。

图5示出图4实施例,透射显示区与反射显示区的电场分布。

图6示出于图5电场分布下,透射显示区与反射显示区的方向分布。

图7A为图4实施例,第一基板共用电极图案与第二基板反射器图案的上视图。

图7B为图4实施例,第一基板共用电极图案与第二基板反射器图案的侧视图。

图7C为本发明的另一实施例,第一基板共用电极图案与第二基板反射器图案的侧视图。

图7D为本发明的另一实施例,第一基板共用电极图案与第二基板反射器图案的侧视图。

图8A示出图4实施例,于液晶单元间隙5微米及不同反射器宽度条件

下的电压依赖反射率曲线。

图 8B 示出图 4 实施例，于液晶单元间隙 5 微米及不同反射器宽度条件下的电压依赖透射率曲线。

图 8C 示出图 4 实施例，比较于液晶单元间隙 5 微米及反射器宽度 11 微米条件下的电压依赖透射率曲线与电压依赖反射率曲线。

图 9A 是当摩擦方向为 X 轴方向时，图 7B 所示具条状电极设计的均态方向分布剖面图。

图 9B 是当摩擦方向为 Y 轴方向时，图 7B 所示具条状电极设计的均态方向分布剖面图。

图 9C 示出一实施例中，不同摩擦方向的上升周期动态反应。

图 10 为本发明的另一实施例，半透射反射式液晶显示器的结构示意图。

图 11 示出图 10 实施例，透射显示区与反射显示区的电场分布。

图 12 示出于图 11 电场分布下，透射显示区与反射显示区的方向分布。

图 13A 为图 10 实施例，第二基板氧化铟锡电极图案与反射器图案的上视图。

图 13B 为图 10 实施例，第二基板氧化铟锡电极图案与反射器图案的侧视图。

图 13C 为本发明的另一实施例，第二基板氧化铟锡电极图案与反射器图案的侧视图。

图 13D 为本发明的另一实施例，第二基板氧化铟锡电极图案与反射器图案的侧视图。

图 14A 示出图 10 实施例，于液晶单元间隙 5 微米及不同反射器宽度条件下的电压依赖反射率曲线。

图 14B 示出图 10 实施例，于液晶单元间隙 5 微米及不同反射器宽度条件下的电压依赖透射率曲线。

图 14C 示出图 10 实施例，比较于液晶单元间隙 5 微米及反射器宽度 11 微米条件下的电压依赖透射率曲线与电压依赖反射率曲线。

图 15A 是当摩擦方向为 X 轴方向时，图 13B 所示具条状电极设计的均态方向分布剖面图。

图 15B 是当摩擦方向为 Y 轴方向时，图 13B 所示具条状电极设计的均态方向分布剖面图。

图 15C 示出一实施例中，不同摩擦方向的上升周期动态反应。

附图标记说明

现有图 1

10~半透射反射式液晶显示器；11~前偏光板；12~液晶面板；13~后偏光板；14~半透射反射器；15~背光源。

现有图 2

200~半透射反射式液晶显示器；201a~上线性偏光板；201b~下线性偏光板；202a~上补偿膜；202b~下补偿膜；203a~上透明基板；203b~下透明基板；204a、204b~透明电极；205a~第一配向膜；205b~第二配向膜；206~隔离层；207~图案化反射层；208~液晶层；209~背光源；210~反射显示区；211~透射显示区；212~半透射反射器。

现有图 3

300~半透射反射式液晶显示器；301a~上基板；301b~下基板；302~上透明电极；303a、303b~配向膜；304~半透射反射器；304a~未图案化透明电极；304b~图案化透明电极；304c~反射器；304d~绝缘层；305~液晶层；305a、305b~液晶分子；306~透射显示区；307~反射显示区。

本发明图 4~15C

400、900~半透射反射式液晶显示器；401a、901a~第一偏光板；401b、901b~第二偏光板；402a、902a~第一半波延迟膜；402b、902b~第二半波延迟膜；403a、903a~第一四分之一波延迟膜；403b、903b~第二四分之一波延迟膜；404、904~负双折射膜；405a、905a~第一透明基板；405b、905b~第二透明基板；406a~图案化氧化铟锡层；406b~未图案化氧化铟锡层；407、907~图案化反射器；408a~第一非导电性平面层；408b~第二非导电性平面层；409a、909a~第一垂直配向膜；409b、909b~第二垂直配向膜；410、910~垂直配向负介电各向异性向列型液晶层；411、911~背光源；412、912~透射显示区；413、913~反射显示区；701~未被氧化铟锡电极占据的像素区；906a~未图案化氧化铟锡层；906b~图案化氧化铟锡层；908~非导电性平面层；d~液晶单元间隙； $E_T$ ~均匀纵向电场； $E_R$ ~杂散电场；W~反射显示区宽度； $\theta_R$ 、 $\theta_T$ ~液晶分子倾角。

具体实施方式

本发明经共用电极与像素电极的适当设计可获得一具有均一液晶单元间隙构形的半透射反射式液晶显示器。半透反液晶显示器中,背光源光线会通过透射显示区的液晶层一次,而外部光线通过反射显示区的液晶层两次。为提高反射显示模式与透射显示模式灰阶的重叠性,背光源输入光与外部入射光线在完全通过液晶层后,须经历大致相同的相延迟。为达此目的本发明提出(1)共用电极图案与反射器图案互补,以及(2)透明像素电极图案与不透明反射器图案互补。期间,透射区电场为一纵向电场且与上、下基板基本垂直,而反射显示区电场为一杂散电场,其纵向分量强度大约为透射显示区纵向分量强度的一半。

图4为本发明一实施例具有均一液晶单元间隙(cell gap)的半透射反射式液晶显示器400结构示意图。此显示器结构包括一第一透明基板405a及一第二透明基板405b。第一透明基板405a上涂布有一图案化氧化铟锡层406a、一第一非导电性平面层408a以及一第一垂直配向膜409a。第二透明基板405b上涂布有一未图案化氧化铟锡层406b、一图案化反射器407、一第二非导电性平面层408b以及一第二垂直配向膜409b。一厚度d的垂直配向负介电各向异性向列型液晶层410(vertically aligned negative dielectric anisotropic nematic liquid crystal layer)设置于第一垂直配向膜409a与第二垂直配向膜409b之间。一负双折射c膜(negative birefringence c-film)404、一第一四分之一波延迟膜(quarter-wave retardation film)403a、一第一半波延迟膜(half-wave retardation film)402a以及一第一偏光板401a设置于第一基板405a的另一面上,其中负双折射c膜404与第一基板405a接触,第一偏光板401a面向观察者。第二基板405b另一面上设置有一第二四分之一波延迟膜403b、一第二半波延迟膜402b以及一第二偏光板401b。此外,于第二偏光板401b外部提供有一背光源411。图案化反射器407可由高反射率的导电金属物质所构成,例如铝、铝合金、银或其类似物。图案化反射器407亦可由非导电物质所构成,例如高反射率的多层介电薄膜。而图案化反射器407与未图案化透明电极406b之间并不须额外设置其他的绝缘层。当图案化反射器407由导电金属物质组成时,未图案化透明电极406b与图案化反射器407均可作为像素电极且具有相同电位。而当图案化反射器407由非导电物质组成时,仅有未图案化透明电极406b可作为像素电极。图中的箭头方向是指外光与背光源的延伸方向。未图案化氧化铟锡层406b可进一

步与薄膜晶体管的漏极连接(未图示)。图4仅显示半透射反射式液晶显示器单一像素区的基本结构,其他如薄膜晶体管、彩色滤光片、储存电容、数据线或栅极线等元件并未显示于其中。被图案化反射器407覆盖的未图案化氧化铟锡层406b区域定义为反射显示区413,而未被图案化反射器407覆盖的区域则定义为透射显示区412。更重要的是,作为共用电极的图案化氧化铟锡层406a可与图案化反射器407产生互补效果。也就是说,图案化氧化铟锡层406a仅遮蔽透射显示区412而不会遮蔽反射显示区413。因此,透射显示区412的电场与反射显示区413的电场并不相同。

图5显示一像素区中,透射显示区412与反射显示区413的电场分布。由于图案化氧化铟锡层406a仅遮蔽透射显示区412而没有遮蔽反射显示区413,遂透射显示区412的电场分布为一与第一及第二基板405a、405b垂直的均匀纵向场(longitudinal field,  $E_T$ )。反观,反射显示区413的电场分布由于包含纵向、横向两不同分量而为一杂散场(fringing field,  $E_R$ )。结果可知,透射显示区412均匀纵向场( $E_T$ )的纵向分量强度较反射显示区413杂散场( $E_R$ )的纵向分量强度为强。图6显示根据图5电场分布情形,透射显示区与反射显示区中液晶分子的方向分布。在施加电压下,透射显示区412的液晶分子会与基板垂直方向产生一角度为 $\theta_T$ 的倾角,而反射显示区413的液晶分子会与基板垂直方向产生一角度为 $\theta_R$ 的倾角。由于透射显示区412均匀纵向场( $E_T$ )的纵向分量强度较反射显示区413杂散场( $E_R$ )的纵向分量强度高且垂直配向负介电各向异性向列型液晶分子的转动仅与纵向电场分量有关,遂反射显示区413液晶分子的倾角 $\theta_R$ 会较透射显示区412液晶分子的倾角 $\theta_T$ 小,而造成透射显示区412液晶层410的相延迟(phase retardation)较反射显示区413液晶层410的相延迟大。藉由反射显示区宽度 $W$ 与液晶单元间隙 $d$ 的最适化设计,可使透射显示区412液晶层410的相延迟两倍于反射显示区413液晶层410的相延迟。由于外部入射光束会通过反射显示区413两次,背光源光束仅通过透射显示区412一次,遂此两道光束经历的总相延迟会因此相同,而使透射式显示模式与反射式显示模式的灰阶彼此有更佳的重叠。

为使透射显示区412呈现纵向电场,反射显示区413呈现杂散电场,在第一基板405a上的氧化铟锡共用电极图案必须与第二基板405b上的反射器图案能产生互补效果。图7A为本实施例共用电极图案406a与反射器

图案 407 的上视图。在第一基板 405a 上, 氧化铟锡电极图案 406a 占据部分像素区, 其余部分为未覆盖氧化铟锡电极的空白像素区 701。在第二基板 405b 上, 所有像素区均被未图案化氧化铟锡像素电极 406b 覆盖, 其上再覆盖一图案化反射器 407。第二基板 405b 上的反射器图案 407 面积大约与第一基板 405a 上的空白区域 701 面积相等, 使得第一基板 405a 上的氧化铟锡图案 406a 可与第二基板 405b 上的反射器图案 407 产生互补。为进一步清楚说明上述互补关系, 请参阅本实施例第一基板 405a 上的共用电极图案 406a 与第二基板 405b 上的反射器图案 407 两者的侧视图(图 7B)。实际上, 第二基板 405b 上的反射器图案 407 不须与第一基板 405a 上的空白区域 701 精确对准。举凡误对准、重叠或间隙问题都会存在于第二基板 405b 上的反射器图案 407 与第一基板 405a 上的氧化铟锡图案 406a 之间。

除了图 7A 与 7B 所示梳状的氧化铟锡电极 406a 与条状互补的反射器图案 407 外, 互补的共用电极 406a 与反射器图案 407 可有不同的图案设计, 如图 7C 所示。图 7C 为另一实施例共用电极图案 406a 与反射器图案 407 的侧视图, 其中共用电极图案 406a 为十字形, 互补的反射器图案 407 为矩形。图 7D 亦为另一实施例共用电极图案 406a 与反射器图案 407 的侧视图, 其中共用电极图案 406a 有许多圆形孔洞, 互补的反射器图案 407 为圆形。事实上, 只要共用电极图案 406a 与反射器图案 407 两者互补, 其他各种互补的共用电极图案 406a 与反射器图案 407 设计均可应用在本发明。

依赖电压的透射率与反射率可以模拟程式加以计算。此模拟过程中, 选用图 4 所示的面板结构及图 7B 所示的电极设计并使用液晶混合器 (MLC-6608), 其操作参数列于表 1。第一配向膜 409a 与第二配向膜 409b 上的液晶预倾角均与基板垂直方向夹 2 度且透射显示区 412 与反射显示区 413 的液晶单元间隙  $d$  均为 5 微米。第一半波膜 402a 与第一四分之一波膜 403a 的光学轴(optical axes)与第一偏光板 401a 的透射轴(transmission axis)分别夹 15 度及 75 度, 而第二偏光板 401b 的透射轴垂直第一偏光板 401a 的透射轴。另第二半波膜 402b 的光学轴垂直第一半波膜 402a 的光学轴, 第二四分之一波膜 403b 的光学轴垂直第一四分之一波膜 403a 的光学轴。反射图案 407 由反射率  $n=0.895+i6.67$  的铝所组成。

图 8A 示出图 4 实施例具有不同反射器宽度  $W$  的电压依赖反射率曲线。图 8B 示出图 4 实施例具有不同反射器宽度  $W$  的电压依赖透射率曲线。上

述反射或透射显示模式，其外部光入射角与侦测角皆为 0。请参阅图 8A 的反射显示模式，反射器宽度  $W$  由 5 微米改变至 19 微米的过程中，最大反射率持续下降且导通状态电压(on-state voltage)逐渐增加。反之，请参阅图 8B 的透射显示模式，最大反射率与导通状态电压几乎维持一定值。上述差异是由于透射显示区 412 的纵向电场( $E_T$ )不会被反射器宽度  $W$  所影响，而反射显示区 413 的杂散电场( $E_T$ )会被反射器宽度  $W$  影响。为设计一高画质半透反液晶显示器，反射显示模式与透射显示模式的灰阶较佳须高度互相重叠。图 8C 示出本发明实施例电压依赖透射率及反射率曲线，其液晶单元间隙  $d$  为 5 微米，反射器宽度为 11 微米。图中可看出，反射显示模式与透射显示模式两者的灰阶具有极佳的重叠性。此外，两种模式的临界电压与导通状态电压几乎相同。该些性质使此种半透反液晶显示器容易驱动，且更重要的是能有极佳的视觉舒适感。

表 1

$K_{11}$	$16.7 \times 10^{-12} \text{N}$
$K_{22}$	$7.0 \times 10^{-12} \text{N}$
$K_{33}$	$18.1 \times 10^{-12} \text{N}$
$\varepsilon$	3.6
$\varepsilon_{\perp}$	7.8
$n_e$	$1.5606(\lambda = 550 \text{nm})$
$n_o$	$1.4770(\lambda = 550 \text{nm})$

在影像亮度及动态响应速度上，第一配向膜 409a 与第二配向膜 409b 的摩擦方向(rubbing directions)扮演极重要的角色。以图 7B 所示条状电极为例，若摩擦方向为沿垂直条状反射图案 407 的 X 轴方向，反射显示模式与透射显示模式的上升周期响应速度(rise period response speed)会变得很慢。图 9A 为当摩擦方向为 X 轴方向时，图 7B 所示具有条状电极设计的均态方向分布(equilibrium state director distribution)剖面图。由于反射显示区 413 的杂散电场( $E_R$ )较透射显示区 412 的纵向电场( $E_T$ )弱，遂透射显示区 412 的液晶分子会先沿 X 轴方向倾斜而挤压反射显示区 413 的液晶分子。然而，当反射显示区 413 液晶分子适应后，却又会回过头来挤压透射显示区 412 的液晶分子。此种作用力使位于反射显示区 413 与透射显示区 412 边缘的液

晶分子从 XZ 平面突出。换句话说,液晶分子的扭转变形会发生在反射显示区 413 与透射显示区 412 交界处。由于液晶分子的扭转变形会消耗极长时间,遂使得上升周期响应速度变慢。另一方面,若摩擦方向为沿平行条状反射图案 407 的 Y 轴方向,则反射显示模式与透射显示模式的上升周期响应速度会变得相对较快。图 9B 为当摩擦方向为 Y 轴方向时,图 7B 所示具有条状电极设计的均态方向分布剖面图。由于摩擦方向与条状反射图案 407 方向平行,使得反射显示区 413 与透射显示区 412 的液晶分子只适应在 YZ 平面,而不会有扭转变形的情形发生在全像素区。因此,当摩擦方向是沿条状反射图案 407 的方向时,动态上升时间会很快。图 9C 是不同摩擦方向例,其上升周期动态反应的比较。当摩擦方向沿平行条状反射图案 407 方向的 Y 轴时,可发现有快的响应速度及高的亮度。因此,对于条状反射图案而言,最佳的摩擦角度为平行条状反射图案的角度。

图 4 实施例中,第一基板上的共同电极图案与第二基板上的反射器图案互补,因此,第一基板必须与第二基板有很好的对准。但为避免工艺上的对准需要,图 10 示出本发明的另一实施例,具有均一液晶单元间隙(cell gap)的半透射反射式液晶显示器 900 结构。此显示器结构包括一第一透明基板 905a 及一第二透明基板 905b。第一透明基板 905a 上涂布有一未图案化氧化铟锡层 906a 以及一第一垂直配向膜 909a。第二透明基板 905b 上涂布有一图案化氧化铟锡层 906b、一图案化反射器 907、一非导电性平面层 908b 以及一第二垂直配向膜 909b。一厚度 d 的垂直配向负介电各向异性向列型液晶层 910(vertically aligned negative dielectric anisotropic nematic liquid crystal layer)设置于第一垂直配向膜 909a 与第二垂直配向膜 909b 之间。一负双折射 c 膜(negative birefringence c-film)904、一第一四分之一波延迟膜(quarter-wave retardation film)903a、一第一半波延迟膜(half-wave retardation film)902a 以及一第一偏光板 901a 设置于第一基板 905a 的另一面上,其中负双折射 c 膜 904 与第一基板 905a 接触,第一偏光板 901a 面向观察者。第二基板 905b 另一面上设置有一第二四分之一波延迟膜 903b、一第二半波延迟膜 902b 以及一第二偏光板 901b。此外,于第二偏光板 901b 外部提供有一背光源 911。图案化反射器 907 可由高反射率的导电金属物质所构成,例如铝、铝合金、银或其类似物。图案化反射器 907 亦可由非导电物质所构成,例如高反射率的多层介电薄膜。当图案化反射器 907 由导电金属物质

组成时, 图案化透明电极 906b 与图案化反射器 907 不可互相连接, 故仅有图案化透明电极 906b 可作为像素电极。而当图案化反射器 907 由非导电物质组成时, 图案化透明电极 906b 与图案化反射器 907 可互相连接, 但仍仅有图案化透明电极 906b 可作为像素电极。在此实施例中, 透明电极图案 906b 与反射器图案 907 互补。图中的箭头方向是指外光与背光源的延伸方向。图案化氧化铟锡层 906b 可进一步与薄膜晶体管的漏极连接(未图示)。图 10 仅显示半透射反射式液晶显示器单一像素区的基本结构, 其他如薄膜晶体管、彩色滤光片、储存电容、数据线或栅极线等元件并未显示于其中。图案化氧化铟锡层 906b 区域定义为透射显示区 912, 而图案化反射器 907 区域则定义为反射显示区 913。更重要的是, 作为共用电极的图案化氧化铟锡层 906b 可与图案化反射器 907 产生互补效果。因此, 透射显示区 912 的电场与反射显示区 913 的电场并不相同。

图 11 显示一像素区中, 透射显示区 912 与反射显示区 913 的电场分布。由于图案化氧化铟锡层 906b 仅遮蔽透射显示区 912 而没有遮蔽反射显示区 913, 遂透射显示区 912 的电场分布为一与第一及第二基板 905a、905b 垂直的均匀纵向场(longitudinal field,  $E_T$ )。反观, 反射显示区 913 的电场分布由于包含纵向、横向两不同分量而为一杂散场(fringing field,  $E_R$ )。结果可知, 透射显示区 912 均匀纵向场( $E_T$ )的纵向分量强度较反射显示区 913 杂散场( $E_R$ )的纵向分量强度为强。图 12 是显示根据图 11 电场分布情形, 透射显示区与反射显示区中液晶分子的方向分布。在施加电压下, 透射显示区 912 的液晶分子会与基板垂直方向产生一角度为  $\theta_T$  的倾角, 而反射显示区 913 的液晶分子会与基板垂直方向产生一角度为  $\theta_R$  的倾角。由于透射显示区 912 均匀纵向场( $E_T$ )的纵向分量强度较反射显示区 913 杂散场( $E_R$ )的纵向分量强度强且垂直配向负介电各向异性向列型液晶分子的转动仅与纵向电场分量有关, 遂反射显示区 913 液晶分子的倾角  $\theta_R$  会较透射显示区 912 液晶分子的倾角  $\theta_T$  小, 而造成透射显示区 912 液晶层 910 的相延迟(phase retardation)较反射显示区 913 液晶层 910 的相延迟大。藉由反射显示区宽度  $W$  与液晶单元间隙  $d$  的最适化设计, 可使透射显示区 912 液晶层 910 的相延迟两倍于反射显示区 913 液晶层 910 的相延迟。由于外部入射光束会通过反射显示区 913 两次, 背光源光束仅通过透射显示区 912 一次, 遂此两道光束经历的总相延迟会因此相同, 而使透射式显示模式与反射式显示模式的灰阶

彼此有更佳的重叠。

为使透射显示区 912 呈现纵向电场, 反射显示区 913 呈现杂散电场, 在第一基板 905a 上的氧化铟锡电极图案 906b 必须与第二基板 905b 上的反射器图案 907 能产生互补效果。图 13A 为本实施例氧化铟锡电极图案 906b 与反射器图案 907 的上视图。在第一基板 905a 上, 氧化铟锡电极 906a 并无图案化。在第二基板 905b 上, 一部分被图案化氧化铟锡像素电极 906b 覆盖, 一部分被互补的图案化反射器 907 覆盖。第二基板 905b 上的氧化铟锡图案 906b 可与反射器图案 907 产生互补。为进一步清楚说明上述互补关系, 请参阅本实施例第二基板 905b 上的氧化铟锡电极图案 906b 与反射器图案 907 两者的 13B 侧视图。实际上, 第二基板 905b 上的反射器图案 907 不须与氧化铟锡图案 906b 精确对准。举凡误对准、重叠或间隙问题都会存在于第二基板 905b 上的反射器图案 907 与氧化铟锡图案 906b 之间。

除了图 13A 与 13B 所示梳状的氧化铟锡电极 906b 与条状互补的反射器图案 907 外, 互补的氧化铟锡电极 906b 与反射器图案 907 可有不同的图案设计, 如图 13C 所示。图 13C 为另一实施例氧化铟锡电极图案 906b 与反射器图案 907 的侧视图, 其中氧化铟锡电极图案 906b 为十字形, 互补的反射器图案 907 为矩形。图 13D 亦为另一实施例氧化铟锡电极图案 906b 与反射器图案 907 的侧视图, 其中氧化铟锡电极图案 906b 有许多圆形孔洞, 互补的反射器图案 907 为圆形。事实上, 只要氧化铟锡电极图案 906b 与反射器图案 907 两者互补, 其他互补的氧化铟锡电极图案 906b 与反射器图案 907 设计均可应用在本发明。

依赖电压的透射率与反射率可以模拟程式加以计算。此模拟过程中, 选用图 10 所示的面板结构及图 13B 所示的电极设计并使用液晶混合器 (MLC-6608), 其操作参数列于表 1。第一配向膜 909a 与第二配向膜 909b 上的液晶预倾角均与基板垂直方向夹 2 度且透射显示区 912 与反射显示区 913 的液晶单元间隙  $d$  均为 5 微米。第一半波膜 902a 与第一四分之一波膜 903a 的光学轴(optical axes)与第一偏光板 901a 的透射轴(transmission axis)分别夹 15 度及 75 度, 而第二偏光板 901b 的透射轴垂直第一偏光板 901a 的透射轴。另第二半波膜 902b 的光学轴垂直第一半波膜 902a 的光学轴, 第二四分之一波膜 903b 的光学轴垂直第一四分之一波膜 903a 的光学轴。反射图案 907 由反射率  $n=0.895+i6.67$  的铝所组成。

图 14A 示出图 10 实施例具有不同反射器宽度  $W$  的电压依赖反射率曲线。图 14B 示出图 10 实施例具有不同反射器宽度  $W$  的电压依赖透射率曲线。上述反射或透射显示模式，其外部光入射角与侦测角皆为 0。请参阅图 14A 的反射显示模式，反射器宽度  $W$  由 5 微米改变至 19 微米的过程中，最大反射率持续下降且导通状态电压(on-state voltage)逐渐增加。反的，请参阅图 14B 的透射显示模式，最大反射率与导通状态电压几乎维持一定值。上述差异是由于透射显示区 912 的纵向电场( $E_T$ )不会被反射器宽度  $W$  所影响，而反射显示区 913 的杂散电场( $E_T$ )会被反射器宽度  $W$  影响。为设计一高画质半透反液晶显示器，反射显示模式与透射显示模式的灰阶较佳可高度互相重叠。图 14C 示出本发明实施例电压依赖透射率及反射率曲线，其液晶单元间隙  $d$  为 5 微米，反射器宽度为 11 微米。图中可看出，反射显示模式与透射显示模式两者的灰阶具有极佳的重叠性。此外，两种模式的临界电压与导通状态电压几乎相同。该些性质使此种半透反液晶显示器容易驱动，且更重要的是能有极佳的视觉舒适感。

在影像亮度及动态响应速度上，第一配向膜 909a 与第二配向膜 909b 的摩擦方向(rubbing directions)扮演极重要的角色。以图 13B 所示条状电极为例，若摩擦方向为沿垂直条状反射图案 907 的 X 轴方向，反射显示模式与透射显示模式的上升周期响应速度(rise period response speed)会变得很慢。图 15A 为当摩擦方向为 X 轴方向时，图 7B 所示具有条状电极设计的均态方向分布(equilibrium state director distribution)剖面图。由于反射显示区 913 的杂散电场( $E_R$ )较透射显示区 912 的纵向电场( $E_T$ )弱，遂透射显示区 912 的液晶分子会先沿 X 轴方向倾斜而挤压反射显示区 913 的液晶分子。然而，当反射显示区 913 液晶分子适应后，却又会回过头来挤压透射显示区 912 的液晶分子。此种作用力使位于反射显示区 913 与透射显示区 912 边缘的液晶分子从 XZ 平面突出。换句话说，液晶分子的扭转变形会发生在反射显示区 913 与透射显示区 912 交界处。由于液晶分子的扭转变形会消耗极长时间，遂使得上升周期响应速度变慢。另一方面，若摩擦方向为沿平行条状反射图案 907 的 Y 轴方向，则反射显示模式与透射显示模式的上升周期响应速度会变得相对较快。图 15B 为当摩擦方向为 Y 轴方向时，图 13B 所示具有条状电极设计的均态方向分布剖面图。由于摩擦方向与条状反射图案 907 方向平行，使得反射显示区 913 与透射显示区 912 的液晶分子只适

应在 YZ 平面，而不会有扭转变形的情形发生在全像素区。因此，当摩擦方向是沿条状反射图案 907 的方向时，动态上升时间会很快。图 15C 是不同摩擦方向例，其上升周期动态反应的比较。当摩擦方向沿平行条状反射图案 907 方向的 Y 轴时，可发现有快的响应速度及高的亮度。因此，对于条状反射图案而言，最佳的摩擦角度为平行条状反射图案的角度。

本发明提供一种透射显示区与反射显示区具有均一液晶单元间隙的半透射反射式液晶显示器。透过共用电极图案与反射器图案互补或氧化铟锡像素电极图案与反射器图案互补的设计，使透射显示区的电场为一均匀纵向电场，反射显示区的电场为一杂散电场。因此，透射显示区的垂直配向负介电各向异性向列型液晶分子于初始状态时，会较反射显示区的液晶分子与基底垂直方向夹更大的倾斜角度。结果使外部入射光在反射显示区中经历较小的相延迟，背光源光线经历较大的相延迟。由于外部光会通过反射显示区两次，背光源光线仅通过透射显示区一次，藉由电极与反射器宽度的设计，即可使两道光束在反射显示区与透射显示区中经历几乎完全相同的相延迟，如此，将使透射式显示模式与反射式显示模式的光电特性曲线有更佳的重叠性。

虽然本发明已以优选实施例示出如上，但是其并非用以限定本发明，本领域技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作更动与润饰，因此本发明的保护范围当以所附权利要求所限定的为准。

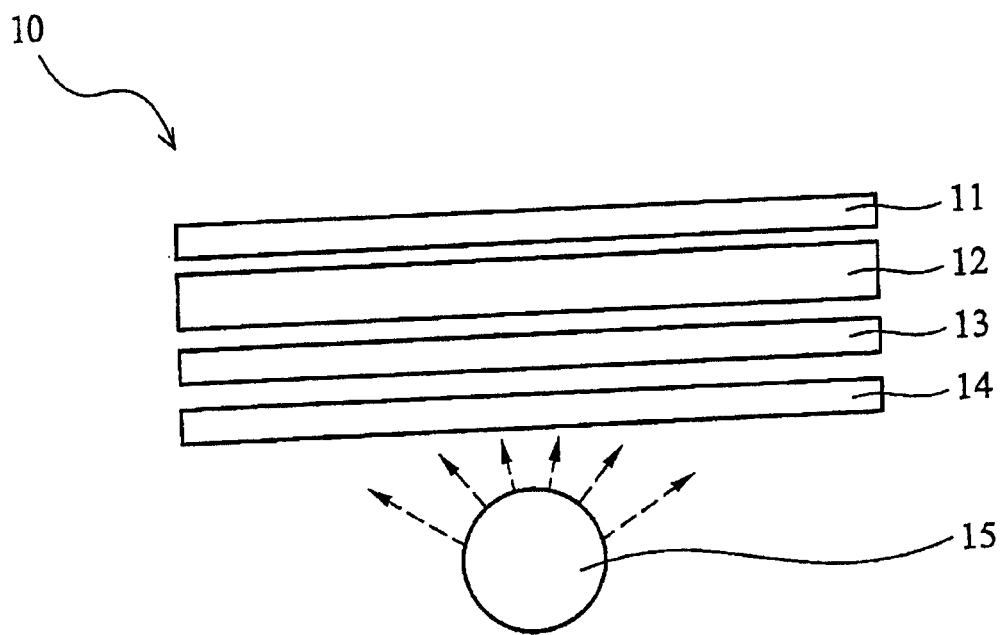


图 1

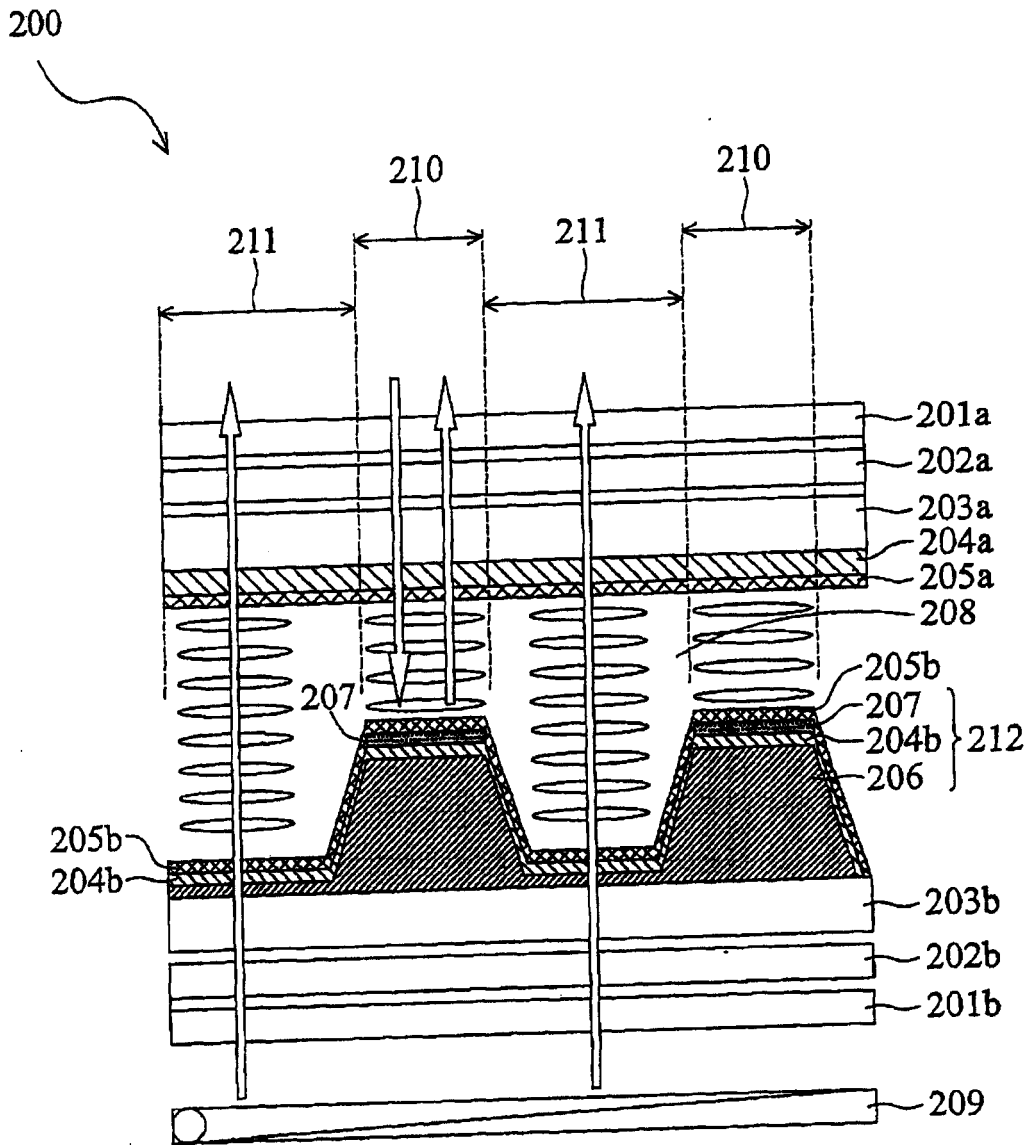


图 2

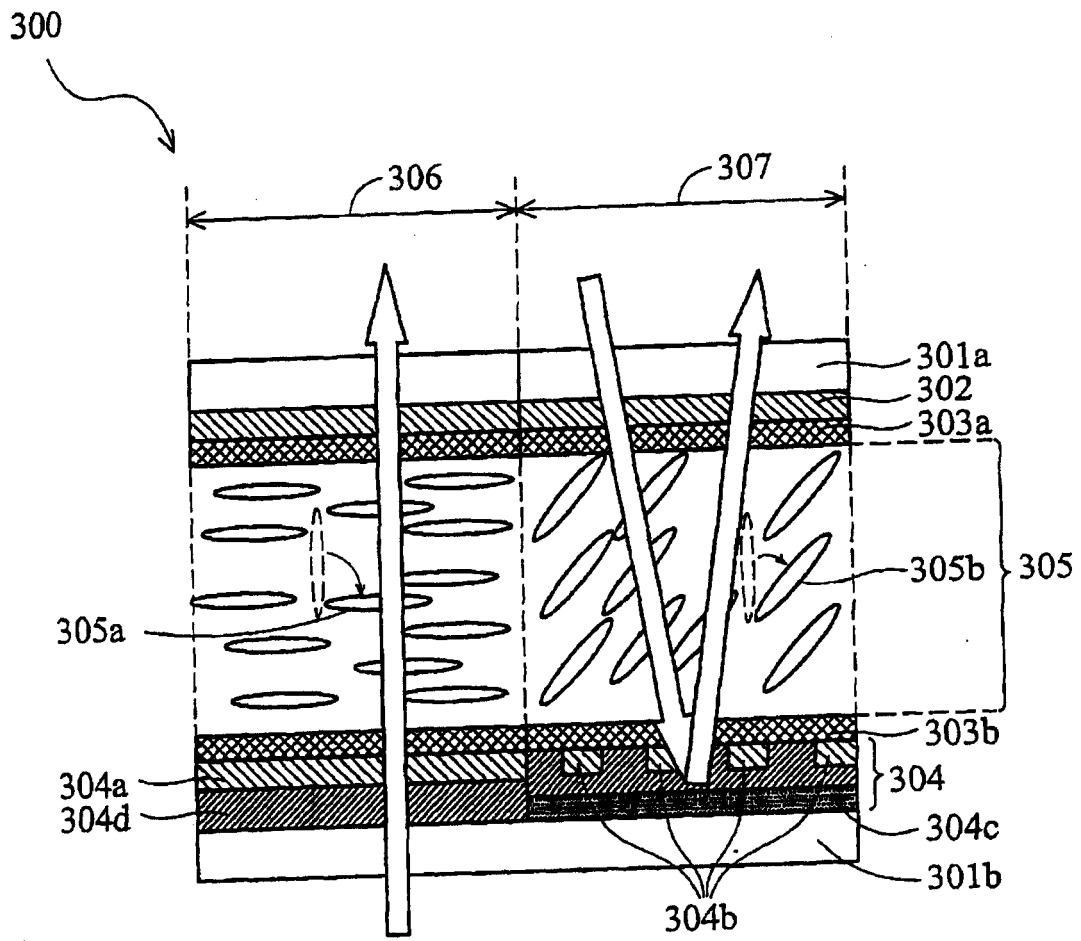


图 3

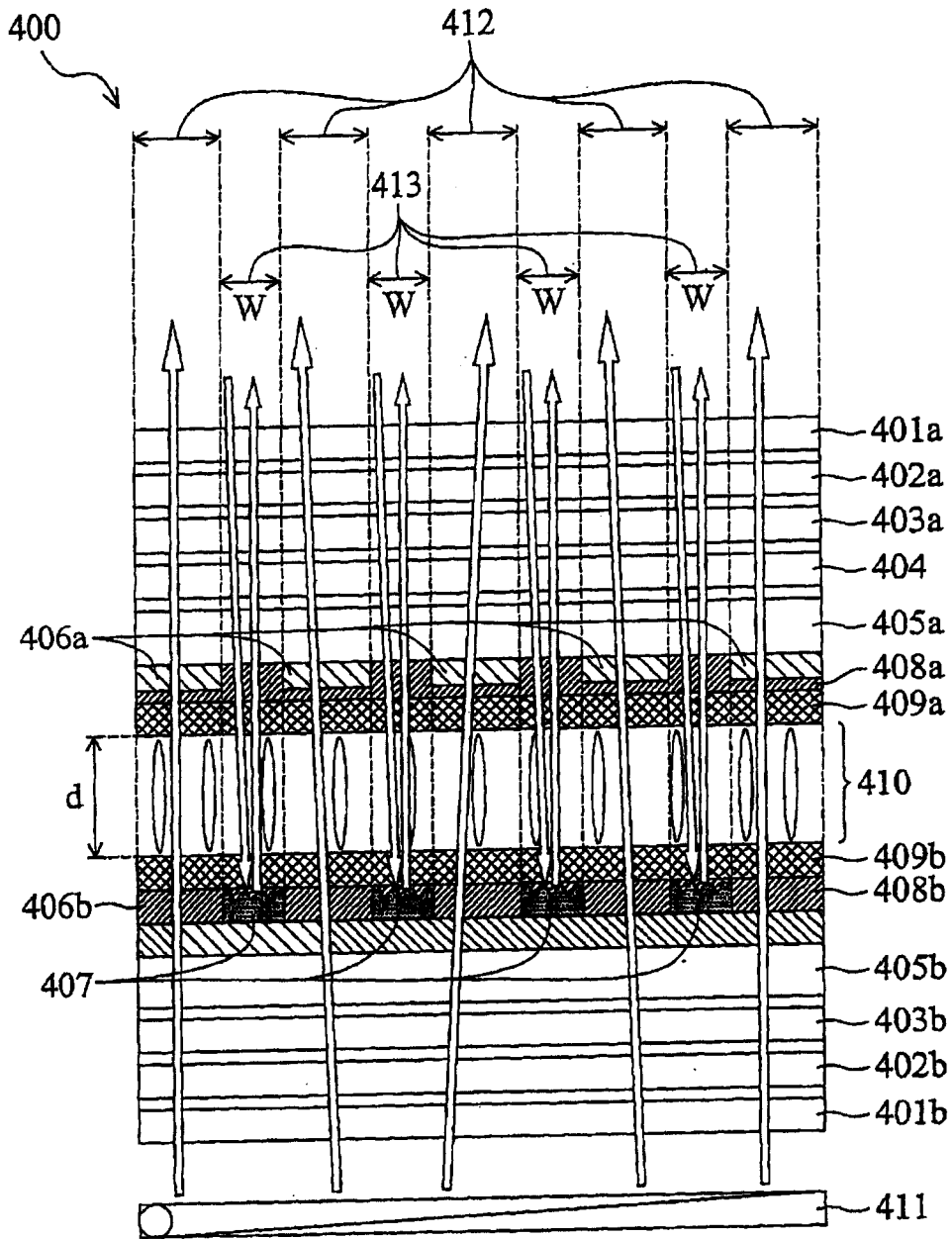


图 4

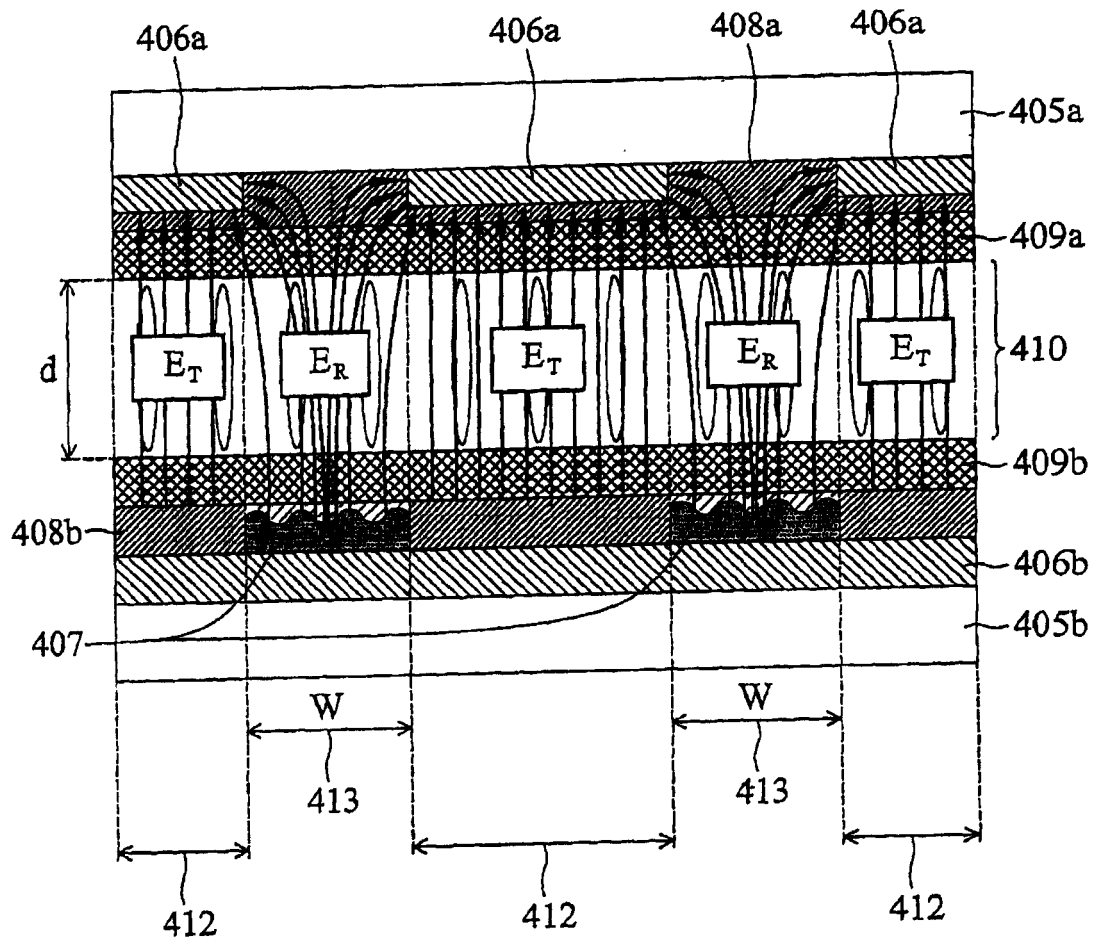


图 5

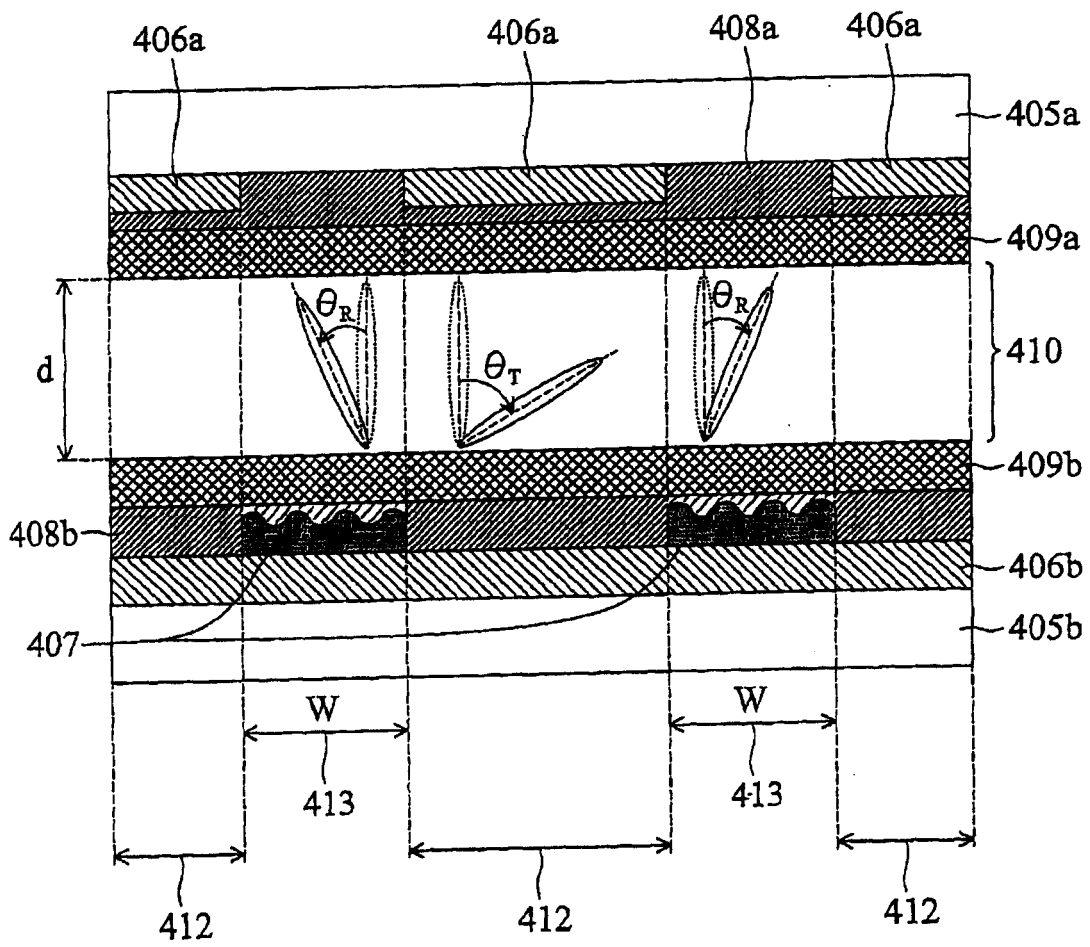


图 6

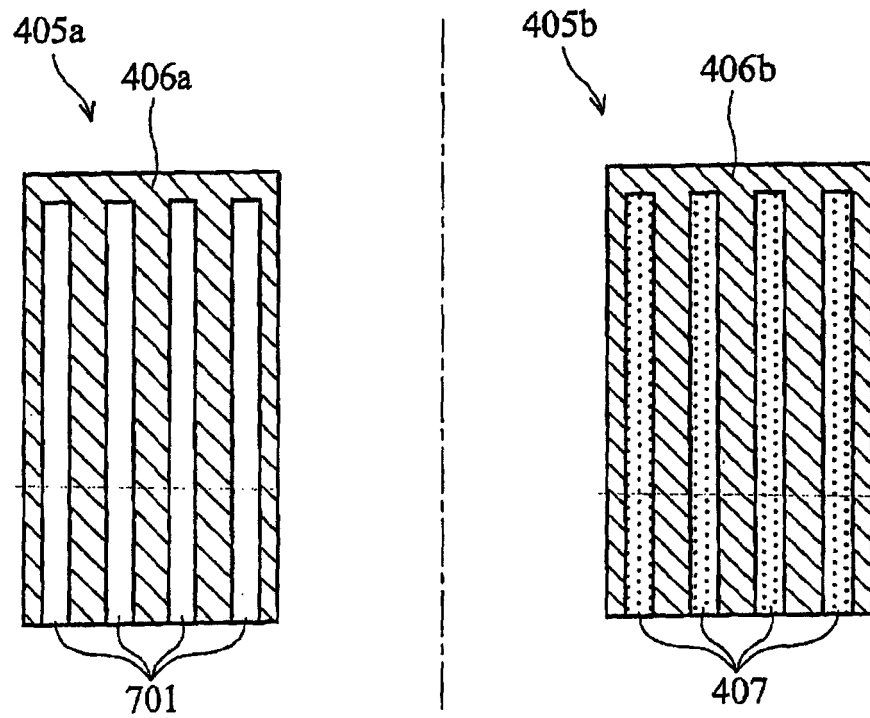


图 7A

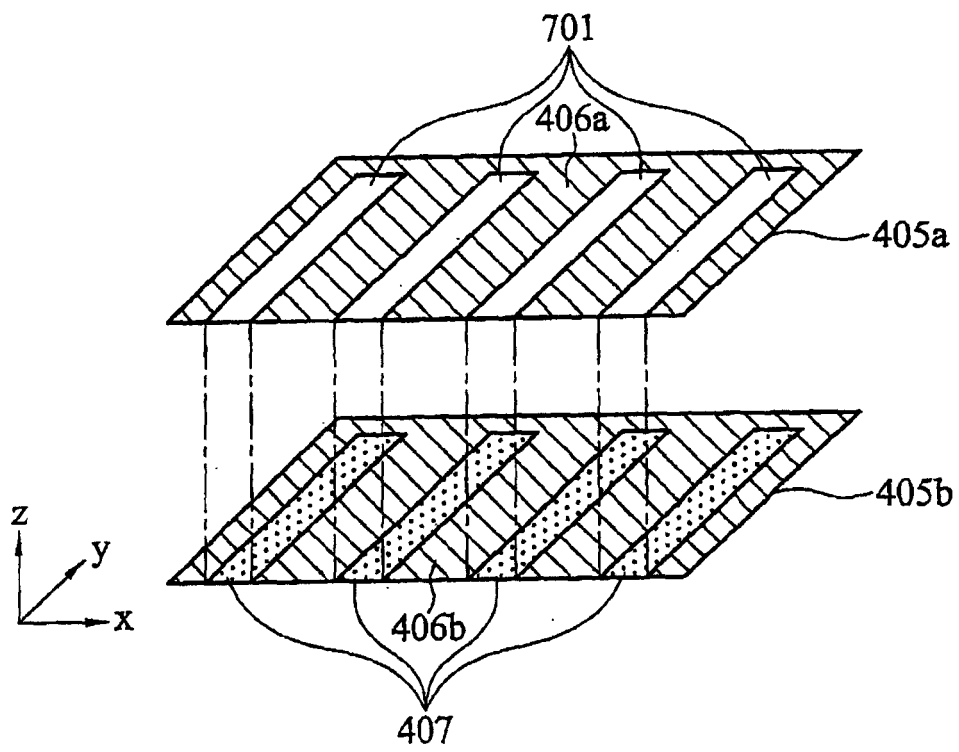


图 7B

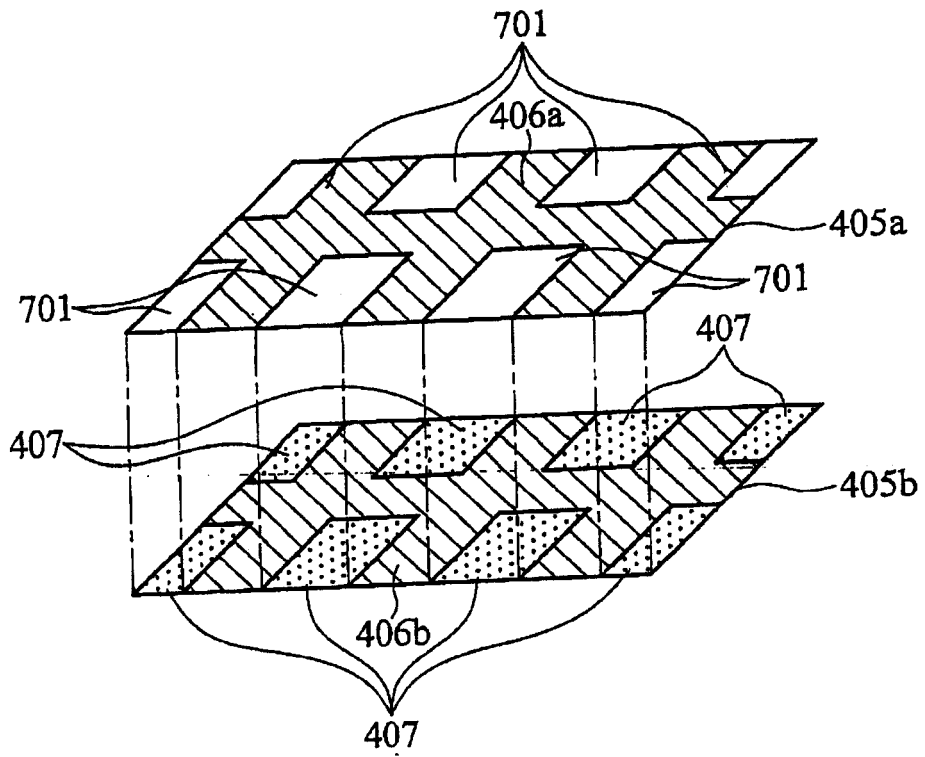


图 7C

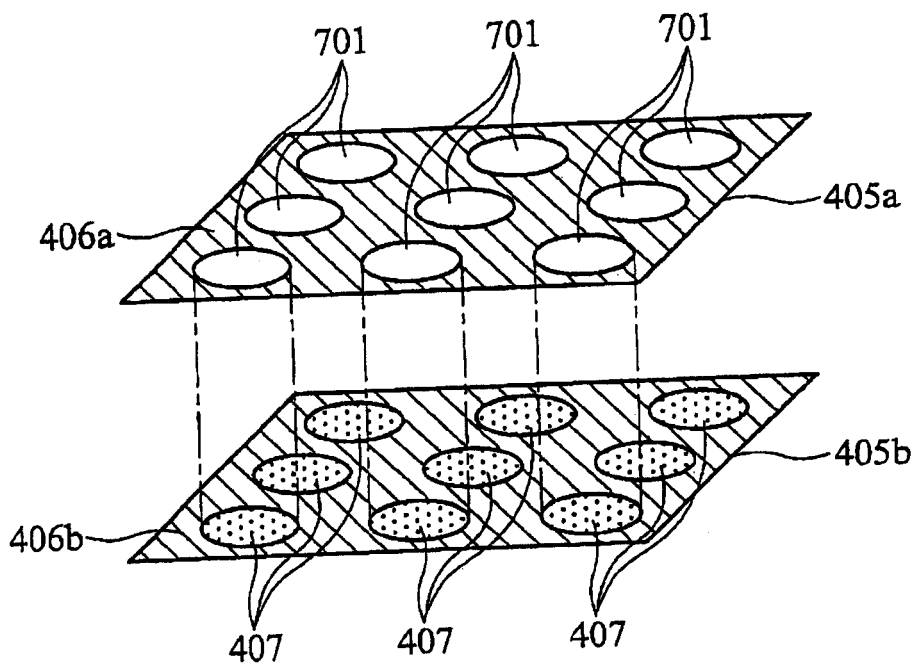


图 7D

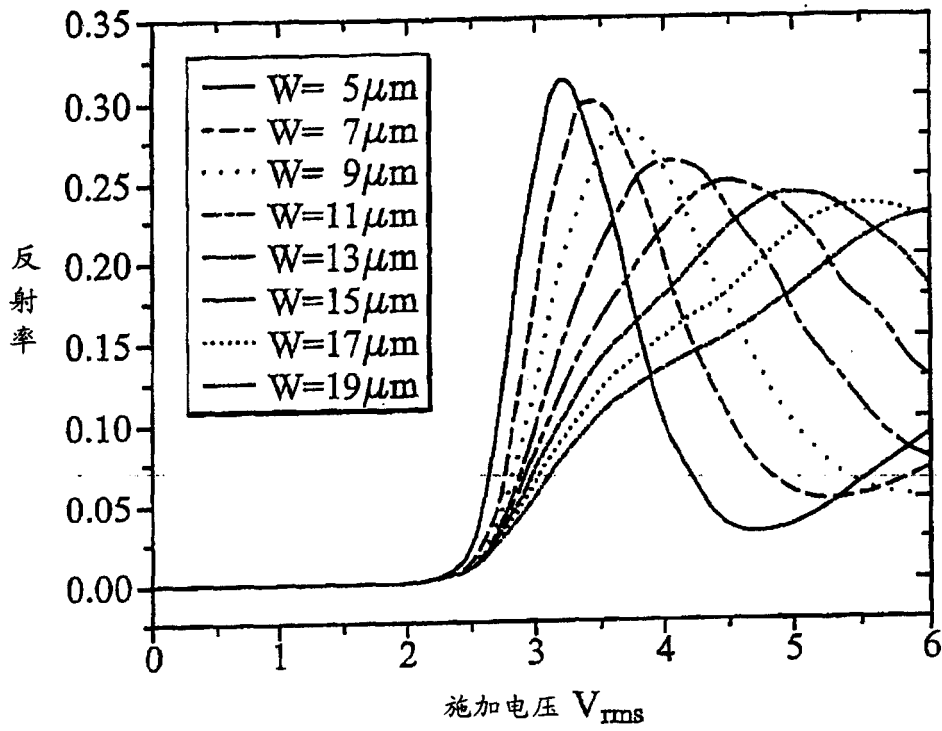


图 8A

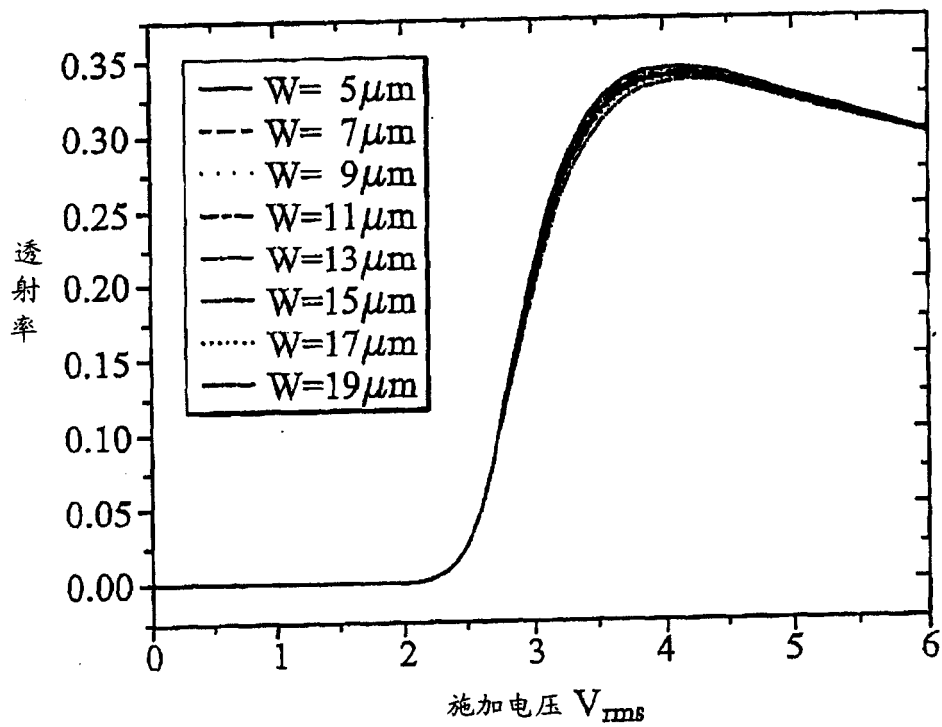


图 8B

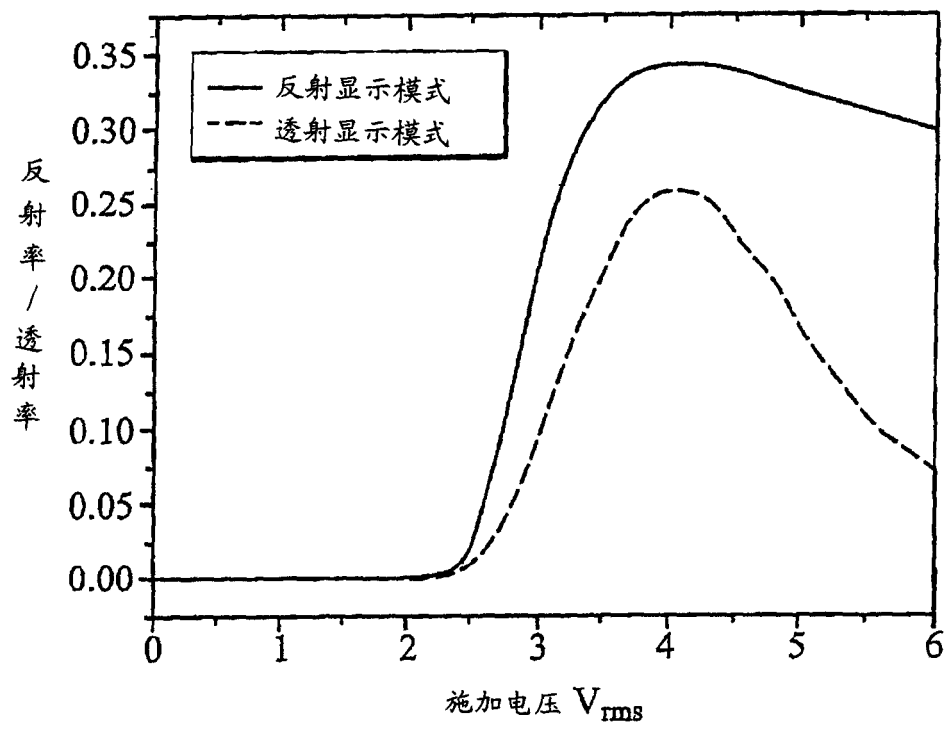


图 8C

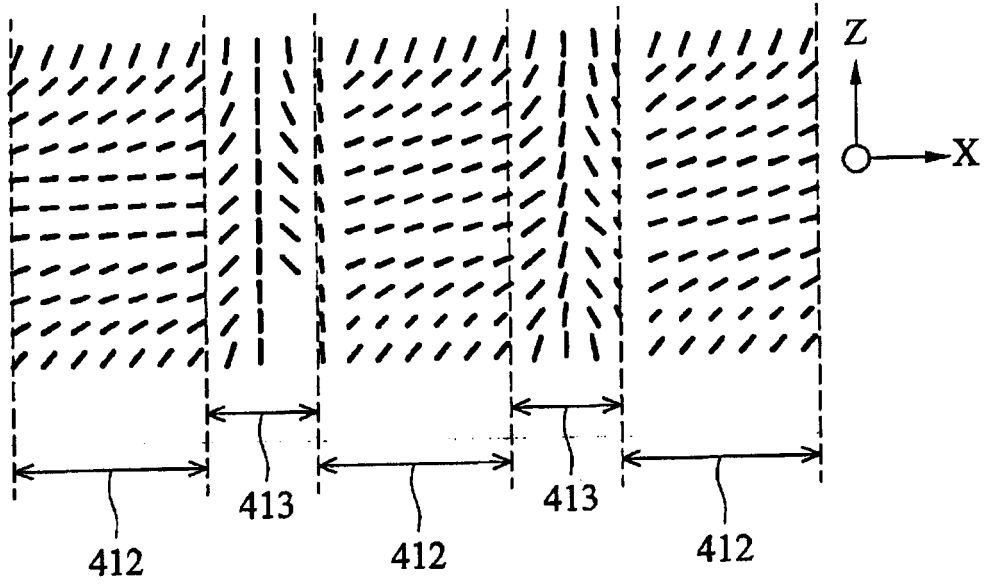


图 9A

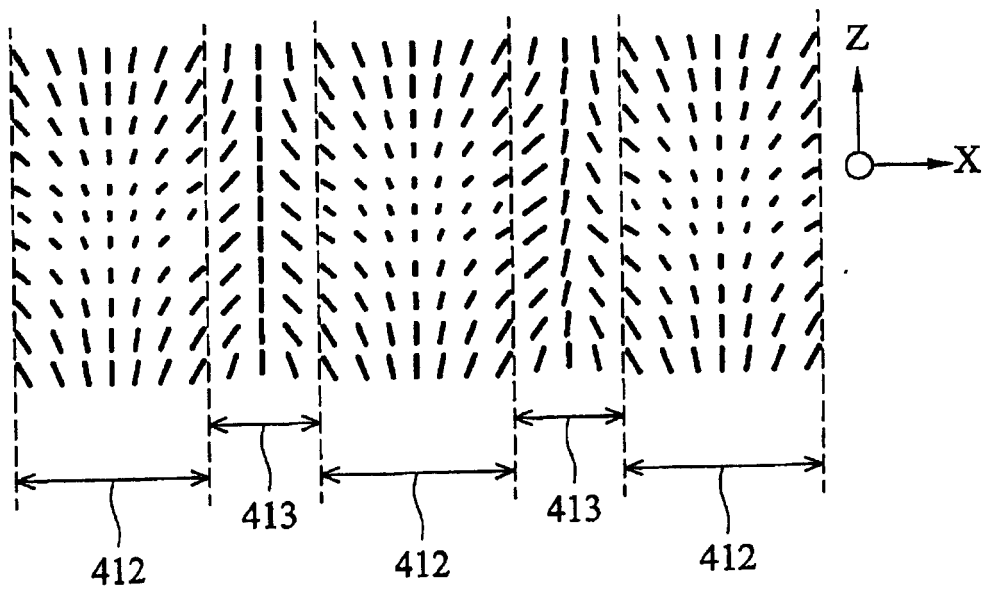


图 9B

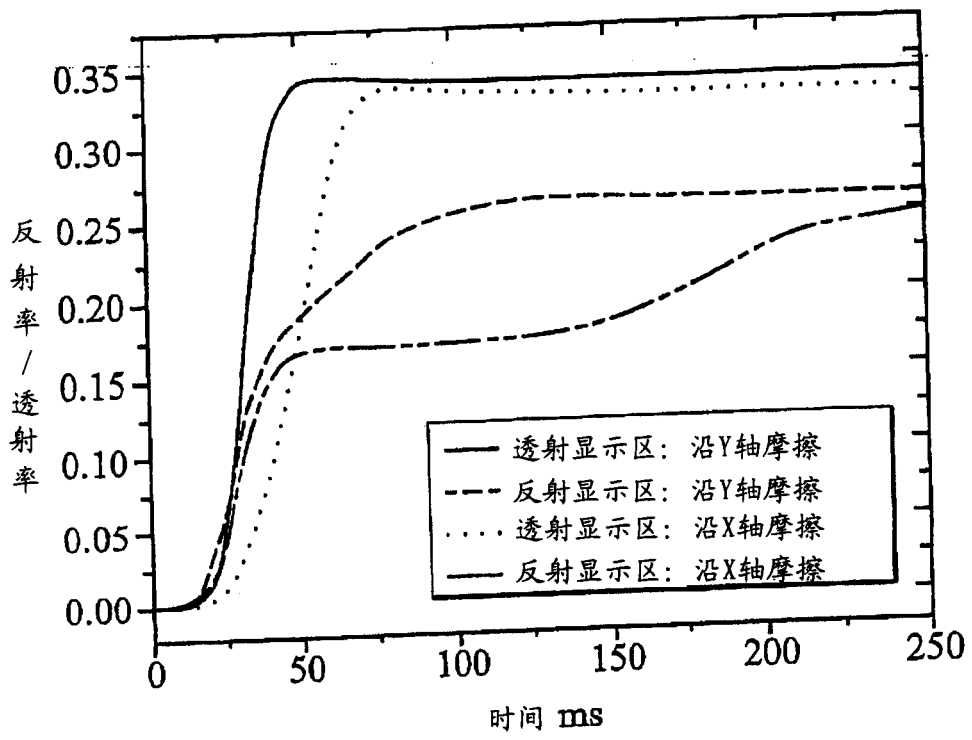


图 9C

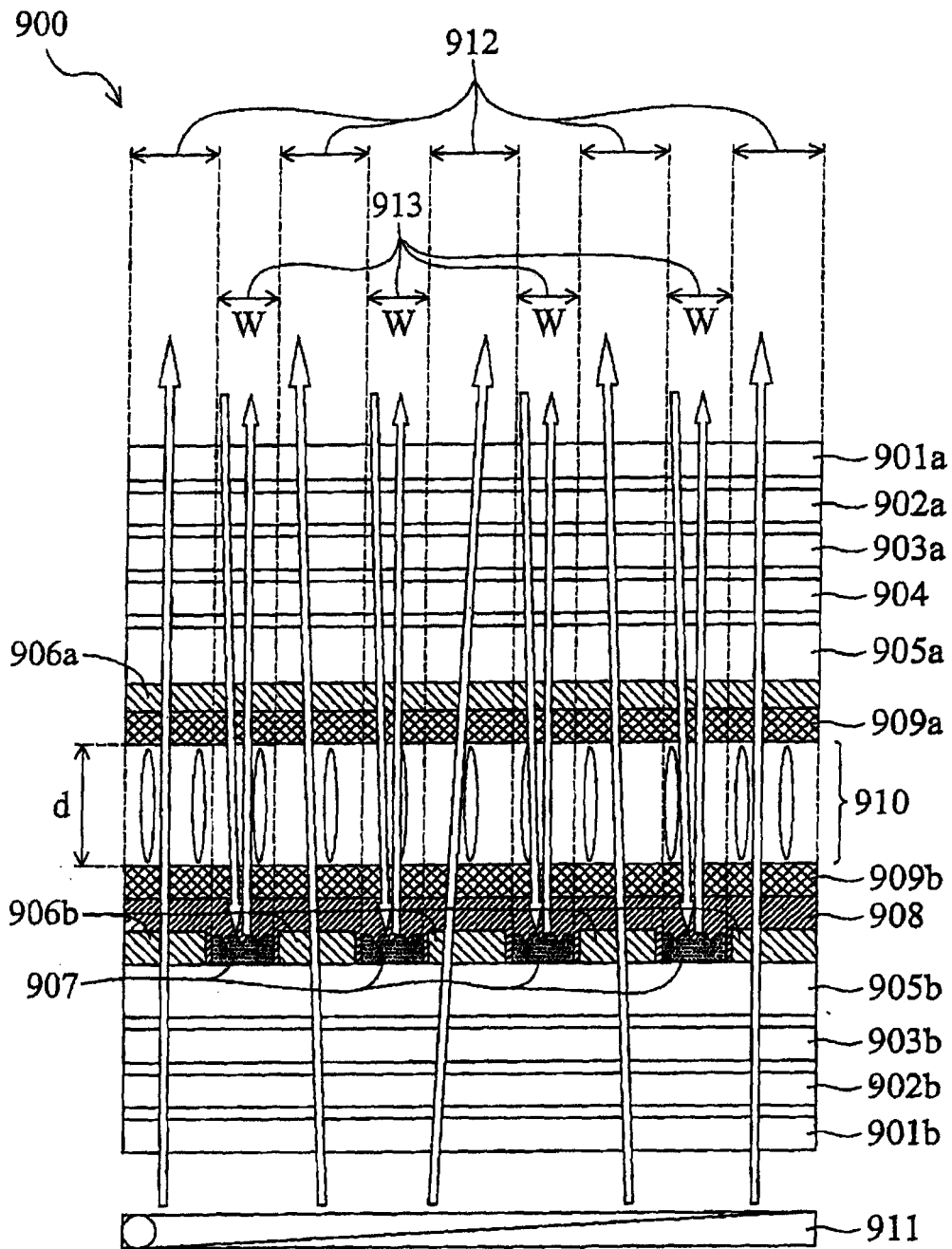


图 10

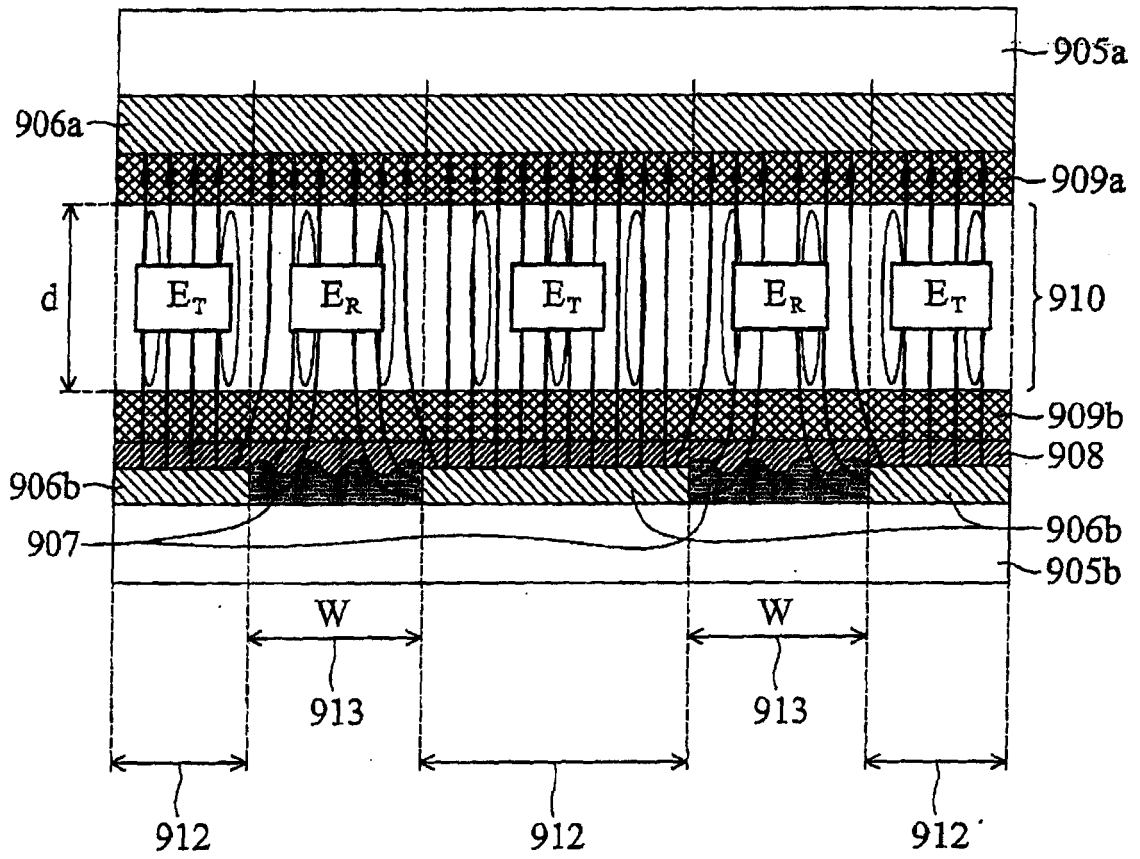


图 11

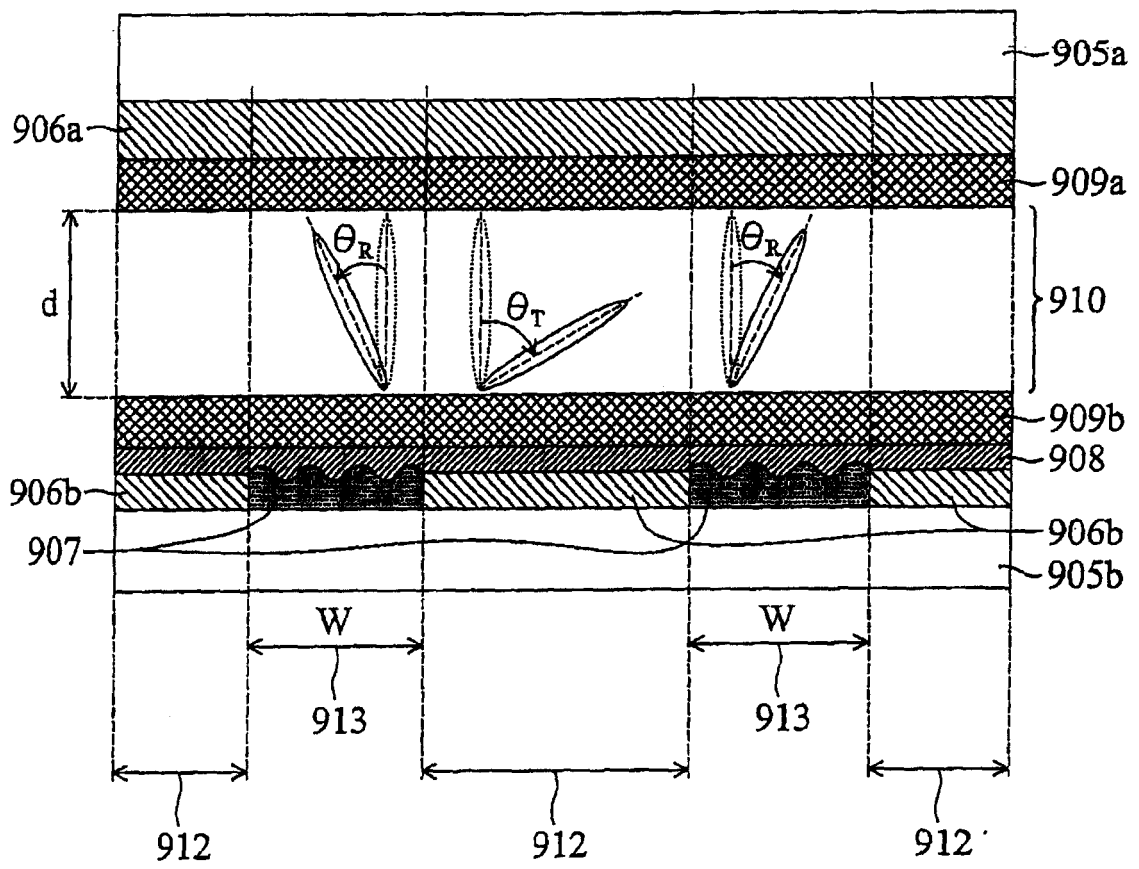


图 12

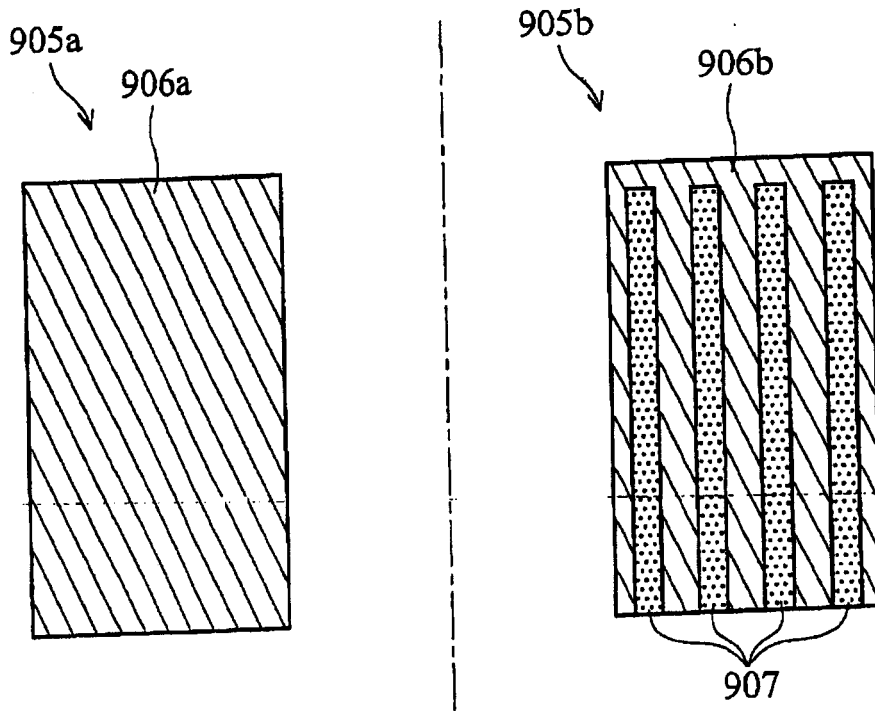


图 13A

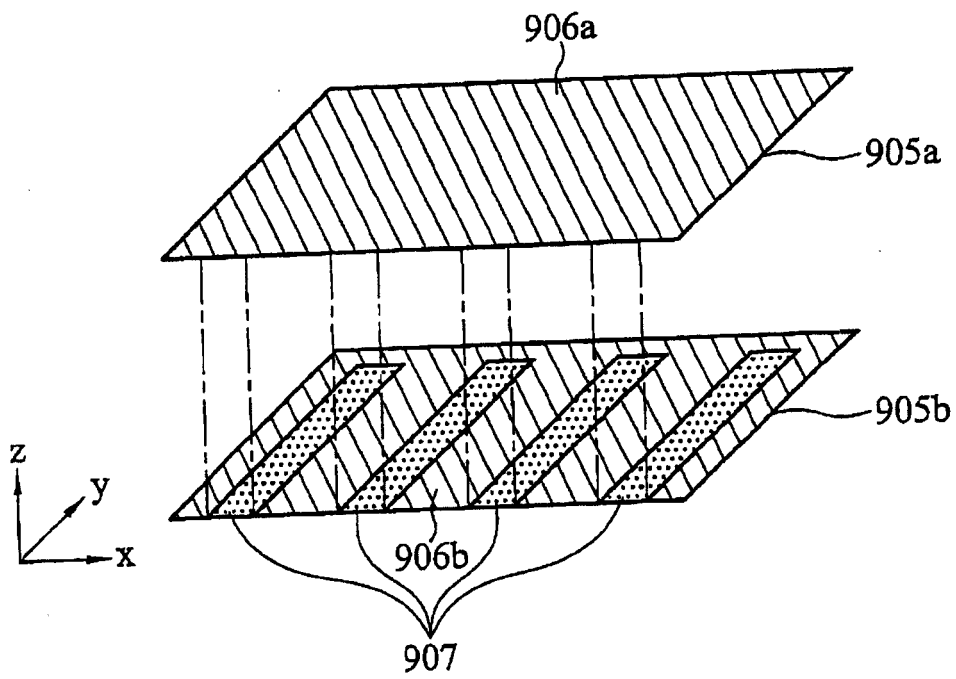


图 13B

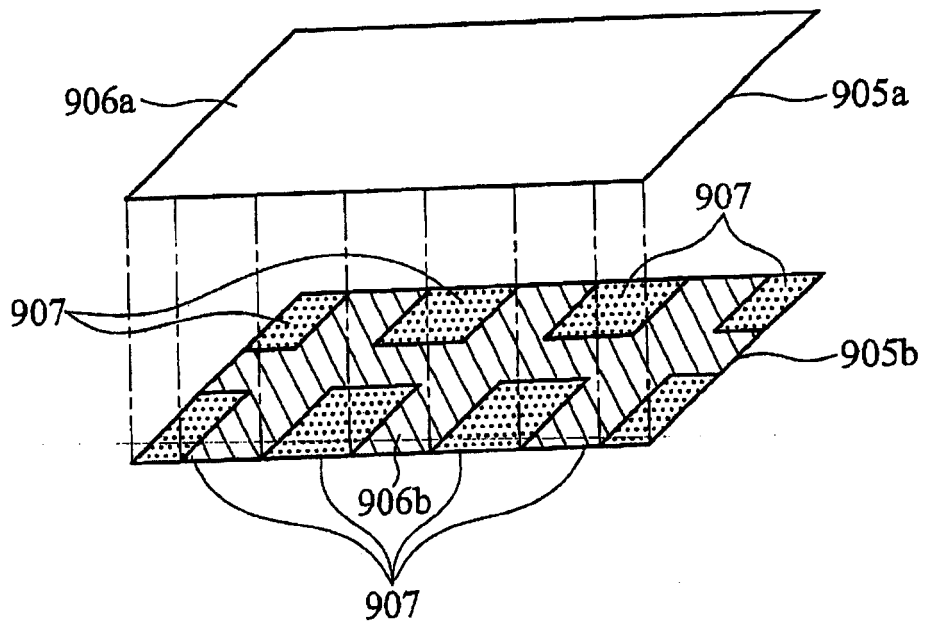


图 13C

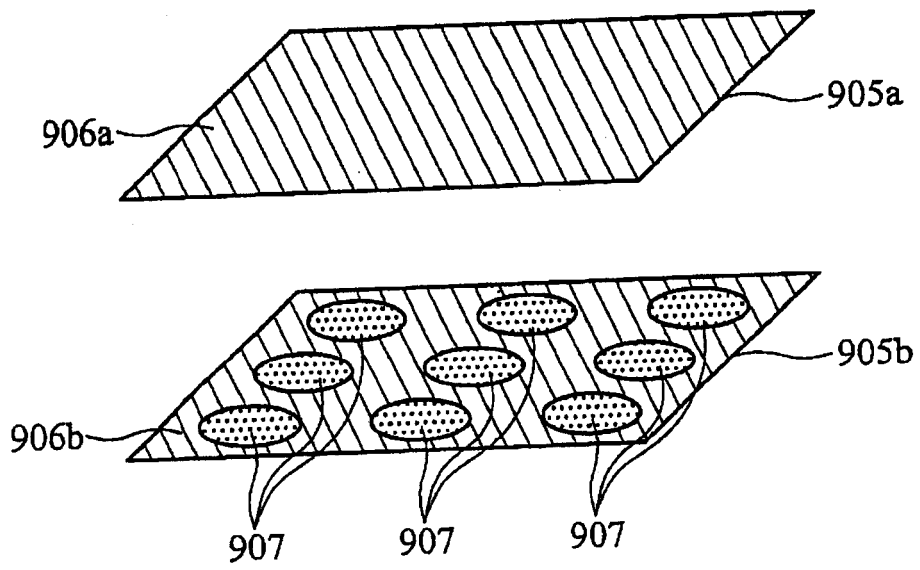


图 13D

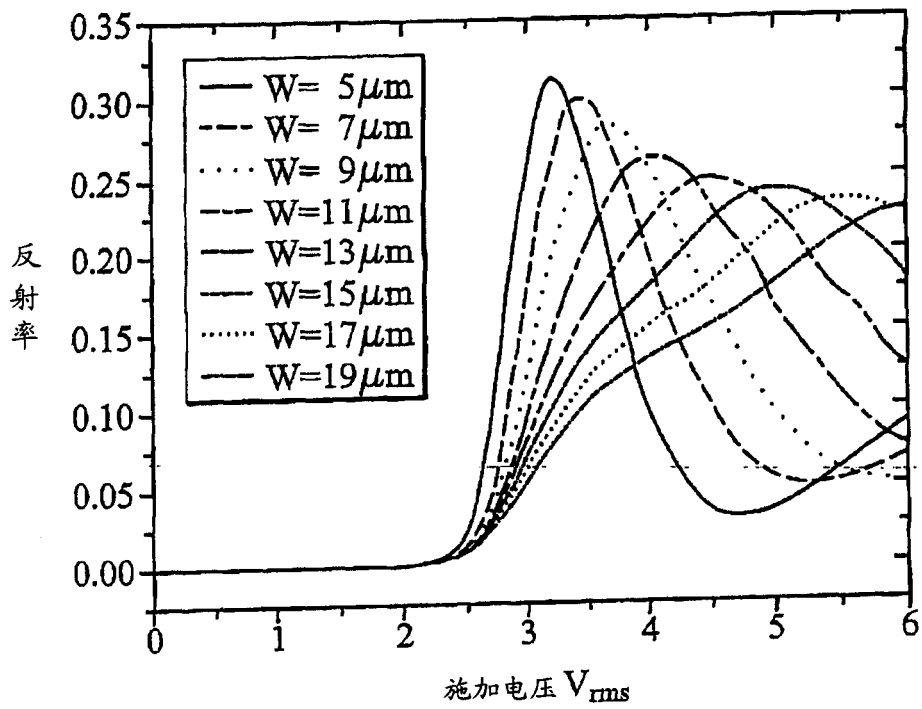


图 14A

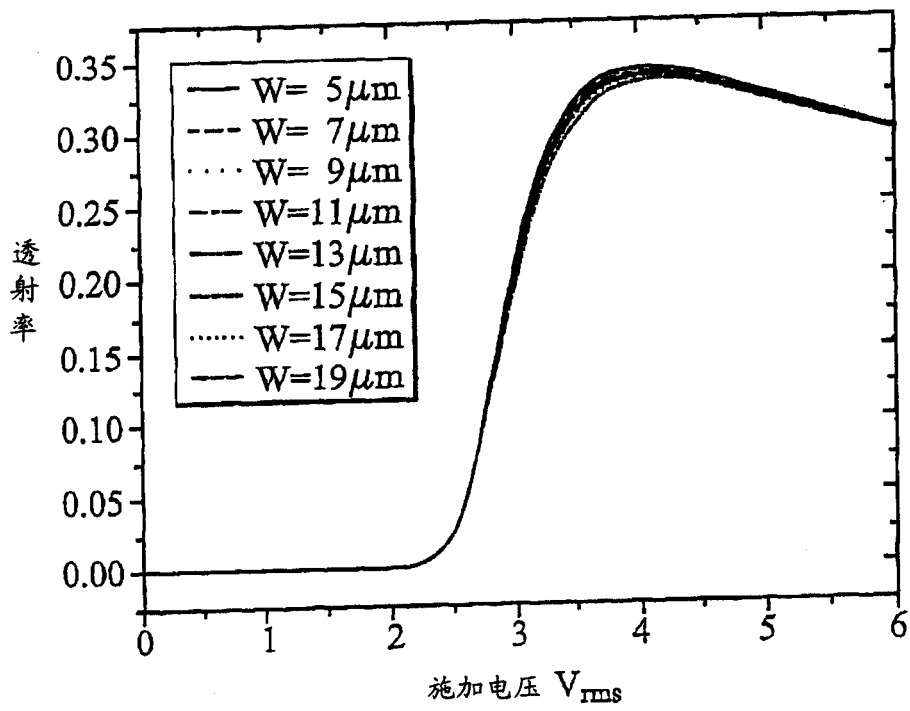


图 14B

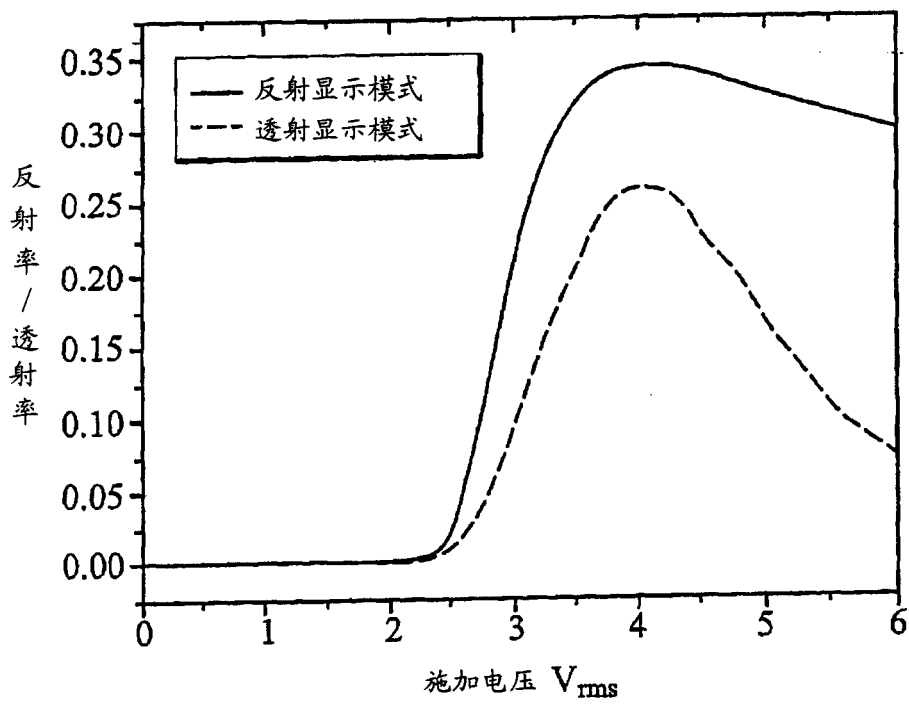


图 14C

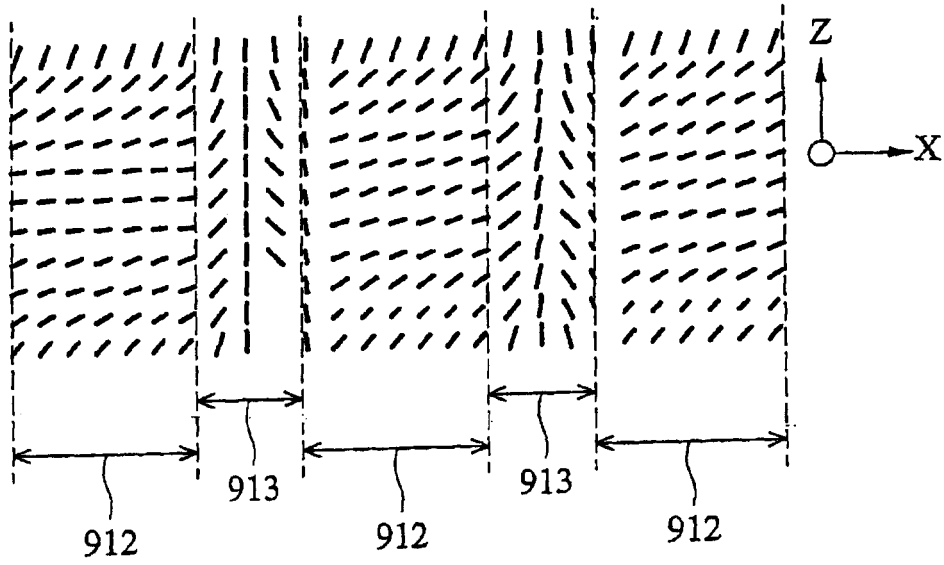


图 15A

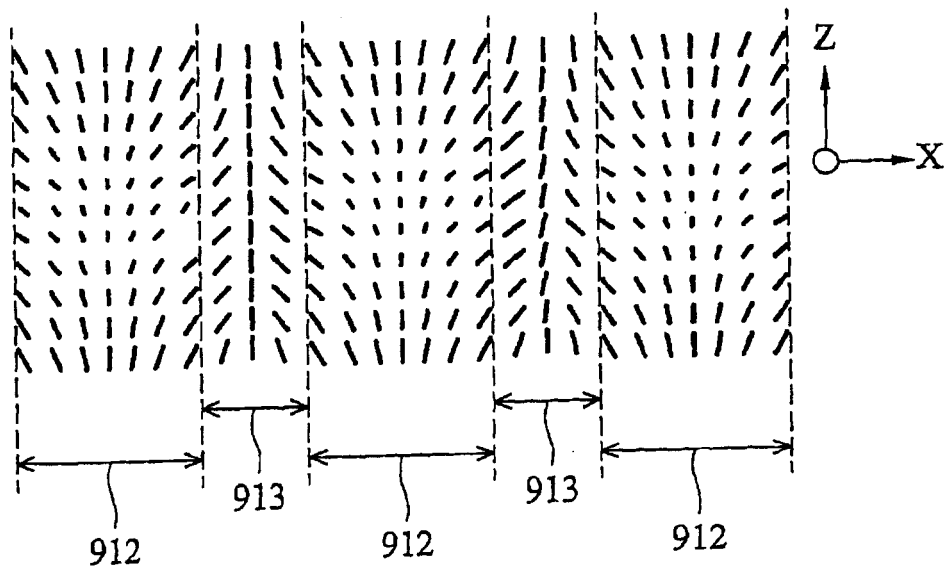


图 15B

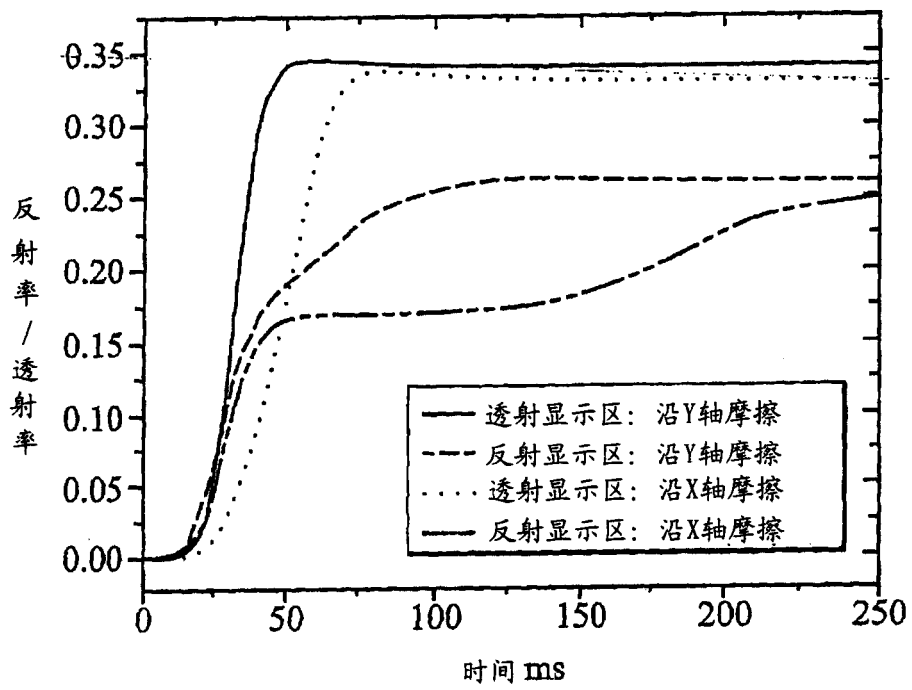


图 15C

专利名称(译)	半透射反射式液晶显示器装置及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN1916703A</a>	公开(公告)日	2007-02-21
申请号	CN200610079291.3	申请日	2006-04-20
[标]申请(专利权)人(译)	统宝光电股份有限公司 佛罗里达中央大学		
申请(专利权)人(译)	统宝光电股份有限公司 佛罗里达中央大学		
当前申请(专利权)人(译)	统宝光电股份有限公司 佛罗里达中央大学		
[标]发明人	朱新羽 葛志兵 吴诗聪		
发明人	朱新羽 葛志兵 吴诗聪		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/1337 G02F1/1335		
CPC分类号	G02F1/133555 G02F2001/134381		
代理人(译)	李晓舒 魏晓刚		
优先权	11/110229 2005-04-20 US		
其他公开文献	CN100468139C		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及半透射反射式液晶显示器装置及其制造方法。通过共用电极图案与反射器图案互补或氧化铟锡像素电极图案与反射器图案互补的设计，使透射显示区的电场为均匀纵向电场，反射显示区的电场为杂散电场。因此透射显示区的垂直配向负介电各向异性向列型液晶分子于初始状态时，会较反射显示区的液晶分子与基底垂直方向夹更大的倾斜角。结果使外部入射光在反射显示区中经历较小相延迟，背光源光线经历较大相延迟。因外部光通过反射显示区两次，背光源光线仅通过透射显示区一次，藉由电极与反射器宽度的设计，可使两道光束在反射显示区与透射显示区中经历几乎完全相同的相延迟，如此，将使透射式与反射式显示模式的光电特性曲线有更佳的重叠性。

