



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101324719 B

(45) 授权公告日 2011.06.29

(21) 申请号 200810081977.5

(22) 申请日 2008.03.21

(30) 优先权数据

11/689,012 2007.03.21 US

(73) 专利权人 奇美电子股份有限公司

地址 中国台湾台南县

专利权人 中佛罗里达大学研究基金会

(72) 发明人 葛志兵 朱欣宇 吕瑞波

托马斯·X·Z·吴 吴诗聪 李汪洋

韦忠光

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张波

(51) Int. Cl.

G02F 1/1335(2006.01)

G02F 1/133(2006.01)

G02F 1/1333(2006.01)

(56) 对比文件

US 2007019136 A1, 2007.01.25,

CN 1668968 A, 2005.09.14,

CN 1851547 A, 2006.10.25,

US 2007019136 A1, 2007.01.25,

US 2005007522 A1, 2005.01.13,

审查员 李慧

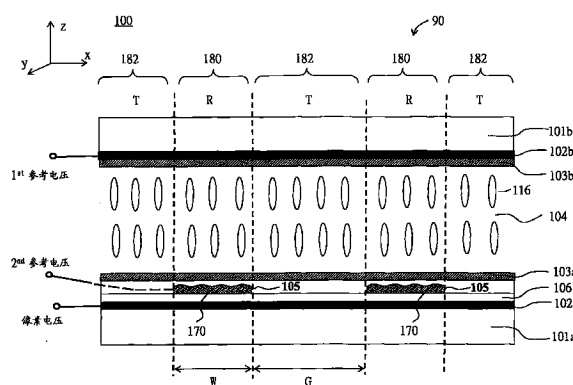
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 22 页

(54) 发明名称

半透射半反射液晶显示器及其操作和制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种半透射半反射显示器及其操作和制造方法。该显示器包括多个像素。每一像素包括一第一电极、一第二电极、一液晶层及一导电反射层。液晶层连结第一电极及第二电极。导电反射层位于液晶层及第二电极之间,并用以反射环境光。导电反射层与第二电极绝缘并覆盖部分的第二电极,使背光能透射各像素不被导电反射层遮盖的一部分。根据本发明,可使用单一灰阶伽玛曲线驱动显示器运作于透射模式及反射模式。另外,液晶面板具有单一的面板间隙因此制造较为容易。



1. 一种半透射半反射显示器,包括:

多个像素,各该像素包括:

一第一电极;

一第二电极;

一液晶层,连结该第一电极及该第二电极;以及

一导电反射层,位于该液晶层及该第二电极之间,以反射环境光,该导电反射层与该第二电极绝缘并覆盖部分的该第二电极,使一背光能透射各该像素不被该导电反射层遮盖的一部分,

其中该导电反射层连接至一参考电压,该参考电压的均方根值大于 0.5V 并小于该液晶层的一临界电压。

2. 如权利要求 1 所述的显示器,其中至少两个该些像素的该导电反射层电性连接。

3. 如权利要求 1 所述的显示器,其中该导电反射层用以增加各该像素中一电压透射特性与一电压反射特性的相似度。

4. 如权利要求 1 所述的显示器,其中在各该像素中,该液晶层实质上具有相同的厚度。

5. 一种半透射半反射显示器的操作方法,包括:

产生一电场于一显示器的一液晶层;

使用介于该液晶层及一电极之间的一导电反射层以反射一外部光;

遮蔽该电场以使该液晶层中一第一区域的电场弱于一第二区域的电场,该第一区域对应于该导电反射层,该第二区域邻近该第一区域;以及

传送一背光以通过该第二区域,

其中该导电反射层连接至一参考电压,该参考电压的均方根值大于 0.5V 并小于该液晶层的一临界电压。

6. 如权利要求 5 所述的方法,还包括连接该显示器中至少两个该些像素的该导电反射层至一共同参考电压。

7. 一种半透射半反射显示器的制造方法,包括:

形成一像素电极于一第一基板之上;

形成一保护层于该像素电极之上;

形成一导电反射层于该保护层之上,该导电反射层覆盖部分的该像素电极;

形成一共同电极于一第二基板之上;以及

提供一液晶层于该第一基板及该第二基板之间,

其中该导电反射层连接至一参考电压,该参考电压的均方根值大于 0.5V 并小于该液晶层的一临界电压。

半透射半反射液晶显示器及其操作和制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半透射半反射液晶显示器及其操作和制造方法。

背景技术

[0002] 半透射半反射液晶显示器可以透射模式和 / 或反射模式运作。在某些例子中, 半透射半反射液晶显示器的每一像素划分成透射部分 (透射次像素) 及反射部分 (反射次像素)。当以透射模式运作时, 背光模块产生由透射次像素调变的光源。当以反射模式运作时, 反射的环境光由反射次像素调变。在某些例子中, 透射次像素和反射次像素使用一共同液晶层, 且液晶层具有均匀的面板间隙 (cell gap)。在某些例子中, 反射次像素的面板间隙约为透射次像素的面板间隙的二分之一。

发明内容

[0003] 根据本发明的第一方面, 提出一种半透射半反射液晶显示器。半透射半反射液晶显示器利用一反射层遮蔽一像素电极及一共同电极之间的一部分电场, 使每一像素的透射模式和反射模式间, 达到良好重叠的一灰阶伽玛曲线 (gray scale gamma curve)。不同像素的反射层连接至一共同参考电压。液晶分子的反射部分的电场弱于液晶分子的透射部分的电场, 使环境光或外部光的相位延迟相似于背光的相位延迟, 其中环境光或外部光在液晶层中来回通过一次, 背光在液晶层中通过一次。

[0004] 根据本发明的第二方面, 提出一种半透射半反射液晶显示器的装置。包括一半透射半反射显示器的装置具有数个像素, 每一像素包括一第一电极、一第二电极、一液晶层及一导电反射层。液晶层连接第一电极及第二电极。导电反射层介于液晶层及第二电极, 以反射环境光。导电反射层与第二电极绝缘并覆盖部分的第二电极, 使背光能透射各像素不被导电反射层覆盖的一部分。

[0005] 装置具有以下特性。导电反射层遮蔽第一电极和第二电极之间的一部分电场。至少两像素的导电反射层电性连接。至少两像素的导电反射层电性连接至一共同参考电压。当一电场施加于液晶层时, 导电反射层降低对应于该导电反射层的部分该液晶层的一有效双折射 (effective birefringence) 的改变。显示器包括在导电反射层和第二电极之间的保护层。

[0006] 第一电极连接至一第一参考电压。在某些情况中, 导电反射层连接至与第一参考电压不同的一第二参考电压。在某些情况中, 导电反射层亦连接至第一参考电压。第一参考电压例如是一接地参考电压。在某些情况中, 导电反射层连接至均方根 (root-mean-square) 值大于 0.5V 且小于液晶层的临界电压 (threshold voltage) 的一参考电压。

[0007] 导电反射层用以增加像素中一电压透射特性与一电压反射特性的相似度。在介于一第一电压与第二电压之间的一像素电压中, 像素的一反射率等于像素的一透射率, 其中第一电压对应于一最小灰阶, 第二电压对应于一最大灰阶。导电反射层包括至少一导电反

射带。至少一像素中的导电反射层包括两个或两个以上的导电反射带。显示器包括具有一第一配向的第一配向层及具有一第二配向的第二配向层。第一配向及第二配向不垂直于导电反射带的长边方向。每一导电反射带具有介于 $1\mu\text{m}$ 与 $10\mu\text{m}$ 之间的一宽度。相邻的导电反射带相互平行,且两相邻的导电反射带的距离介于 $2\mu\text{m}$ 与 $15\mu\text{m}$ 之间。每一像素的导电反射带包括一平直、一弯曲或一段段线性 (piecewiselinear) 至少其中的一的形状。在各像素中,液晶层实质上具有相同的厚度。

[0008] 液晶层包括数个分子。当施加于液晶层的电压小于临界值时,分子实质上垂直排列于第一电极的一表面。液晶层包括一负介电异向性 (negativedielectric anisotropic) 液晶材料。每一像素包括用以储存对应于一像素电压的一电荷量的一储存电容,以及连接至储存电容及一第二电极的一晶体管。导电反射层至少包括铝或银。显示器包括一偏光板,例如是一圆形偏光板。

[0009] 根据本发明的第三方面,提出一种具有数个像素的装置,每一像素包括一液晶层及一反射遮蔽元件。液晶层位于第一电极及第二电极之间。第一电极及第二电极产生一电场于液晶层中。反射遮蔽元件反射外部光并遮盖对应于反射遮蔽元件的一区域的电场,使此区域的电场弱于背光透射像素的周围区域的电场。

[0010] 装置具有以下特性。当电场施加于液晶层时,反射遮蔽元件降低对应于反射遮蔽元件的部分液晶层的一有效双折射的改变。

[0011] 根据本发明的第四方面,提出另一种包括数个像素的装置,每一像素包括一透射部及一反射部。每一像素包括一第一电极、一第二电极、一液晶层及一反射层。液晶层连接至第一电极及第二电极。反射层对应于反射部以反射环境光,并提供电屏障,以相较于透射部的电场降低反射部的电场。

[0012] 装置具有以下特性。第一电极耦接于一参考电压,且第二电极耦接于一像素电压。反射层位于液晶层与第二电极之间。与具有电性连接至第二电极的一反射层的一像素相较,反射层用以增加像素中电压透射特性与电压反射特性的相似度。当无电场施加于液晶层时,像素为暗态。

[0013] 根据本发明的第五方面,提出一种方法并包括以下步骤:产生一电场于一显示器的一液晶层中。使用介于液晶层及一电极之间的一导电反射层以反射外部光。遮蔽电场以使液晶层中一第一区域的电场弱于一第二区域的电场,第一区域对应于导电反射层,第二区域邻接第一区域。传送背光以通过第二区域。

[0014] 本方法具有以下特性。遮蔽电场包括使用导电反射层以遮蔽电场。方法包括连接显示器中至少两个像素的导电反射层至一共同参考电压。方法包括使用导电反射层以增加各像素中电压透射特性与电压反射特性的相似度。遮蔽电场包括使用具有两个或两个以上反射带的一反射层,以形成两个或两个以上的区域于各像素中,各区域具有较邻区域弱的电场。本方法包括形成五或五个以上的区域于像素内的反射层上,每一区域具有较周围区域弱的一电场。

[0015] 本方法包括相较于液晶层中第二区域的有效双折射的改变,降低液晶层中第一区域的有效双折射的改变。本方法包括倾斜液晶层的第一区域的液晶分子,使第一区域的液晶分子倾斜量少于液晶层的第二区域的液晶分子的倾斜量。本方法包括连接第一电极至一第一参考电压。在某些例子的方法中,包括连接反射层至与第一参考电压不同的一第二参

考电压。在某些例子的方法中,包括连接反射层至第一参考电压。在某些例子的方法中,包括连接反射层至一参考电压,参考电压的均方根值大于 0.5V 及小于液晶层的一临界电压。本方法包括当像素电压低于一临界值时,像素显示为暗态。

[0016] 根据本发明的第六方面,提出一种半透射半反射显示器的制造方法,包括以下步骤:形成一像素电极于一第一基板上。形成一保护层于像素电极上。形成一导电反射层于保护层上,导电反射层覆盖部分的像素电极。形成一共同电极于一第二基板上。提供一液晶层于第一基板及第二基板之间。

[0017] 本方法包括以下特性。本方法包括形成数个导线以电性连接显示器的至少两像素的导电反射层。本方法包括提供配向层于第一基板及第二基板上,用以使当无电压施加于第一电极与第二电极时,液晶层的液晶分子实质上沿着垂直基板的表面的方向排列。本方法包括形成一晶体管于第一基板上并连接晶体管至第一电极。

[0018] 半透射半反射显示器包含以下多个优点。半透射半反射液晶显示器可使用于不同环境光的条件。此外,半透射半反射液晶显示器具有高发光效率。再者,半透射半反射液晶显示器可使用单一灰阶伽玛曲线驱动显示器运作于透射模式及反射模式。另外,液晶面板具有单一的面板间隙因此制造较为容易。

[0019] 为了让本发明的上述内容能更明显易懂,下文特举优选实施例,并配合所附图示,作详细说明如下。

附图说明

[0020] 图 1 绘示一像素的剖面图;

[0021] 图 2 绘示一像素的俯视图;

[0022] 图 3A 绘示像素运作于一亮态时的液晶分子的模拟导向图;

[0023] 图 3B 绘示液晶层的模拟等势能线示意图;

[0024] 图 4A 至图 5C 绘示模拟的电压 - 透射率和 / 或电压 - 反射率曲线的示意图;

[0025] 图 6A 绘示包括补偿膜以增加视角的显示器的剖面图;

[0026] 图 6B 及图 6C 绘示中显示器的透射模式及反射模式的对比标绘图;

[0027] 图 7 绘示一摩擦角的示意图;

[0028] 图 8A 至图 9B 绘示模拟的电压 - 透射率及电压 - 反射率曲线的示意图;

[0029] 图 10 和图 11 分别绘示另一像素的俯视图和剖面图;以及

[0030] 图 12 绘示一液晶显示器的示意图。

[0031] 附图标记说明

[0032] 16:栅极驱动器

[0033] 18:数据驱动器

[0034] 22:储存电容

[0035] 24:有效电容

[0036] 90:像素

[0037] 100:显示器

[0038] 101a、101b:基板

[0039] 102a、102b:电极

- [0040] 103a、103b :配向层
- [0041] 104 :液晶层
- [0042] 105 :导电反射层
- [0043] 106 :保护层
- [0044] 107a、107b :等势能线
- [0045] 110a、110b :偏光板
- [0046] 111a、111b :半波膜
- [0047] 112a、112b :四分之一波膜
- [0048] 113 :补偿膜
- [0049] 120 :扫描线
- [0050] 130 :薄膜晶体管
- [0051] 140 :数据信号线
- [0052] 150 :摩擦指向
- [0053] 160 :像素电极
- [0054] 170 :反射带
- [0055] 180 :反射部
- [0056] 182 :透射部
- [0057] 190 :液晶指向
- [0058] 216 :中线
- [0059] W :反射带的宽度
- [0060] G :相邻反射带之间距

具体实施方式

[0061] 图1绘示一像素90的剖面图,半透射半反射液晶显示器100包括直立排列的一液晶层104,液晶层104位于一下玻璃基板101a与一上玻璃基板101b之间。液晶层104例如是包括一负介电异向性(negative dielectricanisotropy)液晶材料。上玻璃基板101b上为一透明共同电极102b及一上配向层103b。下玻璃基板101a上为一透明像素电极102a、一保护层106、一图案化导电反射层105及一下配向层103a,其中导电反射层105具有多个反射带170。导电反射层105影响液晶层104的电场分布,使像素90的一反射部上的电场弱于像素90的一透射部上的电场。

[0062] 电极102a及102b例如是由氧化铟锡(Indium Tin Oxide, ITO)制成。导电反射层105例如是由一金属材料制成。保护层106例如是由氧化硅(SiO_2)或氮化硅(Si_3N_4)制成。配向层103a及103b使液晶层104的液晶分子116最初沿着垂直方向排列(即垂直于基板101a和101b的表面的方向)。提供一对正交偏光板(crossed polarizers)(未绘示于图中)于基板101a和101b的外侧。

[0063] 在本说明书中,外侧指较远离液晶层104的部分,内侧指面对液晶层104的部分。“顶部”、“底部”、“较高的”、“较低的”、“上方”及“下方”等词汇用以描述图示中显示器元件的相对位置。显示器可具不同的导向,因此在某些情况下一较低层可在一较高层之上。

[0064] 在某些例子中,共同电极102b连接至一第一参考电压,例如是一接地电压。像素

电极 102a 连接对应于一灰阶位准的一像素电压 V_{DATA} (可由一数据线 (data line) 或一储存电容提供)。

[0065] 卡氏座标系统 (Cartesian coordinate system) 具有 X、Y 及 Z 轴,用以作为描述显示器 100 的元件的导向的参考。在此例中,Z 轴垂直于基板 101a 及 101b 的表面,且 X 轴及 Y 轴平行于基板 101a 及 101b 的表面。

[0066] 当无电压 (或 0V) 施加于像素电极 102a 时,液晶分子 116 实质上与 Z 轴平行排列,且在正交偏光板下的像素 90 表现为暗态。当一像素电压施加于像素电极 102a 及共同电极 102b 之间,产生通过液晶层 104 的一电场,使液晶层 104 的液晶分子较其初始位置倾斜。通过改变像素电压位准,液晶分子的倾斜角度可有不同变化,因此产生不同双折射 (birefringence) 量,使像素 90 可显示不同灰阶位准。

[0067] 对应于导电反射层 105 的部分像素 90 即为像素 90 的反射部 180,且对应于未被导电反射层 105 覆盖的像素电极 102a 即为像素 90 的透射部 182。在室外或其他具有明亮光线情况时,反射部 180 反射环境光或外部光以提供一使用者于显示器 100 上观看图像。当环境光衰弱时,透射部 182 使用背光以提供使用者观看图像。

[0068] 导电反射层 105 连接至一第二参考电压,第二参考电压可与第一参考电压 (或接地电压) 相同,且可稍低于液晶层的一临界电压 (threshold voltage)。临界电压指当无像素电压施加时,在低于一电压的情况下,相较初始状态液晶分子导向的扰动可忽略。在某些例子中,显示器 100 中所有像素 90 的共同电极 102b 电性连接至同一参考电压,且所有像素 90 的导电反射层 105 电性连接至同一参考电压。

[0069] 导电反射层 105 改变液晶层 104 中电场的分布,使反射部 180 的电场低于透射部 182 的电场。反射部 180 中液晶分子的倾斜小于透射部 182 中液晶分子的倾斜。在反射部 180 中,环境光或外部光于液晶层 104 来回一次的相位延迟相似于在透射部 182 中背光于液晶层 104 经过单次的相位延迟。因此提供一像素电压时,像素 90 的反射部 180 及透射部 182 可以显示相似的灰阶位准。

[0070] 图 2 绘示像素 90 的俯视图。蚀刻导电反射层 105 以形成一图案,使导电反射层 105 覆盖或延伸于一部分的像素。在本例中,导电反射层 105 具有多个直线的反射带 170,且反射带 170 平行于数据信号线 140。每一反射带 170 具有一宽度 W,反射带 170 之间的间隙为 G。宽度 W 的范围例如是介于 $1\mu m$ 与 $10\mu m$ 之间,且相邻的反射带的间隙 G 例如是介于 $2\mu m$ 与 $15\mu m$ 之间。然导电反射层 105 亦可为其他图案。反射带不需为平行的或直线的。

[0071] 像素 90 包括一薄膜晶体管 (thin film transistor) 130,其作用为一数据信号线 140 及一像素电极 102a 间的开关。薄膜晶体管 130 由一扫描线 120 上的一扫描信号控制。当开启薄膜晶体管 130 时,位于数据信号线 140 上的一像素电压 V_{DATA} 驱动像素电极 102a 至像素电压 V_{DATA} 。

[0072] 液晶层 104 中电场的强度与方向用以作为导向液晶层 104 之用。卡氏座标系统具有 X、Y 及 Z 轴,用以描述显示器 100 的元件的导向。在本例中,Z 轴选为垂直于基板 101a 和 101b 的表面,X 轴及 Y 轴平行于基板 101a 和 101b 的表面。

[0073] 图 3A 绘示像素 90 运作于一亮态时,像素 90 的液晶层 104 中液晶分子的模拟导向图。在本例中导电反射层 105 具有一图案,如图 2 所示。图 3A 绘示像素 90 沿平行于 X-Z

平面的剖面图。局部小区域的液晶分子的平均导向以单位向量表示,称为液晶指向 190。每一液晶指向 190 以一端 192 与一尾端 194 表示。平行于 X-Z 平面的一指向 (如 196) 比垂直于 X-Z 平面的一指向 (如 198) 要长。

[0074] 在本例中,导电反射层 105 相对于共同电极 102b 设为 0V,而像素电压相对于共同电极 102b 设为 6VRMS。VRMS 为均方根 (root-mean-square, RMS) 电压。反射带 170 的宽度 W 为 $2\mu\text{m}$,且相邻的反射带的间隙 G 为 $5\mu\text{m}$ 。液晶材料使用德国默克 (Merck) 的一负介电各向异性 (negative dielectric anisotropy) 材料 MLC-6608,并具有平行介电常数 $\epsilon_{//} = 3.6$ 、垂直介电常数 $\epsilon_{\perp} = 7.8$ 、弹性常数 $K_{11} = 16.7\text{pN}$ 、 $K_{33} = 18.1\text{pN}$ 、异常光折射率 $n_e = 1.5579$ 及正常光折射率 $n_o = 1.4748$ 于波长 $\lambda = 589\text{nm}$ 。液晶层 104 具有 $5\mu\text{m}$ 的面板间隙。配向层 103a 及 103b 的摩擦方位角平行于反射带 170,且配向层 103a 的摩擦配向与配向层 103b 的摩擦配向相反。

[0075] 像素电极 102a 的驱动电压 (V_{DATA}) 驱动液晶分子,以调变环境光或背光显示一致的灰阶位准。当无电压 (或 0V) 施加于像素电极 102a 时,液晶分子 116 与 Z 轴平行排列,且像素 90 在正交偏光板下表现为暗态。当施加远大于临界电压的一像素电压时,由于强大的垂直电场,使透射部 182 的液晶指向 190 沿摩擦配向倾倒。

[0076] 由于部分反射部 180 的电场弱于透射部 182 的电场,因此反射部 180 中液晶分子 116 的倾斜程度小于透射部 182 中液晶分子 116 的倾斜程度。可从下述的等势能线示意图得知。

[0077] 图 3B 绘示液晶层 104 的模拟等势能线示意图。相邻的势能线 (如 107a 及 107b) 的差为 0.25VRMS。在透射部 182 及反射部 180 中,靠近液晶层 104 的底面 184 (等势能线较密集) 的电场强于靠近液晶层 104 的顶面 186 的电场。在任一区域中电场的指向沿着其所在的等势能线的梯度。电场的指向可由电场线表示,如虚线 210、212 及 214。举例来说,电场线 210 由像素电极 102a 延伸至共同电极 102b,且电场线 212 及 214 由像素电极 102a 延伸至导电反射层 105。

[0078] 由于在本例中导电反射层 105 的反射带 170 与共同电极 102b 之间无电位差,因此反射部 180 具有微弱或无垂直电位差的一区域 188。区域 188 上方的势能线 107a 及区域 188 下方的势能线 108 具有相同电动势。

[0079] 在反射区 180 中,靠近导电反射层 105 的垂直电场导致靠近液晶层 104 的表面的液晶分子先倾斜。接着倾斜的分子导致其上方的相邻的液晶分子倾斜。最后反射部 180 的大区域中的液晶分子亦倾斜,包括具有微弱或无电场的区域 188 的液晶分子,此现象称为表面场效应 (surface field effect)。由于表面场效应,使区域 188 中液晶分子的倾斜小于透射部 182 的对应区域 (如 189) 中液晶分子的倾斜,其中液晶分子由电场造成倾斜。

[0080] 在图 3A 及图 3B 的例子中,定位配向层 103a 及 103b 以使配向层 103a 及 103b 的摩擦指向平行于反射带 170 (图 2) 的长边方向 (平行于 Y 轴)。液晶分子朝平行于摩擦指向的方向倾斜,即平行于 Y 轴。如下的叙述,相较于具有垂直于反射带 170 的长边方向的摩擦指向,定位配向层 103a 及 103b 使摩擦指向平行于反射带 170 的长边方向可以产生较高的光效率。

[0081] 液晶层 104 的电场具有平行于 X 轴的一分量。若配向层的摩擦指向平行于 X 轴 (例如下配向层在 +X 方向,上配向层在 -X 方向),若施加具有 +X 或 -X 的分量的电场,一

液晶分子可能会倾斜至 +X 或 -X 方向。举例来说,靠近电场线 212 的液晶分子 116 会往 +X 方向倾斜,且靠近电场线 214 的液晶分子 116 会往 -X 方向倾斜,而靠近中线 216 的液晶分子 116 最初由于此两电动势而保持平衡且无扰动。由于表面摩擦角所产生的一预导向(pre-orientation),使靠近中线 216 的液晶分子最终会往 +X 方向倾斜,但 +X 方向的倾斜量可能因为靠近电场线 214 而较 -X 方向的液晶分子倾斜量少。因此,靠近中线 216 的区域会比周围的区域要暗。

[0082] 当摩擦指向平行于反射带 170 的长边方向,在中线 216 的液晶分子 116 不受 +X 和 -X 方向的竞争力影响而往 Y 轴倾斜,使中线 216 和其周围的区域有相似的明亮度,进而提升发光效率。

[0083] 使用德国 Autronic-MELCHERS GmbH 的一模拟软件 Liquid CrystalDisplay Simulator 2dimMOS[®] 以决定液晶分子 116 的导向。

[0084] 图 4A 为电压 - 透射率 (voltage-transmittance, V-T) 曲线 202 及电压 - 反射率 (voltage-reflectance, V-R) 曲线 204 的模拟数据的示意图 200。在本例中,导电反射带 170 的宽度 W 为 2 μm 且相邻反射带的间隙 G 为 5 μm。当像素电压约为 6.0VRMS 时,透射率及反射率皆可达到约最大发光效率的 90%。V-T 曲线 202 及 V-R 曲线 204 重叠良好,使显示器 100 能利用单一的灰阶伽玛曲线 (gamma curve) 及单一的驱动电路驱动像素 90。举例来说,当反射率由最小反射率单调增加 (monotonically increase) 至最大反射率时,V-T 曲线 202 与 V-R 曲线 204 至少重叠于一点 P。

[0085] 当像素电压介于第一电压与第二电压之间时,利用导电反射层 105 将反射部 180 的电场部分地遮蔽可使 V-T 特性 (曲线 202) 更相似于 V-R 特性 (曲线 204),其中第一电压对应于一最小灰阶位准 (例如全暗),第二电压对应于一最大灰阶位准 (例如全亮)。举例来说,相似度可通过取样标准化透射率及反射率值的均方根差 (RMS difference) 加以量测,利用以下公式:

$$[0086] \quad \text{RMS difference} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - R_i)^2}{N}}$$

[0087] 在此 N 为样本数, T_i 及 R_i 分别为给定电压 V_i 值的透射率及反射率。均方根差越小,V-T 曲线与 V-R 曲线的相似度越高。标准化的透射率及反射率与两堆叠的平行线性偏光板的最大透射率有关。如图 4A 的 V-T 曲线 202 及 V-R 曲线 204,样本数 N 为 256 点,电压 V 介于 2.0VRMS (对应于灰阶位准 0) 与 6.0VRMS (对应于灰阶位准 255) 之间,且 V-T 曲线及 V-R 曲线的均方根差约为 8.2%。

[0088] 图 4B 绘示像素 90 的模拟电压 - 透射率特性曲线的示意图 210,且反射带 170 的宽度 W 为 2 μm。曲线 212、214 及 216 代表像素 90 的电压 - 透射率特性,且相邻的反射带 170 的间隙 G 分别为 5 μm、6 μm 及 7 μm。图表 210 显示反射带 170 的宽度 W 及间隙 G 的比率 (W/R) 可调整且不会显著影响最大透射率。

[0089] 图 4C 绘示像素 90 的模拟 V-R 特性曲线 222、224 及 226 的示意图 220,反射带 170 的宽度 W 为 2 μm,且相邻的反射带 170 的间隙 G 分别为 5 μm、6 μm 及 7 μm。图表 220 显示反射带 170 的宽度 W 及间隙 G 的比率 (W/R) 可调整且不会显著影响最大反射率。在此例中

像素电压约为 6VRMS 时,比率接近于 90%。

[0090] 在图 4B 及图 4C 中,当间隙 G 增加时 V-R 曲线及 V-T 曲线皆向左移。图 4B 及图 4C 显示反射带 170 的宽度 W 及间隙 G 的比率 (W/R) 可调整且不会显著影响像素 90 的 V-T 特性及 V-R 特性的重叠。

[0091] 为了对照用,图 4D 绘示一像素的模拟数据的 V-R 曲线 237 及 V-T 曲线 238 的示意图 236,此像素相似于图 1 的像素 90,但并无导电反射层。使用公式 1 并假定像素电压 V 为 1.5VRMS (对应于灰阶位准 0) 及 V 为 3.0VRMS (对应于灰阶位准 255),V-R 曲线 237 及 V-T 曲线 238 的均方根差约为 31%。相较的下,无导电反射层的像素的均方根差远大于有导电反射层 105 的像素 90 的 V-T 曲线及 V-R 曲线的均方根差 (其值为 8.2%)。

[0092] 图 5A 绘示像素 90 的模拟数据的 V-T 曲线 232 及 V-R 曲线 234 的示意图 230,且导电反射层 105 具有 1.5VRMS 的偏压。反射带 170 的宽度 W 为 $3\mu\text{m}$,且反射带的间隙 G 为 $6\mu\text{m}$ 。

[0093] 液晶材料的临界电压约为 2VRMS。当像素电极设定为 0VRMS 时,液晶指向实质上直立排列而产生良好的暗态。由于导电反射层 105 上的微小电压,当反射部 180 的电压为开启状态时,其电场大于 0VRMS 施加于导电反射层 105 时的电场。示意图 230 显示当 V 为 6VRMS 时,发光效率可提升至约 93%且 V-T 及 V-R 特性曲线 232 及 234 仍具有良好的重叠。

[0094] 使用公式 1 并假定像素电压 V 为 2.0VRMS (对应于灰阶位准 0) 及 V 为 6.0VRMS (对应于灰阶位准 255),图 5A 例子中 V-T 曲线及 V-R 曲线的均方根差约为 5.2%,小于图 4A 中例子的均方根差 8.2%。这显示当偏压略小于临界电压的一电压值施加于导电反射层,会增加 V-T 及 V-R 特性的相似度。

[0095] 图 5B 绘示像素 90 的模拟 V-T 特性曲线的示意图 240,导电反射层 105 设为 1.5VRMS 且反射带 170 的宽度 W 为 $3\mu\text{m}$ 。曲线 242、244 及 246 代表像素 90 的 V-T 特性曲线,当相邻反射带的间隙 G 分别为 $5\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ 及 $7\mu\text{m}$ 时。示意图 240 显示反射带的宽度 W 及间隙 G 的比率 (W/R) 可调整且不会显著影响最大透射率,其值大于 90%。

[0096] 图 5C 绘示像素 90 的模拟 V-R 特性曲线 252、254 及 256,反射带 170 的宽度 W 为 $3\mu\text{m}$,且相邻反射带的间隙 G 分别为 $5\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ 及 $7\mu\text{m}$ 。示意图 250 显示当像素电压约为 6VRMS 时,此三个例子的最大光反射率大于 90%。反射带的宽度 W 及间隙 G 的比率 (W/R) 可调整且不会显著影响最大反射率值。图 5B 及图 5C 显示反射带的宽度 W 及间隙 G 的比率 (W/R) 可调整且不会显著影响像素 90 的 V-T 特性及 V-R 特性的重叠。当间隙 G 大于 $6\mu\text{m}$,间隙值的改变对 V-T 及 R-T 特性曲线不会有重大的影响。

[0097] 图 6A 绘示一种包括补偿膜以增加视角的显示器 260 的剖面图。显示器 260 包括一液晶层 104、一下玻璃基板 101a、一上玻璃基板 101b、一下配向层 103a、一上配向层 103b、一透明像素电极 102a、一透明共同电极 102b、一图案化导电反射层 105、一保护层 106、一下线性偏光板 110a 及一上线性偏光板 110b,与图 1 的显示器 100 相似。

[0098] 显示器 260 同时包括位于下偏光板 110a 及下玻璃基板 101a 之间的一第一单色半波膜 111a 及一第一单色四分之一波膜 112a。单色膜 111a 及 112a 与下线性偏光板 110a 形成一第一宽带圆形偏光板 262a。

[0099] 一第二单色半波膜 111b 及一第二单色四分之一波膜 112b 位于上玻璃基板 101b 及上偏光板 110b 之间。单色膜 111b 及 112b 与上线性偏光板 110b 形成一第二宽带圆形偏

光板 262b。

[0100] 一补偿膜层 113(如一单光轴层)位于上玻璃基板 101b 与上四分之一波膜 112b 之间,用以降低液晶盒于暗态的漏光情况。补偿膜层 113 例如是一单光轴负 C 膜 (uniaxial negative C film)。

[0101] 在某些情况中,单色半波膜 111a 具有一异常轴并相对于线性偏光板 110a 的透射轴设为 15° 。四分之一波膜 112a 具有一异常轴并相对于线性偏光板 110a 的透射轴设为 75° 。同样地,上单色半波膜 111b 及上四分之一波膜 112b 分别具有相对于上线性偏光板 110b 的透射轴呈 15° 及 75° 的异常轴。参阅 1995 年由 S. Pancharatnam 于印度科学协会会议纪录 (Proceedings of Indian Academy of Science) 的第 41 卷、A 节、第 130 至 136 页所发表的“双折射板的无色差组合:第一部分。无色差的圆型偏光板 (Achromatic combination of birefringent plates: part I. An achromatic circular polarizer,)”。

[0102] 图 6B 绘示模拟图 6A 中显示器 260 的透射模式的一对比标绘图 270。等势能线 272 显示介于 60° 和 240° 的方位角中,大于 40° 的视角可达到对比率 10 : 1。方位 0 至 60° 及 240° 至 360° 之间可达到对比率 10 : 1 的视角较高,如某些方位角具大于 60° 或 80° 的视角。

[0103] 由对比标绘图 270 得到的数据的模拟中,导电反射层 105 具有参数 W 为 $2\mu\text{m}$ 且 G 为 $5\mu\text{m}$ 的反射带 170。液晶间隙为 $5\mu\text{m}$ 且负 C 膜 113 具有 207nm 的一延迟值 $d \cdot \Delta n$ (厚度乘光学双折射),使暗态时在离轴 (off-axis) 方向检视的漏光量降至最低。单色半波膜 (111a 和 111b) 及四分之一波膜 (112a 和 112b) 设计为单一波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 。半波膜使用当 λ 为 550nm 、 Δn 为 0.0034 的材料,且四分之一波膜使用当 λ 为 550nm 、 Δn 为 0.0015 的材料。半波膜及四分之一波膜的厚度分别为 $80.88\mu\text{m}$ 及 $91.67\mu\text{m}$ 。

[0104] 图 6C 绘示模拟显示器 260 的反射模式的一对比标绘图 280。当视角为 40° 时对比率可达到 10 : 1。方位角 30° 至 50° 及 210° 至 230° 中,视角大于 85° 。

[0105] 在某些导电反射层 105 包括直线的反射带 170(如图 2 所示)的例子中,配向层 103a 及 103b 的摩擦指向平行于反射带 170 的长边方向。然配向层 103a 及 103b 的摩擦指向亦可设定为其他角度。对于不同于非垂直于反射带 170 的长边方向的摩擦指向者,像素 90 仍可达到高发光效率且透射率和反射率特性重叠良好。

[0106] 请参照图 7,在具有直线的导电反射带 170 的一导电反射层的显示器中,一参数摩擦角 ψ 可定义为摩擦指向 150 与方向 152 之间所夹的角度,其中方向 152 垂直于反射带 170 的长边方向 154。模拟结果显示像素的发光效率与 V-T 及 V-R 曲线的重叠相对于摩擦角 ψ 的关系并不敏感。

[0107] 图 8A 绘示模拟 V-T 曲线 292 及 V-R 曲线 294 的示意图 290,其中摩擦角 ψ 为 10° ,反射带 170 的宽度 W 为 $2\mu\text{m}$ 且反射带 170 之间的间隙 G 为 $5\mu\text{m}$,施加于反射带 170 的偏压为 0VRMS。

[0108] 图 8B 绘示模拟 V-T 曲线 302 及 V-R 曲线 304 的示意图 300,其中摩擦角 ψ 为 50° ,反射带 170 的宽度 W 为 $2\mu\text{m}$ 且反射带 170 之间的间隙 G 为 $5\mu\text{m}$,施加于反射带 170 的偏压为 0VRMS。

[0109] 图 9A 绘示模拟 V-T 曲线 312 及 V-R 曲线 314 的示意图 310,其中摩擦角 ψ 为 10° ,反射带 170 的宽度 W 为 $3\mu\text{m}$ 且反射带 170 之间的间隙 G 为 $6\mu\text{m}$,施加于反射带 170 的偏压

为 1.5VRMS。

[0110] 图 9B 绘示模拟 V-T 曲线 322 及 V-R 曲线 324 的示意图 320, 其中摩擦角 ψ 为 50° , 反射带 170 的宽度 W 为 $3\mu\text{m}$ 且反射带 170 之间的间隙 G 为 $6\mu\text{m}$, 施加于反射带 170 的偏压为 1.5VRMS。

[0111] 示意图 290、300、310 及 320 显示不同摩擦角 (如 10° 、 50° 及 90°) 的像素可达到高发光效率 (如反射率与透射率可高于 85%), 且 V-T 及 V-R 曲线具良好的重叠。一般来说, 当使用直线的反射带 170, 配向层 103a 及 103b 的摩擦角介于 2° 至 178° 之间或 182° 至 358° 之间。

[0112] 由于液晶分子的倾斜程度相对于摩擦角 ψ 不敏感, 因此导电反射层 105 可具有不同形状。请参照图 10, 导电反射层 105 可具有例如是山形带 (chevronstrip) 330 或锯齿带 (zig-zag strip)。山形带 330 具有一弯角 ϕ , 例如介于 45° 至 90° 之间 (当弯角 ϕ 为 90° 时, 则山形带 330 为直线带 170)。然而, 导电反射层 105 的形状可不同于上述。

[0113] 图 11 绘示一像素 340 的一剖面图, 除像素 340 包括仅延伸于部分的像素区域的一像素电极 160, 其余相似于图 1 的像素 90。像素电极 160 的形状与导电反射层 105 的形状互补。举例来说, 检视像素 340 的剖面图时, 像素电极 160 具有位于反射部 180 中, 反射带 170 下的一开口 162, 开口 162 的宽度略小或略大于各反射带 170 的宽度。像素电极 160 中被导电反射层 105 覆盖的部分不会对液晶层 104 的电场造成重大的影响, 因此可忽略的。

[0114] 图 12 绘示一种液晶显示器 100 的示意图, 包括受控于一个或一个以上的栅极驱动器 16 及一个或一个以上的数据驱动器 18 的多个像素 90 所构成的一阵列 12。每一像素 90 包括一个或一个以上的薄膜晶体管 20、一储存电容 C_{ST} 22 及一液晶层 104, 液晶层 104 包括一有效电容 C_{LC} 24。电容 C_{ST} 22 及 C_{LC} 24 例如是并联至像素电极 102a。电容 C_{LC} 24 连接像素电极 102a 及共同电极 102b。举例来说, 储存电容 C_{ST} 22 连接像素电极 102a 及连接至一固定电压 (未绘示于图中) 的一共同线, 或连接像素电极 102a 及另一像素的栅极线。

[0115] 薄膜晶体管 20 包括连接至一栅极线 32 的一栅极 30, 栅极线 32 连接至栅极驱动器 16。当栅极驱动器 16 驱动栅极线 32 以开启薄膜晶体管 20 时, 数据驱动器 18 会同时以一像素电压信号 (如 V_{DATA}) 驱动一数据线 34, 像素电压信号传递至储存电容 C_{ST} 22 及液晶层 104。施加于电容 C_{ST} 22 的电压 (如 V_{DATA}) 会影响施加于液晶层 104 的电压。由于数据线 34 上的电压影响像素 90 显示的灰阶位准, 因此数据线 34 上电压有时称为一灰阶电压 (grayscale voltage)。

[0116] 其余实施及应用在本发明的范围以内。举例来说, 图 12 的像素 90 可由其他种类的像素代替, 如图 6A 及图 11 中的像素。可使用额外的保护层及配向层于上述的显示器中。显示器的元件如液晶层和偏光膜, 可使用与上述不同的材料及参数。薄膜的延迟值 $d \cdot \Delta n$ 可为其他值。可使用与上述不同补偿膜。在某些例子中, 补偿膜可为一负 C 膜 (negative C film) 或一正 O 膜 (positive O film), 其他补偿膜说明于 X. Zhu et al 在 2006 年的显示器技术期刊 (Journal of Display Technology) 中第 2 卷、第 2 至 20 页的“广视角的液晶显示器中单轴膜补偿的分析与方案 (Analytical solutions for uniaxial-film-compensated wide-view liquid crystal displays)”。当显示器运作于背光模块开启的透射模式时, 某些环境光可通过导电反射层 105 反射, 因此显示器可同时运作于透射模式及反射模式。

[0117] 上述液晶分子的导向参照于液晶分子的指向的方向。分子不需一直指向同一方

向。分子大多倾向于指向单一配向（以指向表示）而非指向其他方向。举例来说，在“液晶分子实质上排列于垂直基板的方向”的语句，表示液晶分子的指向的平均方向大致上排列于该法线方向，而个别分子可指向不同方向。

[0118] 综上所述，虽然本发明已以优选实施例披露如上，然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作各种的更动与润饰。因此，本发明的保护范围当视所附的权利要求所界定者为准。

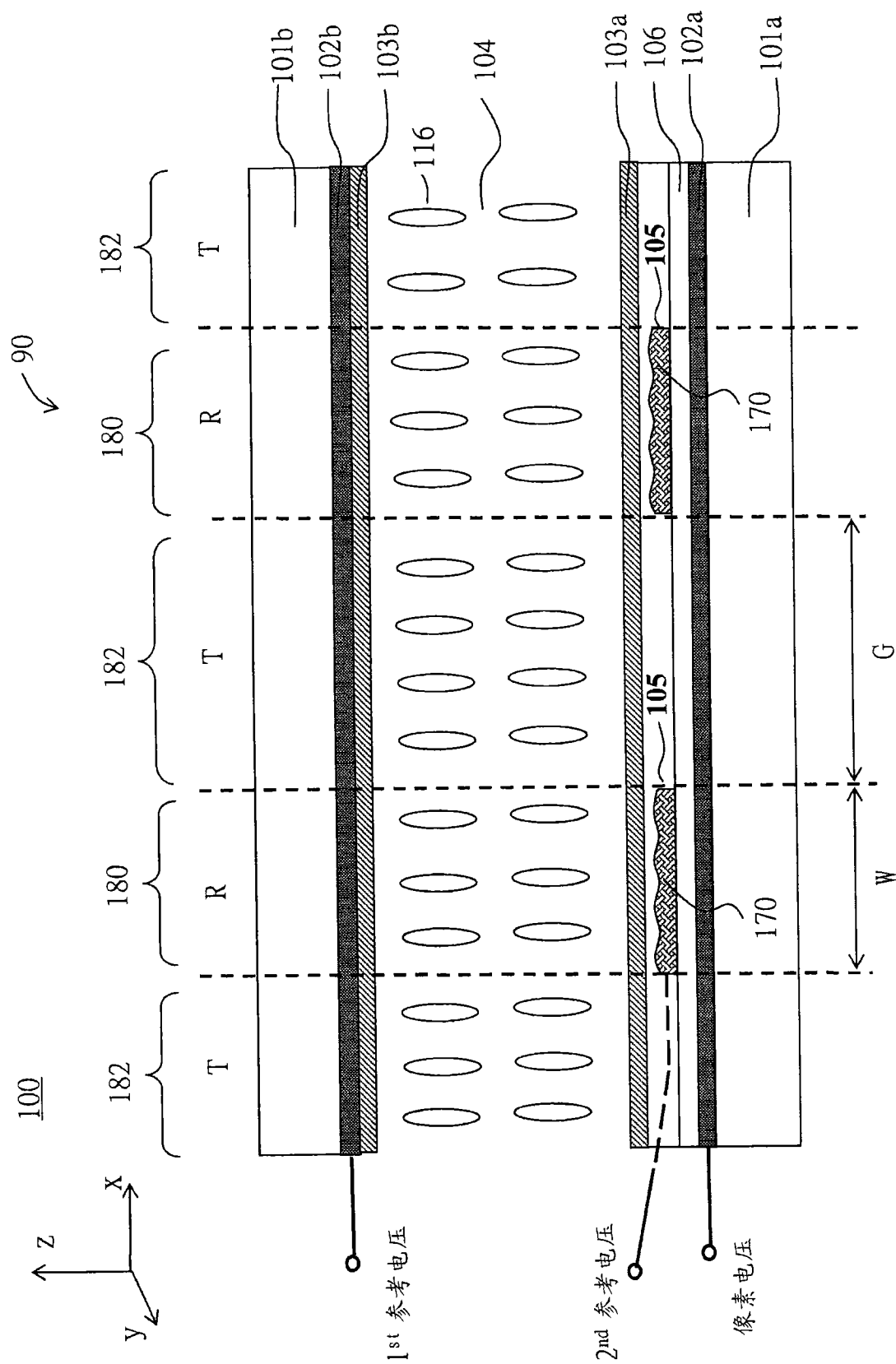


图 1

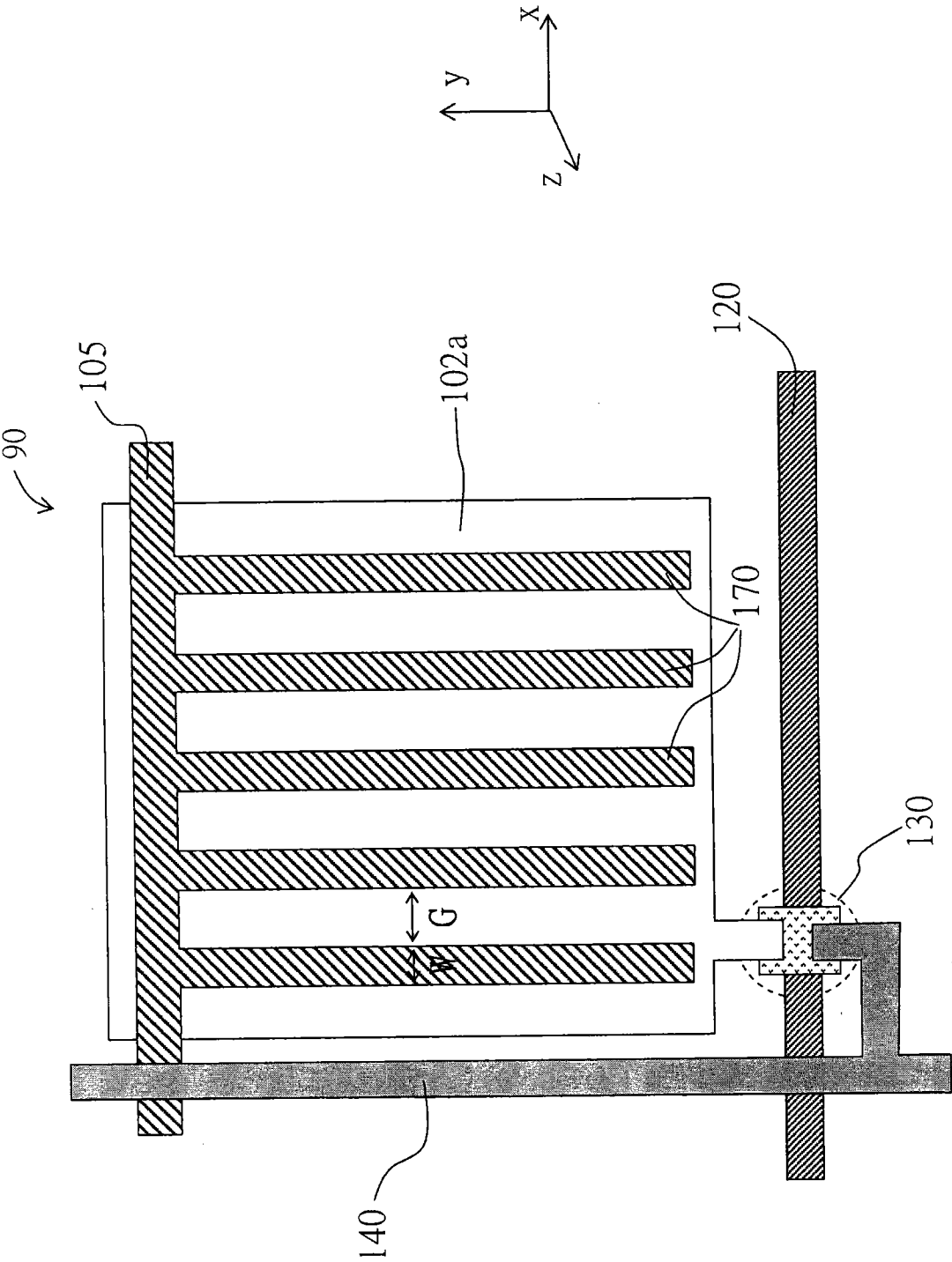


图 2

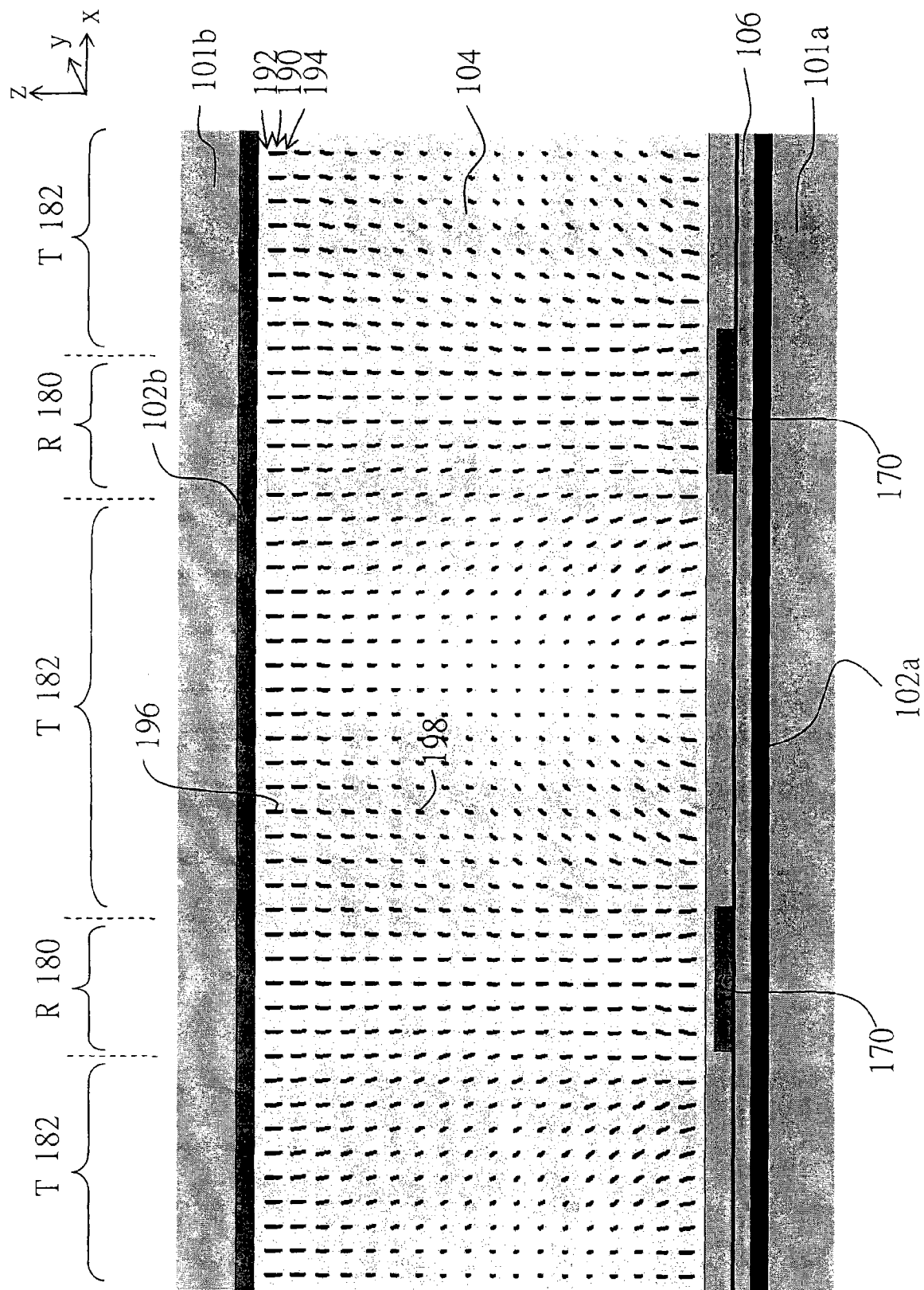


图 3A

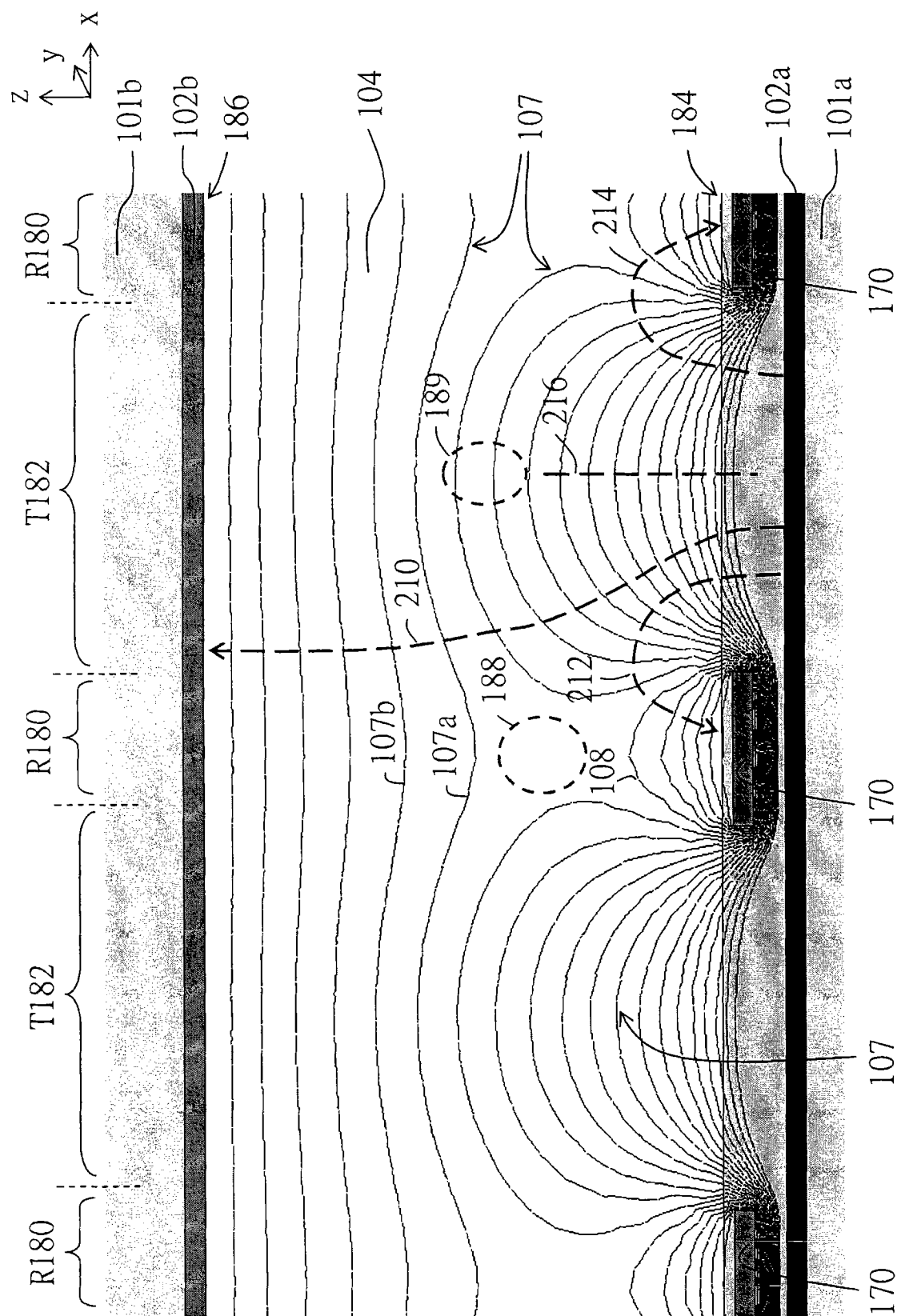


图 3B

200

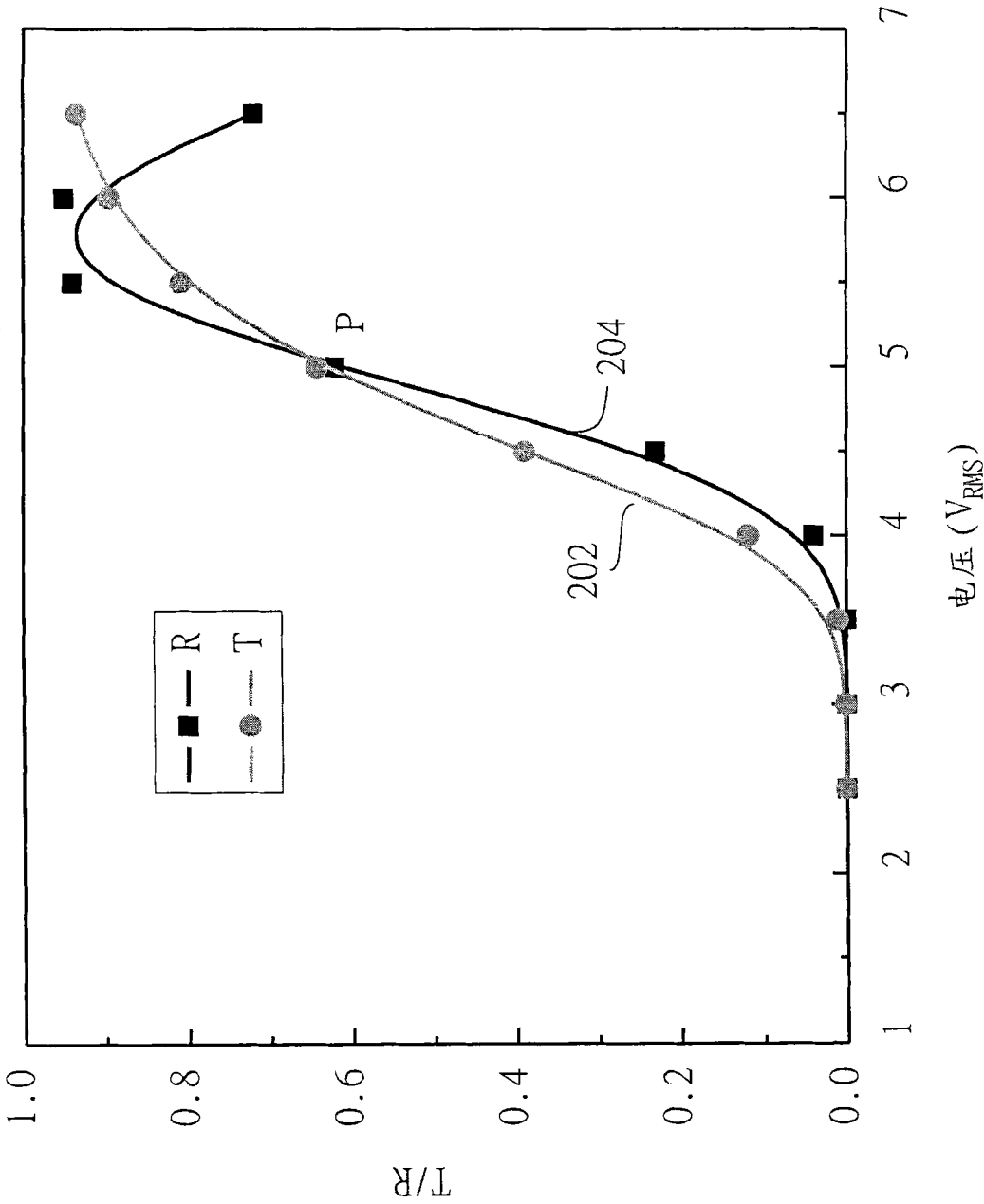


图 4A

210

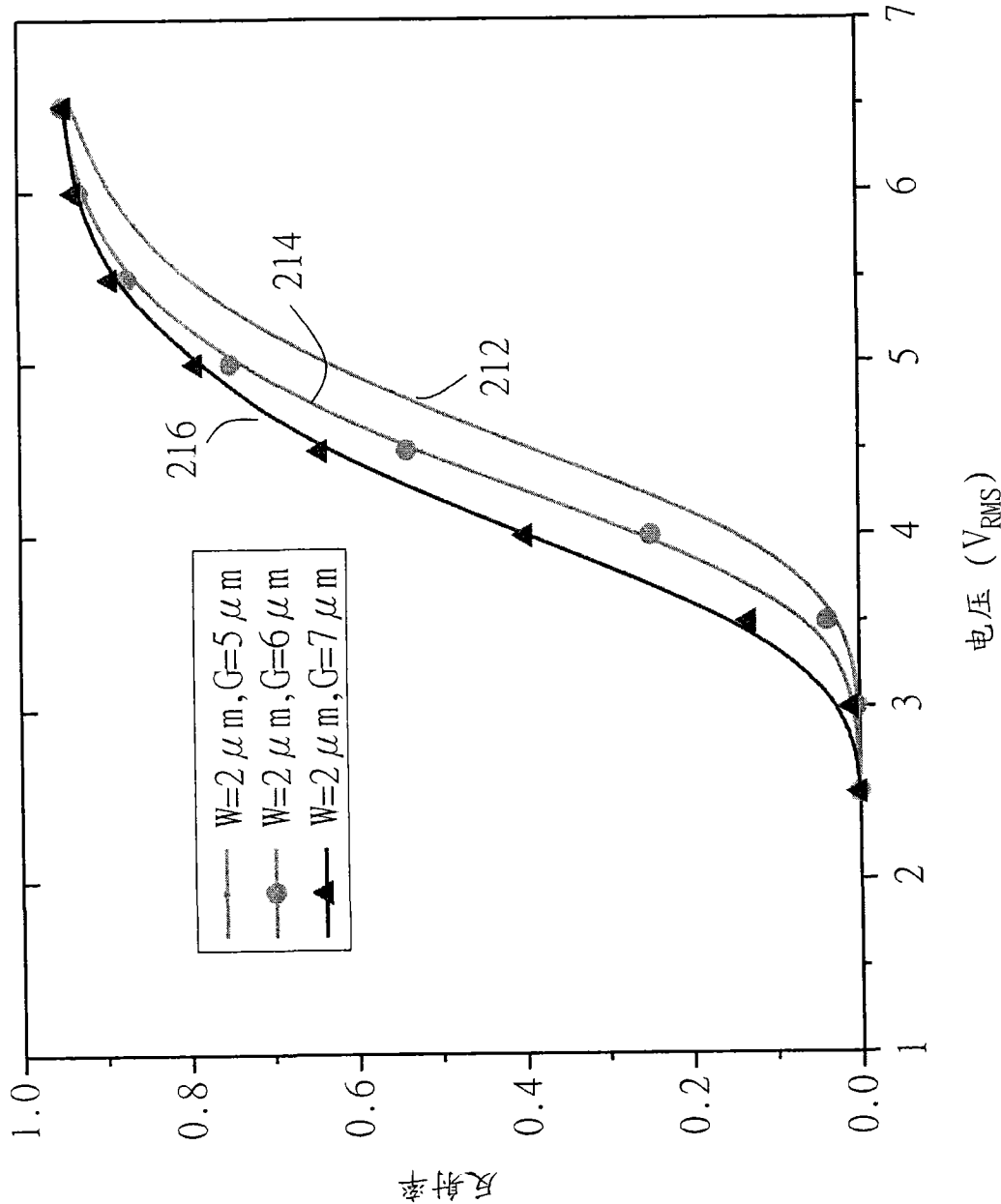


图 4B

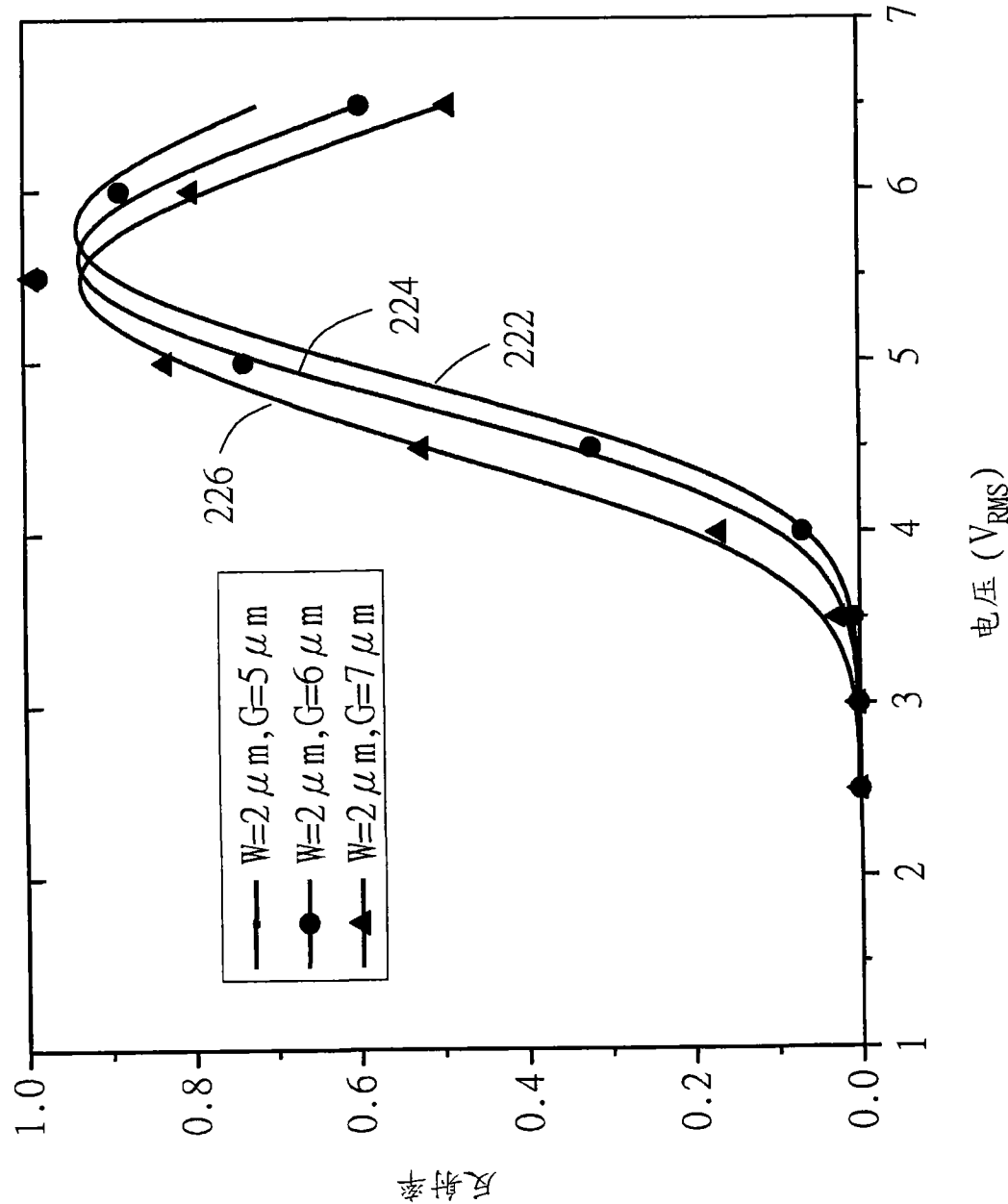


图 4C

236

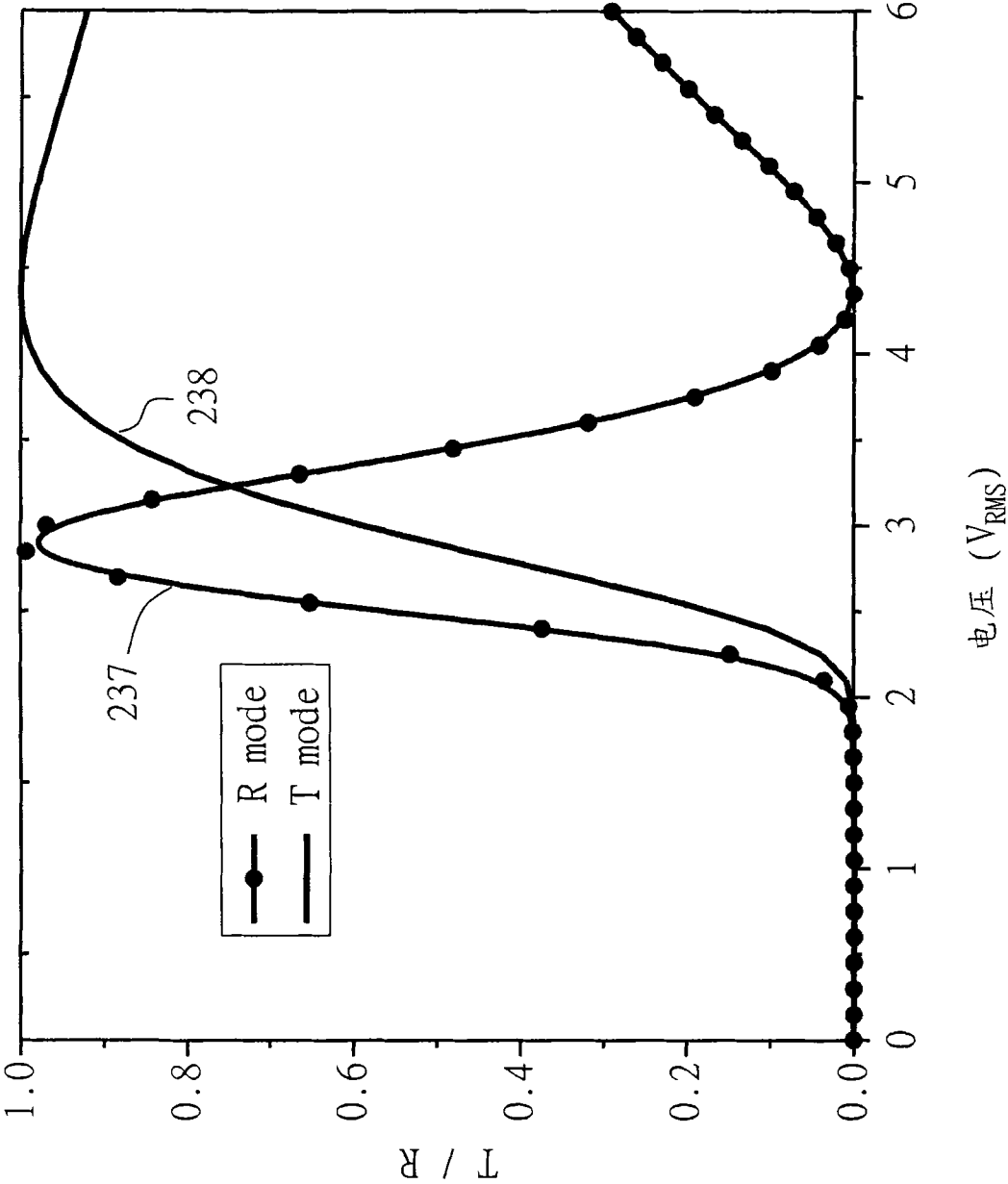


图 4D

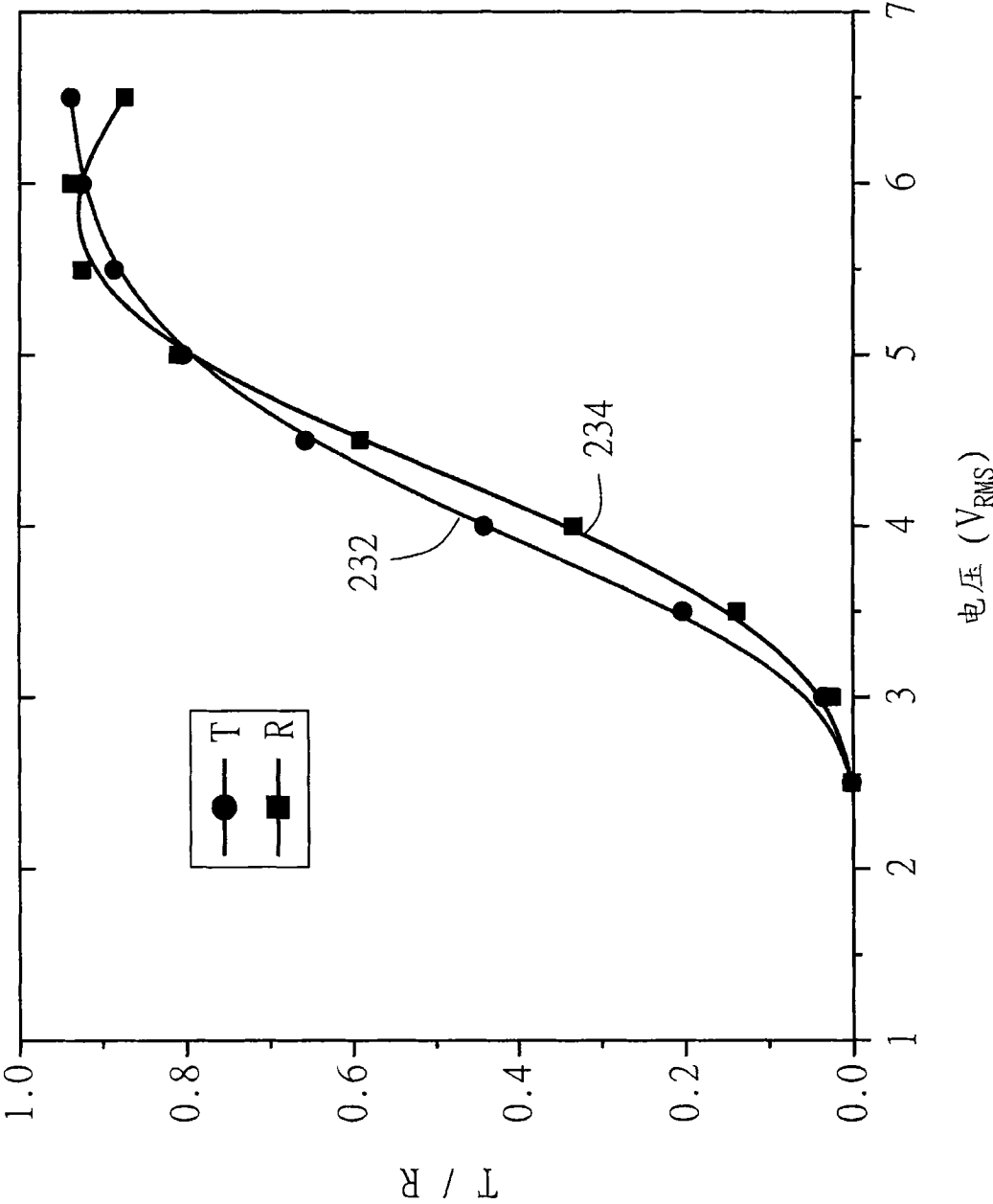


图 5A

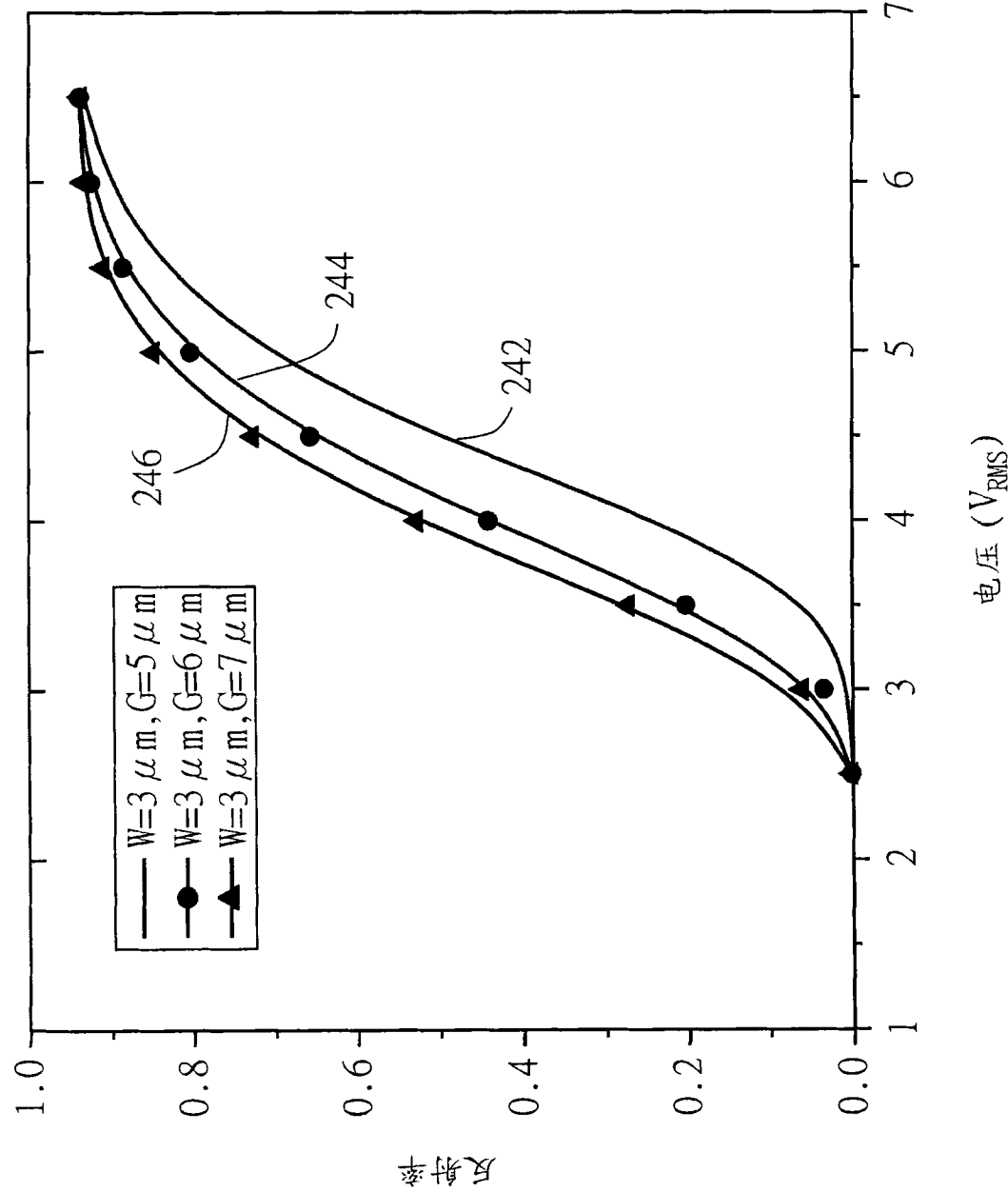


图 5B

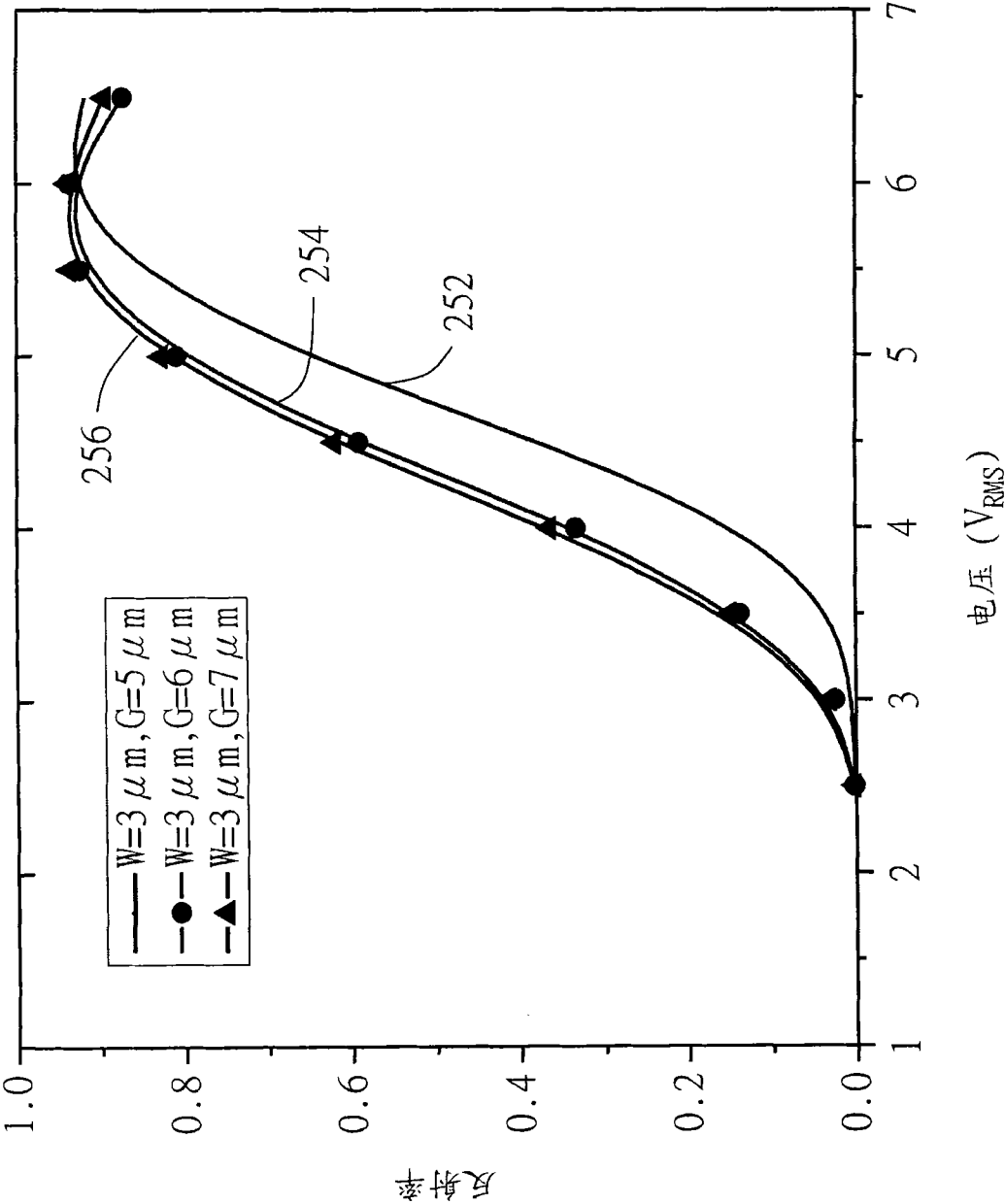


图 5C

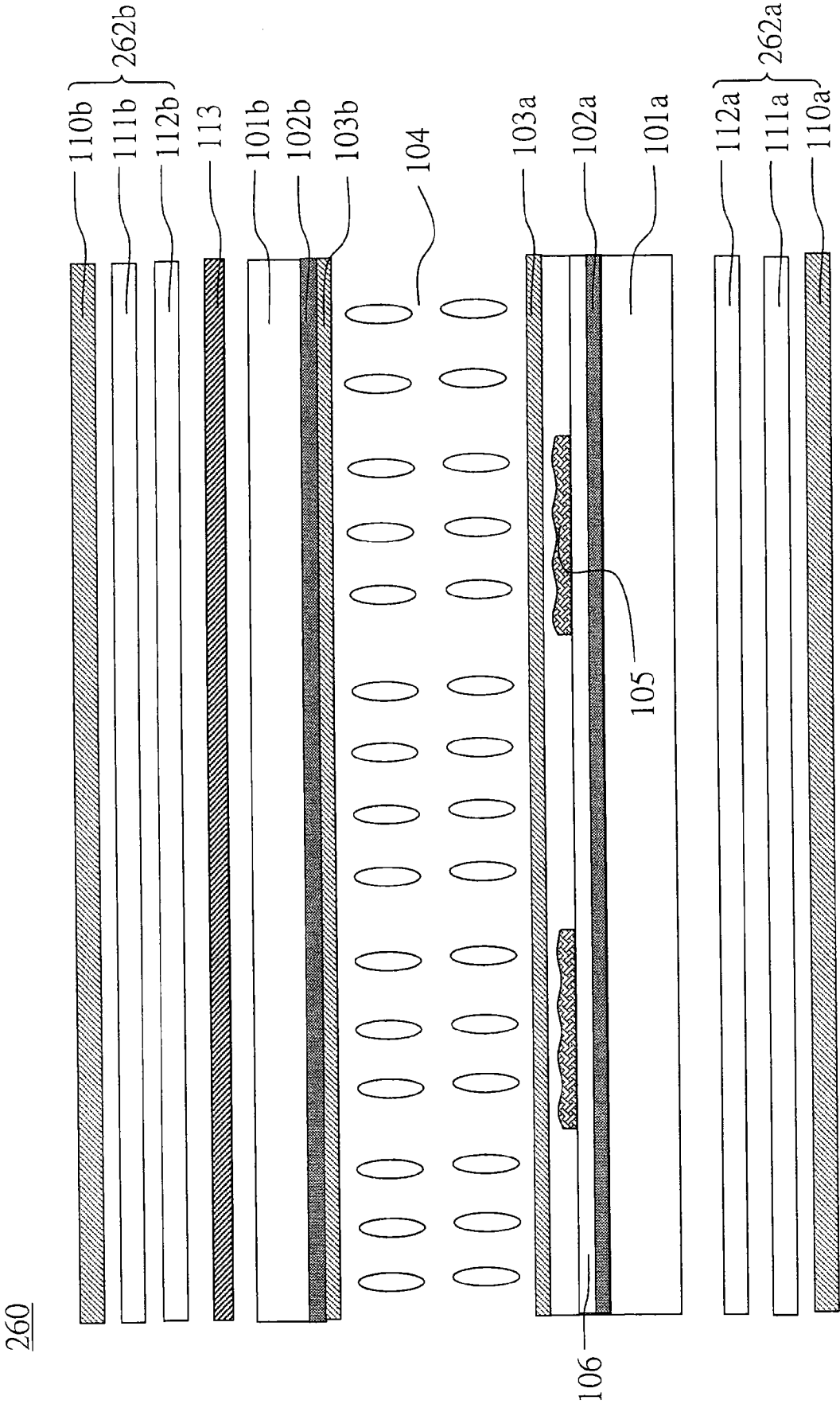


图 6A

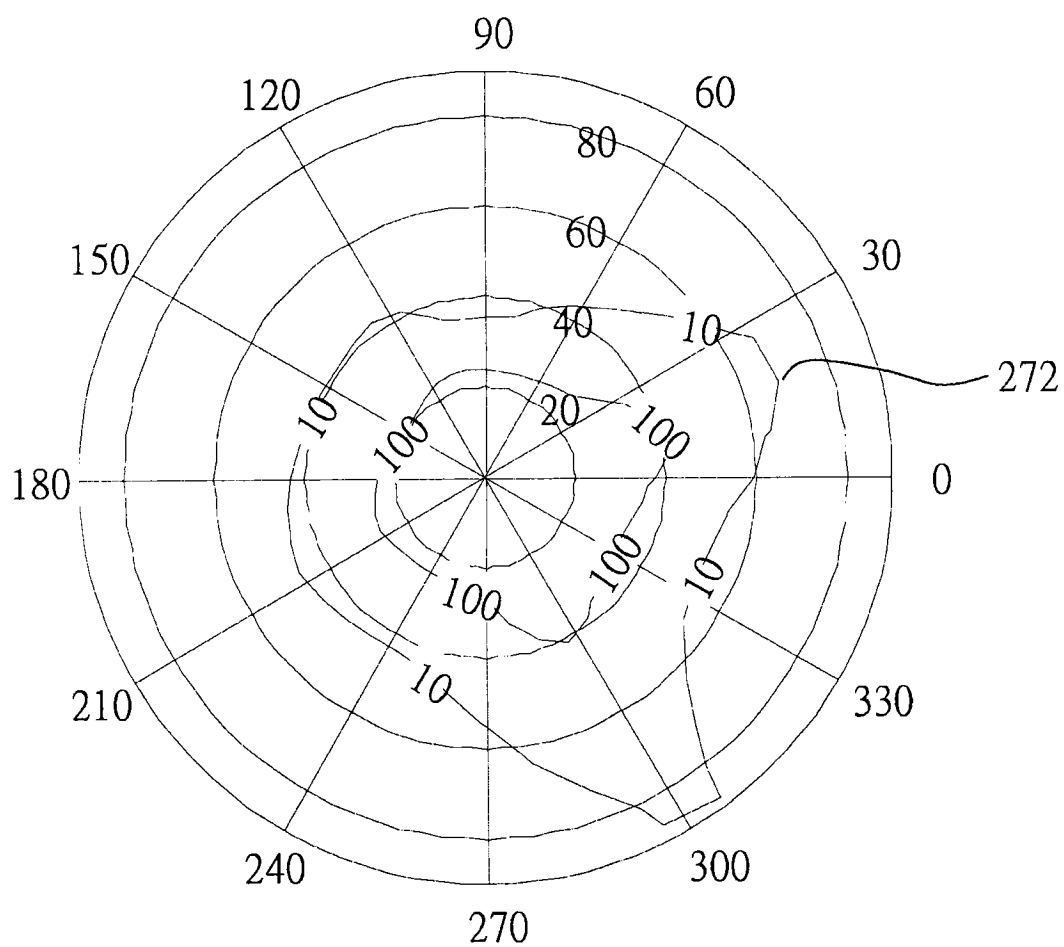
270

图 6B

280

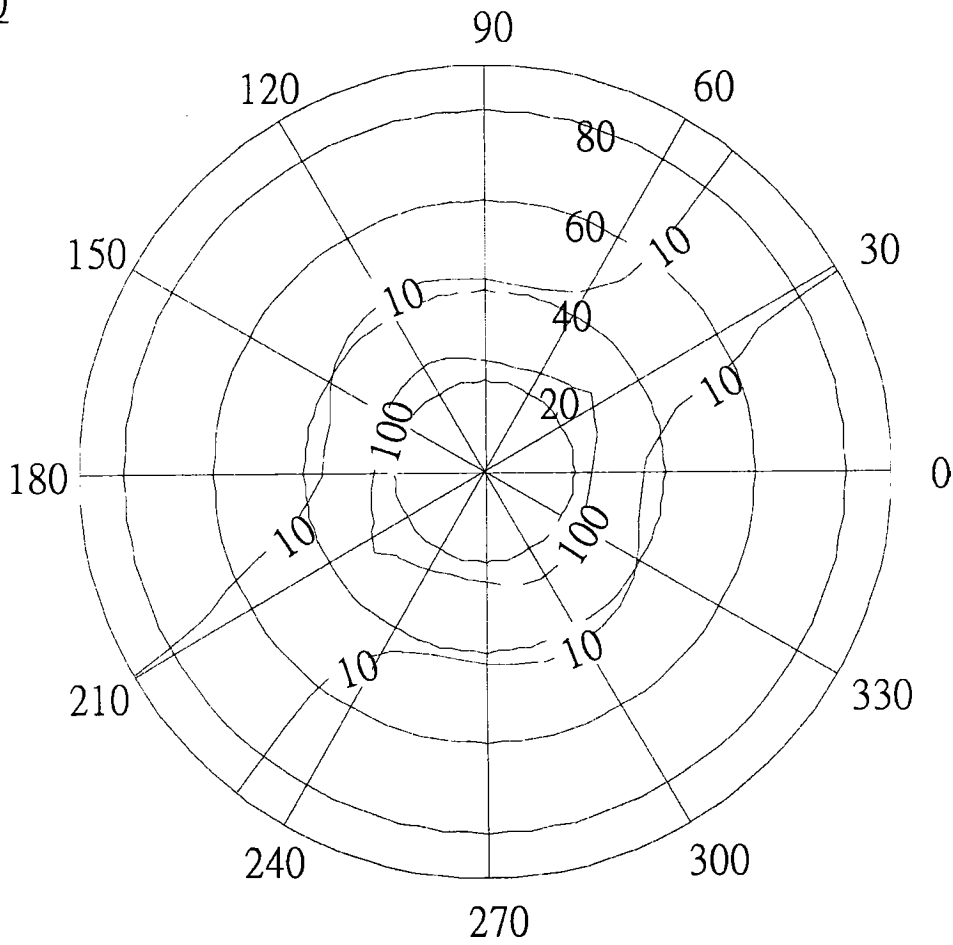


图 6C

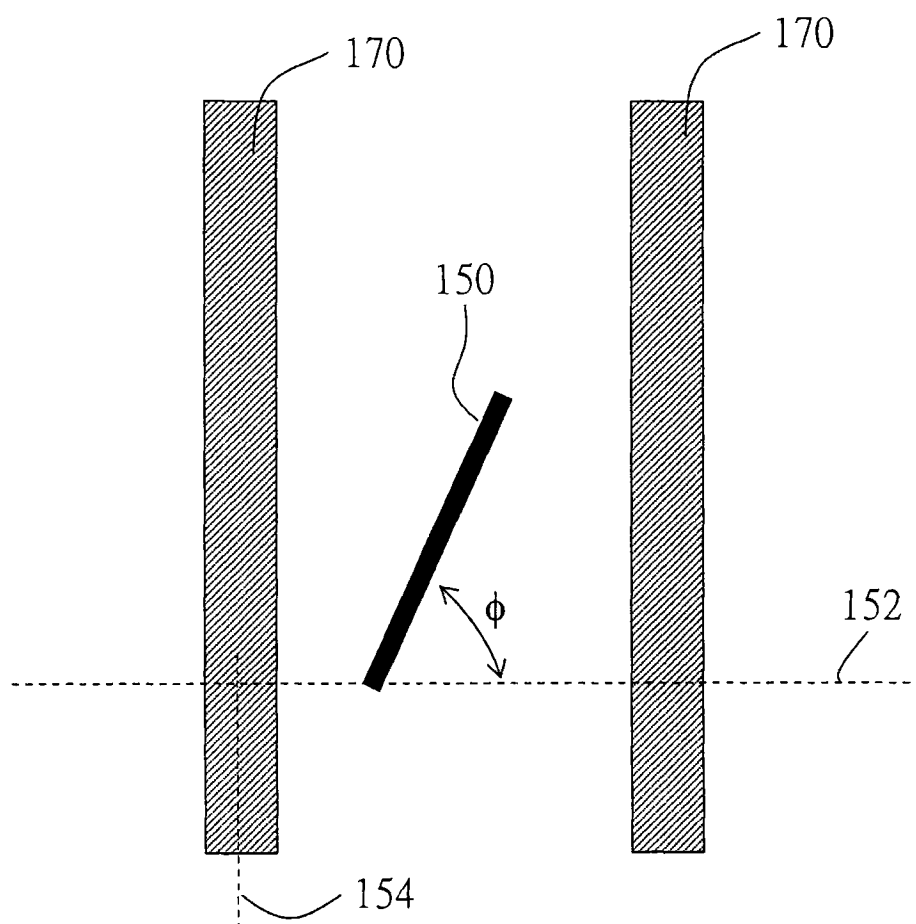


图 7

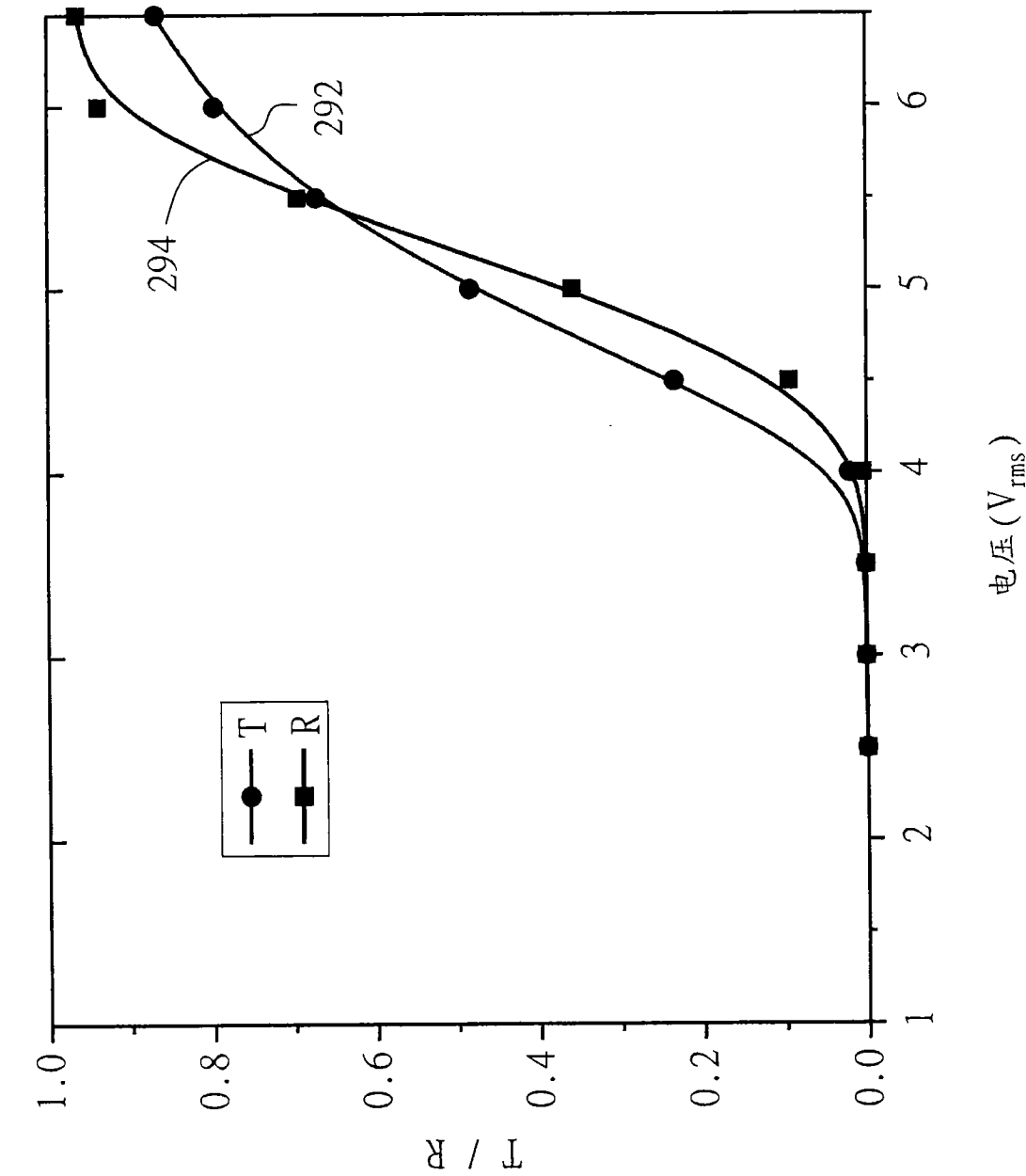


图 8A

290

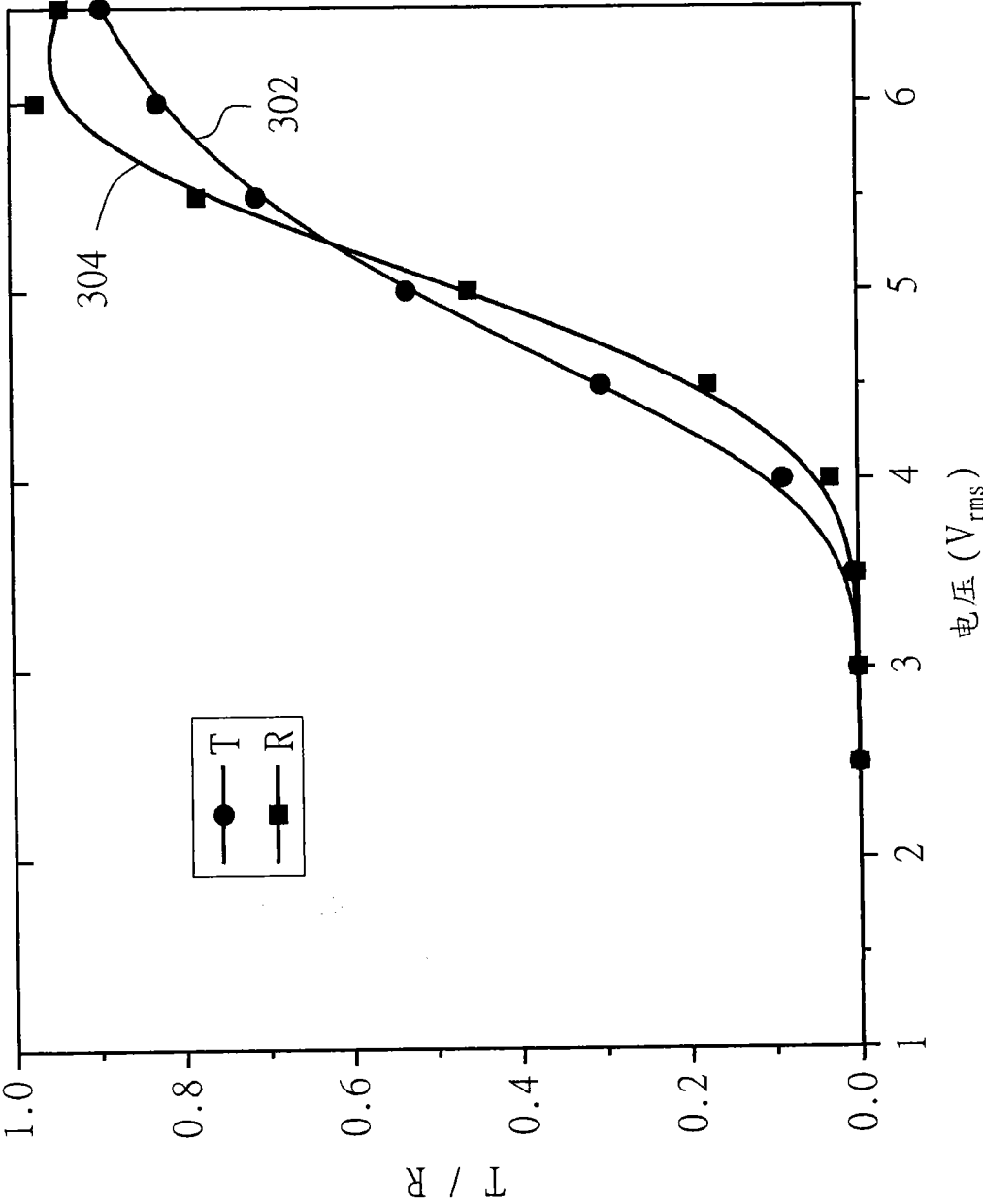


图 8B

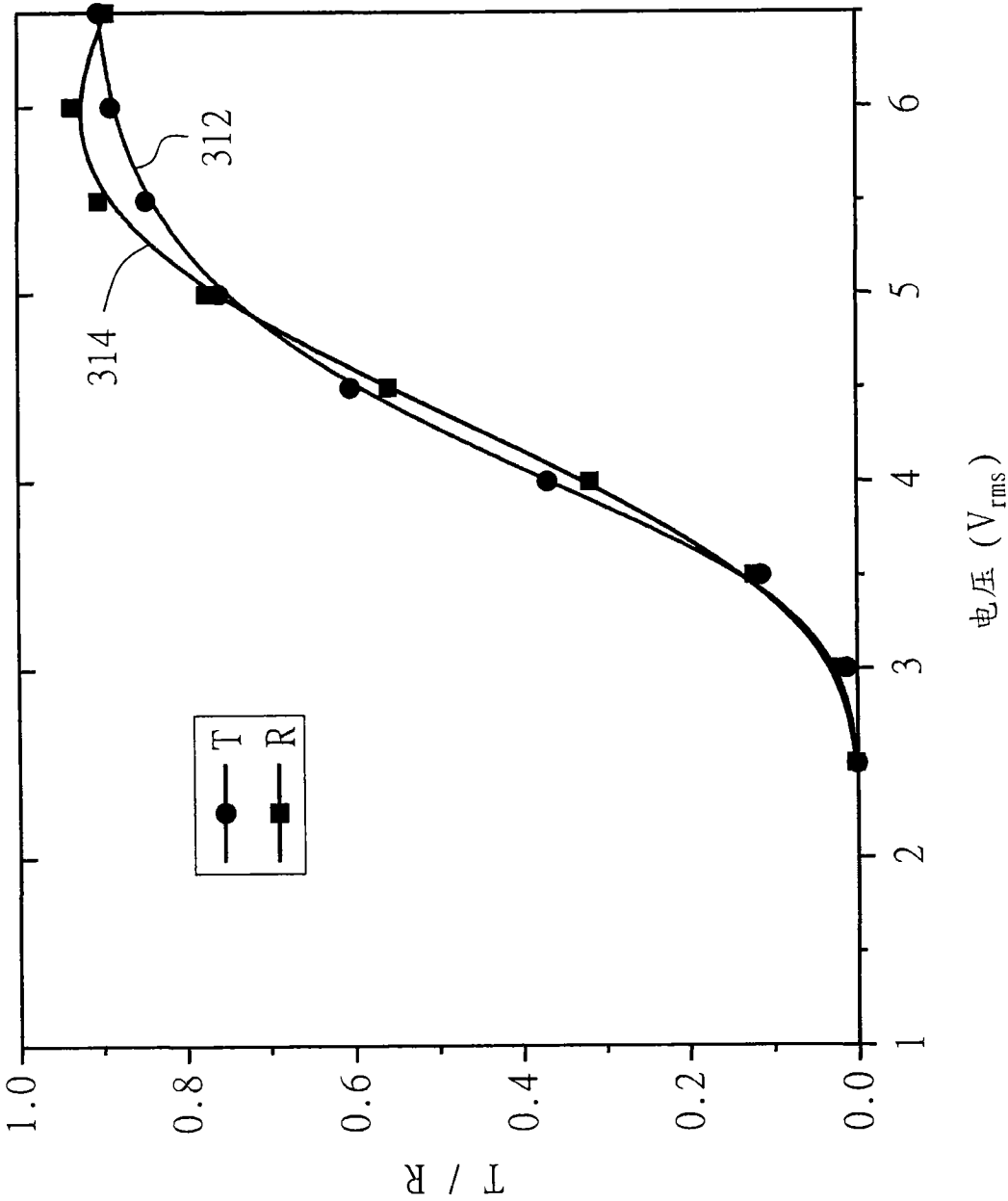
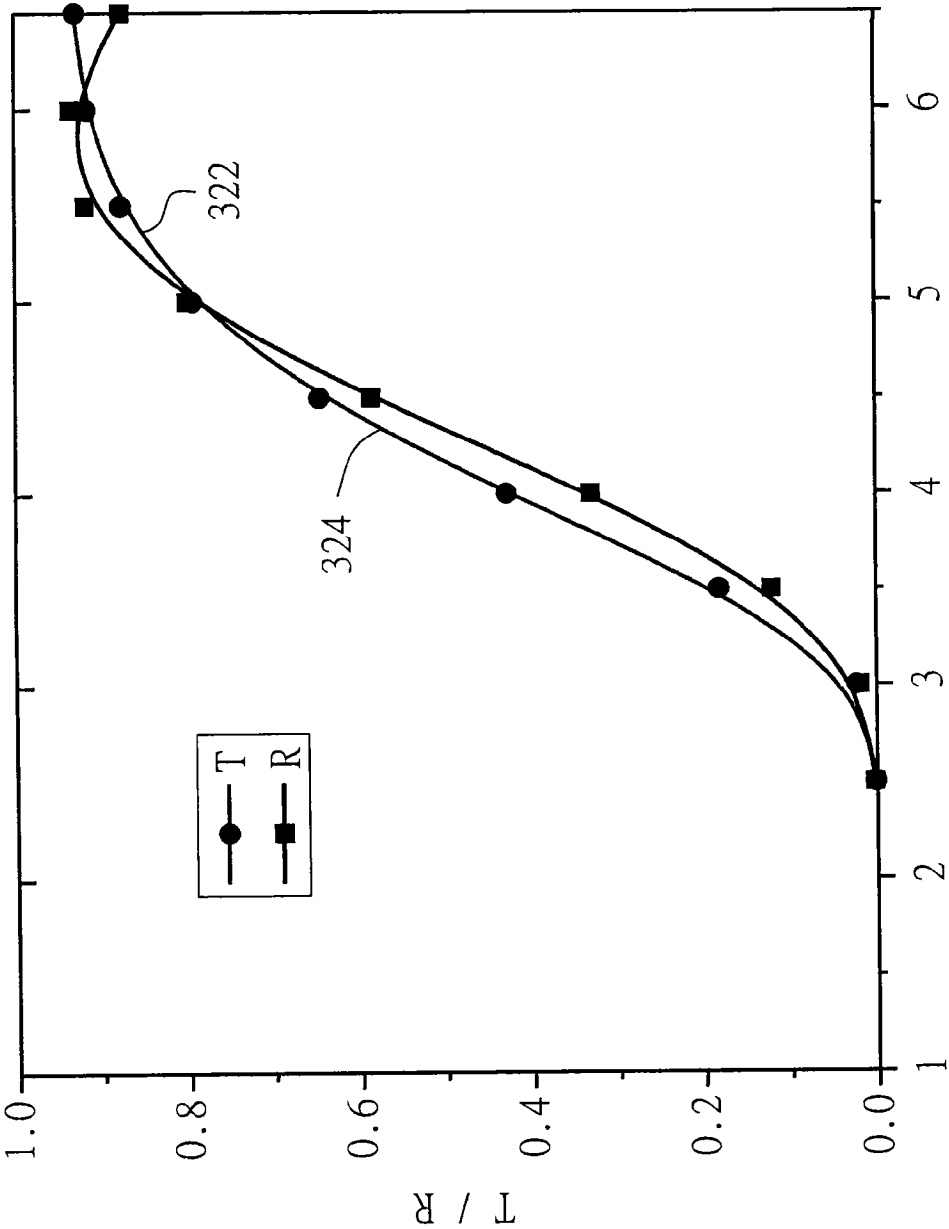


图 9A

320



电压 (V_{rms})

图 9B

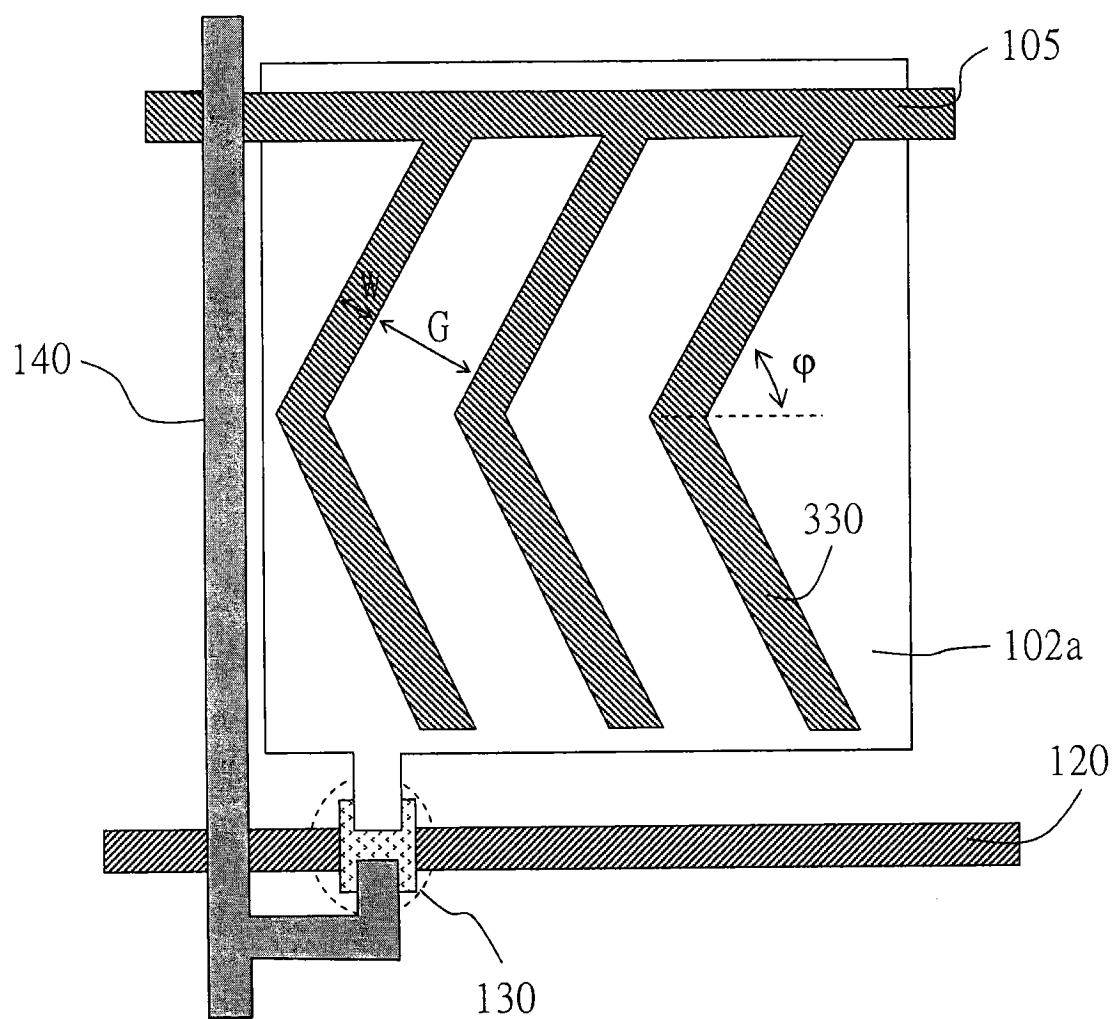


图 10

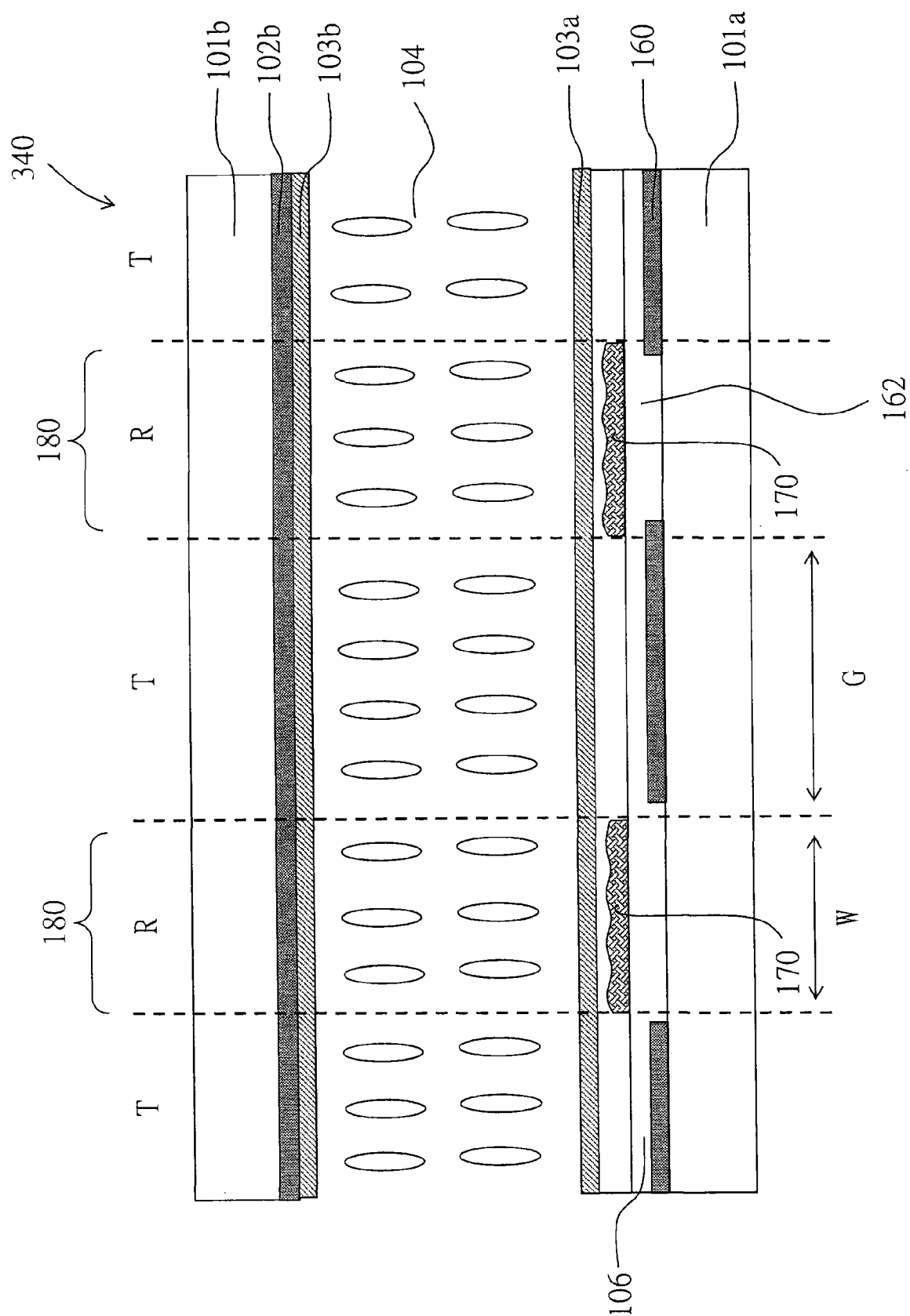


图 11

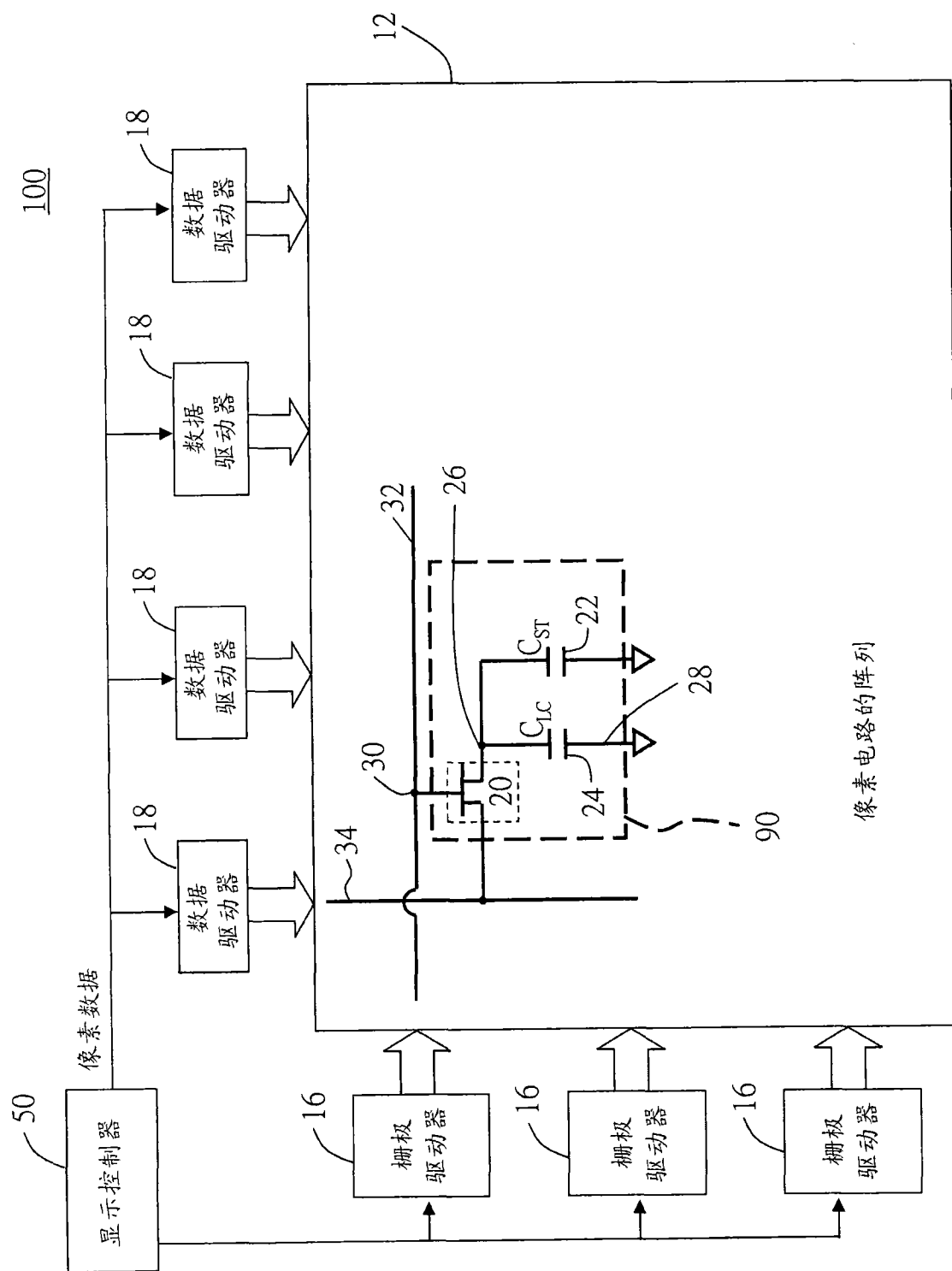


图 12

专利名称(译)	半透射半反射液晶显示器及其操作和制造方法		
公开(公告)号	CN101324719B	公开(公告)日	2011-06-29
申请号	CN200810081977.5	申请日	2008-03-21
[标]申请(专利权)人(译)	群创光电股份有限公司 中佛罗里达大学研究基金会		
申请(专利权)人(译)	奇美电子股份有限公司 中佛罗里达大学研究基金会		
当前申请(专利权)人(译)	奇美电子股份有限公司 中佛罗里达大学研究基金会		
[标]发明人	葛志兵 朱欣宇 吕瑞波 托马斯XZ吴 吴诗聪 李汪洋 韦忠光		
发明人	葛志兵 朱欣宇 吕瑞波 托马斯· X· Z· 吴 吴诗聪 李汪洋 韦忠光		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/133 G02F1/1333		
CPC分类号	G02F1/133553 G02F2203/09 G02F1/1393		
代理人(译)	张波		
审查员(译)	李慧		
优先权	11/689012 2007-03-21 US		
其他公开文献	CN101324719A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种半透射半反射显示器及其操作和制造方法。该显示器包括多个像素。每一像素包括一第一电极、一第二电极、一液晶层及一导电反射层。液晶层连结第一电极及第二电极。导电反射层位于液晶层及第二电极之间，并用以反射环境光。导电反射层与第二电极绝缘并覆盖部分的第二电极，使背光能透射各像素不被导电反射层遮盖的一部分。根据本发明，可使用单一灰阶伽玛曲线驱动显示器运作于透射模式及反射模式。另外，液晶面板具有单一的面板间隙因此制造较为容易。

