

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

G09G 3/36 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810144240.3

[43] 公开日 2009 年 2 月 11 日

[11] 公开号 CN 101363992A

[22] 申请日 2008.7.28

[21] 申请号 200810144240.3

[30] 优先权

[32] 2007. 8. 6 [33] US [31] 11/834,376

[71] 申请人 奇美电子股份有限公司

地址 中国台湾台南县

共同申请人 中佛罗里达大学研究基金会

[72] 发明人 吕瑞波 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

代理人 张 波

权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 36 页

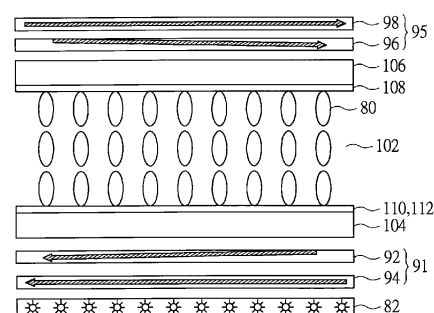
[54] 发明名称

半透射反射显示装置及其操作方法和制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种半透射反射显示装置及其操作方法和制造方法。该半透射反射显示装置，其包括多个像素。这些像素各自包括一反射次像素、一透射次像素及多个电极。这些电极具有多个形貌特征，用以在反射次像素及透射次像素的一液晶层之中形成多显示域。位于反射次像素中的电极的形貌特征不同于位于透射次像素中的电极的形貌特征，以使反射次像素的液晶层具有的一光相位延迟介于透射次像素的液晶层的一光相位延迟的 20% - 80%。反射次像素与透射次像素具有实质上相同的液晶层间隙，且通过相同的像素电压 - 来驱动。

90



1. 一种半透射反射显示装置, 包括:

多个像素, 各自包括:

一反射次像素, 具有介于一共通电极及一至少部分反射的电极之间的一液晶层, 该共通电极与该至少部分反射的电极之中的至少一个具有多个第一形貌特征, 用以在一电压施予该共通电极及该至少部分反射的电极时于该反射次像素的该液晶层之中形成多显示域; 以及

一透射次像素, 具有介于一共通电极及一透明的电极之间的一液晶层, 该共通电极与该透明的电极之中的至少一个具有多个第二形貌特征, 用以在该电压施予该共通电极及该透明的电极时于该透射次像素的该液晶层之中形成多显示域;

其中, 该些第一形貌特征与该些第二形貌特征影响着该反射次像素与该透射次像素中的电场分布, 以使该反射次像素的该液晶层具有的一光相位延迟介于该透射次像素的该液晶层的一光相位延迟的 20%-80%。

2. 如权利要求 1 所述的显示装置, 其中该些第一形貌特征与该些第二形貌特征各自包括多个开口及多个凸起之中的至少一个。

3. 如权利要求 1 所述的显示装置, 其中该些第一形貌特征及该些第二形貌特征包括多个开口, 位于该反射次像素中的该些开口具有的一面积为该反射次像素的一面积的一第一百分比, 位于该透射次像素中的该些开口具有的一面积为该反射次像素的一面积的一第二百分比, 该第一百分比大于该第二百分比。

4. 如权利要求 1 所述的显示装置, 其中该至少部分反射的电极包括一半透射反射电极, 该半透射反射电极具有大于 30% 的一反射比、以及大于 30% 的一透射比。

5. 如权利要求 4 所述的显示装置, 其中该半透射反射电极包括一金属栅, 该金属栅具有多个周期性间隔分离的金属柱。

6. 如权利要求 1 所述的显示装置, 还包括一环形偏光片。

7. 如权利要求 1 所述的显示装置, 还包括:

一第一环形偏光片, 介于该液晶层与一背光模块之间;

一第二环形偏光片, 该液晶层介于该第一环形偏光片与该第二环形偏光

片之间;

一第一 a-plate 补偿膜, 介于该第一环形偏光片与该液晶层之间;

一第二 a-plate 补偿膜, 介于该第二环形偏光片与该液晶层之间; 以及

一 c-plate 补偿膜, 介于该第二 a-plate 补偿膜与该液晶层之间。

8. 如权利要求 1 所述的显示装置, 其中该反射次像素的该液晶层具有的一液晶层间隙与该透射次像素的该液晶层的一液晶层间隙相同。

9. 一种显示装置的操作方法, 包括:

以一共通像素电压, 驱动一液晶显示装置的一像素的一反射次像素及一透射次像素, 该反射次像素及该透射次像素各自具有一液晶层, 该反射次像素与该透射次像素具有一相同的液晶层间隙;

产生一第一电场于该反射次像素, 以在该反射次像素的该液晶层之中形成多显示域; 以及

产生一第二电场于该透射次像素, 以在该透射次像素的该液晶层之中形成多显示域, 该第一电场具有的一电场分布不同于该第二电场的一电场分布, 以使该反射次像素的该液晶层具有的一光相位延迟介于该透射次像素的该液晶层的一光相位延迟的 20%-80%。

10. 一种半透射反射显示装置的制造方法, 包括:

形成一透明像素电极于一第一基板;

形成一至少部分反射的材料层于该透明像素电极的一部位上, 以构成一至少部分反射的电极, 其相当于一反射次像素, 而于该透明像素电极未覆盖该至少部分反射的电极的该部位相当于一透射次像素;

形成一共通电极于一第二基板, 该共通电极具有对应至该至少部分反射的电极的一第一部位以及对应至该透明像素电极未覆盖该至少部分反射的电极的该部位的一第二部位;

形成多个第一形貌特征于该共通电极的该第一部位之中, 该第一部位中的该些第一形貌特征具有的一面积为该第一部位的一面积的一第一百分比;

形成多个第二形貌特征于该共通电极的该第二部位之中, 该第二部位中的该些第二形貌特征具有的一面积为该第二部位的一面积的一第二百分比, 该第一百分比至少比该第二百分比大 5%; 以及

提供介于该第一基板与该第二基板之间的一液晶层。

半透射反射显示装置及其操作方法和制造方法

技术领域

本发明涉及一种液晶显示装置，且特别涉及一种半透射反射式(transflective)的液晶显示装置。

背景技术

半透射反射式液晶显示装置可以操作于透射模式及/或反射模式。在某些例子中，半透射反射式液晶显示装置的各个像素可以划分成透射部(透射次像素)与反射部(反射次像素)。当操作于透射模式时，背光模块产生的光线通过透射次像素来调节。当操作于反射模式时，反射的环境光线通过反射次像素来调节。在某些例子中，透射次像素与反射次像素是共用共同的液晶层而具有相同的液晶层间隙(cell gap)。在某些例子中，反射次像素具有一液晶层间隙，其与透射次像素的液晶层间隙不同。

发明内容

根据本发明的一方面，提出一种半透射反射液晶显示装置，此显示装置包括多个显示像素。显示像素各自包括一反射次像素、一透射次像素及多个电极。这些电极具有多个形貌特征(features)用以在反射次像素及透射次像素的一液晶层之中形成多显示域(multiple domains)。位于反射次像素中的电极的形貌特征不同于位于透射次像素中的电极的形貌特征，以使反射次像素的液晶层具有一光相位延迟(optical phase retardation)，其介于透射次像素的液晶层的一光相位延迟的20%-80%。反射次像素与透射次像素具有一相同的液晶层间隙(cell gap)且由一相同的像素电压-来驱动。

此显示装置的实施方式包括下列一个或多个特征。该些电极的该些形貌特征包括多个开口及多个凸起之中的至少一个。该些电极的该些形貌特征包括多个细长的狭缝。该些电极的该些形貌特征包括一个或多个形成于反射次像素的一共通电极上的开口及一个或多个形成于透射次像素的一共通电极上的开口。该些电极的该些形貌特征包括一个或多个形成于反射次像素的一

反射电极上的开口及一个或多个形成于透射次像素的一像素电极上的开口。该些电极的该些形貌特征包括一个或多个位于反射次像素的至少一电极中的开口及一个或多个位于透射次像素的至少一电极中的开口，位于反射次像素中的开口具有一面积为反射次像素的一面积的一第一百分比，位于透射次像素中的开口具有一面积为反射次像素的一面积的一第二百分比，该第一百分比大于该第二百分比。

该些电极的该些形貌特征包括多个具有三角形截面的凸起。该些电极的该些形貌特征包括一个或多个位于反射次像素的至少一电极中的凸起及一个或多个位于透射次像素的至少一电极中的凸起，位于反射次像素中的凸起具有一底面积为反射次像素的一面积的一第一百分比，位于透射次像素中的凸起具有一底面积为反射次像素的一面积的一第二百分比，该第一百分比大于该第二百分比。

反射次像素的液晶层具有一光相位延迟，其介于透射次像素的液晶层的一光相位延迟的40%-60%。在一些实例中，环境光线通过反射次像素的液晶层两次，背光光线通过透射次像素的液晶层一次，使得给予环境光线的光相位延迟为给予背光光线的光相位延迟的80%-120%。在一些实例中，环境光线通过反射次像素的液晶层两次，背光光线通过透射次像素的液晶层一次，使得给予环境光线的光相位延迟为给予背光光线的光相位延迟的40%-160%。相较于像素使用的电极不具上述形貌特征的情况下，本发明实施例的电极的形貌特征会增加像素的电压-透射(voltage-transmission, V-T)特性与电压-反射(voltage-reflective, V-R)特性之间的相似度。

根据本发明的另一方面，提出一种半透射反射液晶显示装置，此显示装置包括多个像素。像素各自包括一反射次像素及一透射次像素，反射次像素具有介于一共通电极及一至少部分反射的电极之间的一液晶层，透射次像素具有介于一共通电极及一透明的电极之间的一液晶层。在反射次像素中，共通电极与至少部分反射的电极之中的至少一个具有一个或多个开口，用以在一电压施予共通电极及至少部分反射的电极时于反射次像素的液晶层之中形成多显示域。在透射次像素中，共通电极与透明的电极之中的至少一个具有一个或多个开口，用以在电压施予共通电极及透明的电极时于透射次像素的液晶层之中形成多显示域。该些开口影响着反射次像素与透射次像素中的电场分布，以使反射次像素的液晶层具有一光相位延迟，其介于透射次像素

的液晶层的一光相位延迟的 20%-80%。

此显示装置的实施方式包括下列一个或多个特征。位于反射次像素中的开口具有一面积为反射次像素的一面积的一第一百分比，位于透射次像素中的开口具有一面积为反射次像素的一面积的一第二百分比，该第一百分比大于该第二百分比。该第一百分比介于 10%-80%。该第二百分比介于 5%-50%。在一些实例中，该第二百分比为该第一百分比的 30%-70%。相较于一像素不具有上述开口的情况下，本发明实施例的开口会增加像素的电压-透射(V-T)特性与电压-反射(V-R)特性之间的相似度。其中至少一开口包括一细长的狭缝，该细长的狭缝具有一宽部，该宽部的一宽度比狭缝其他部位宽。每一开口会在像素中形成一区域，且该区域在像素中具有的一电场比其相邻区域弱。

反射次像素包括至少两个开口，用以在电压施予共通电极及至少部分反射的电极时于反射次像素的液晶层之中形成至少三显示域。透射次像素包括至少两个开口，用以在电压施予共通电极及透明的电极时于透射次像素的液晶层之中形成至少三显示域。在一些实例中，反射次像素的共通电极及至少部分反射的电极各自具有至少一个开口。在一些实例中，透射次像素的共通电极及透明的电极各自具有至少一个开口。反射次像素的共通电极与透射次像素的共通电极电性连接。反射次像素的至少部分反射的电极与透射次像素的透明的电极电性连接。在一些实例中，至少部分反射的电极包括一半透射反射电极，其具有大于 30%的一反射比(reflectance)、以及大于 30%的一透射比(transmittance)。此半透射反射电极包括一金属栅，该金属栅具有多个周期性间隔分离的金属柱。在一些实例中，至少部分反射的电极具有一反射率(reflectivity)大于 70%。

此显示装置包括一偏光镜，例如为环形偏光片(circular polarizer)。此显示装置包括一补偿膜，该补偿膜例如包括一 a-plate 补偿膜及一 c-plate 补偿膜之中的至少一个。在一些实例中，该补偿膜包括一负单光轴双折射膜(negative uniaxial birefringence film)。在一些实例中，该补偿膜包括一双光轴膜。显示装置包括一第一环形偏光片、一第二环形偏光片、一第一 a-plate 补偿膜、一第二 a-plate 补偿膜及一 c-plate 补偿膜。第一环形偏光片介于液晶层与一背光模块之间。液晶层介于第一环形偏光片与第二环形偏光片之间。第一 a-plate 补偿膜介于第一环形偏光片与液晶层之间。第二 a-plate 补

偿膜介于第二环形偏光片与液晶层之间。c-plate 补偿膜介于第二 a-plate 补偿膜与液晶层之间。在没有电场施加于液晶层时，像素为一暗状态。液晶层包括一液晶材料，其具有一负介电各向异性(negative dielectric anisotropy)。液晶层包括多个手性掺杂物(chiral dopants)。反射次像素的液晶层具有的一液晶层间隙与透射次像素的液晶层的一液晶层间隙相同。

根据本发明的另一方面，提出一种半透射反射液晶显示装置，此显示装置包括多个像素。像素各自包括一反射次像素及一透射次像素，反射次像素具有介于一共通电极及一至少部分反射的电极之间的一液晶层，透射次像素具有介于一共通电极及一透明的电极之间的一液晶层。在反射次像素中，共通电极与至少部分反射的电极之中的至少一个具有一个或多个凸起，用以在一电压施予共通电极及至少部分反射的电极时于反射次像素的液晶层之中形成多显示域。在透射次像素中，共通电极与透明的电极之中的至少一个具有一个或多个凸起，用以在电压施予共通电极及透明的电极时于透射次像素的液晶层之中形成多显示域。该些凸起影响着反射次像素与透射次像素中的电场分布，以使反射次像素的液晶层具有一光相位延迟，其介于透射次像素的液晶层的一光相位延迟的 20%-80%。

此显示装置的实施方式包括下列一个或多个特征。相较于一像素不具有上述的凸起的情况下，本发明实施例的凸起会增加该像素的电压-透射(V-T)特性与电压-反射(V-R)特性之间的相似度。反射次像素的共通电极与透射次像素的共通电极电性连接。反射次像素的至少部分反射的电极与透射次像素的透明的电极电性连接。在一些实例中，至少部分反射的电极包括一半透射反射电极，半透射反射电极具有大于 30%的一反射比、以及大于 30%的一透射比。半透射反射电极包括一金属栅，金属栅具有多个周期性间隔分离的金属柱。在一些实例中，至少部分反射的电极具有大于 70%的一反射率。此显示装置包括一偏光镜，例如为环形偏光片。此显示装置包括一补偿膜。在一些实例中，该补偿膜包括一 a-plate 补偿膜及一 c-plate 补偿膜之中的至少一个。在一些实例中，该补偿膜包括一 a-plate 补偿膜及一 c-plate 补偿膜。在没有电场施加于液晶层时，像素为一暗状态。

根据本发明的另一方面，提出一种半透射反射液晶显示装置，此显示装置包括多个显示像素。显示像素各自包括多个反射次像素与多个透射次像素，具有实质上相同的液晶层间隙，并具有多个各自不同的驱动特征，其给

予该些次像素相配的电压-透射(V-T)特性与电压-反射(V-R)特性,而使一单一的灰阶伽玛(Gamma)曲线能同时于一透射模式及一反射模式下用来驱动像素。该些不同的驱动特征包括多个不同的开口率及多个不同的凸起率之中的至少一个。

根据本发明的另一方面,提出一种半透射反射液晶显示装置,此显示装置包括多个显示像素。显示像素各自包括两个次像素及多个电极。这些电极具有多个形貌特征用以在该两个次像素各自的一液晶层之中形成多显示域。该两个次像素的其中一个的形貌特征不同于该两个次像素的其中另一个的形貌特征,以使该两个次像素的其中该一个的液晶层具有一光相位延迟,其介于该两个次像素的其中该另一个的液晶层的一光相位延迟的 20%-80%。

此显示装置的实施方式包括下列特征。同一像素的该两个次像素通过一相同的像素电压-来驱动。

根据本发明的另一方面,提出一种半透射反射液晶显示装置,此显示装置包括多个显示像素。显示像素各自包括一反射次像素、一透射次像素及多个电极。这些电极具有多个形貌特征用以在反射次像素及透射次像素的一液晶层之中形成多显示域。反射次像素的电极的形貌特征不同于透射次像素的电极的形貌特征,以在反射次像素及透射次像素之中形成多个纵向电场及多个边缘电场,并使得反射次像素具有的一边缘电场区域百分比大于透射次像素的一边缘电场区域百分比。

此显示装置的实施方式包括下列特征。该些电极的该些形貌特征包括多个开口及多个凸起之中的至少一个。

根据本发明的另一方面,提出一种操作显示装置的方法,此方法包括:以一共通像素电压,驱动一液晶显示装置的一像素的一反射次像素及一透射次像素。反射次像素及透射次像素各自具有一液晶层,反射次像素与透射次像素具有一相同的液晶层间隙。产生一第一电场于反射次像素,以在反射次像素的液晶层之中形成多显示域。产生一第二电场于透射次像素,以在透射次像素的液晶层之中形成多显示域。第一电场具有一电场分布,其不同于该第二电场的一电场分布,以使反射次像素的液晶层具有一光相位延迟,其介于透射次像素的液晶层的一光相位延迟的 20%-80%。

此方法的实施方式包括下列一个或多个特征。产生第一及第二电场的步骤包括:以使该第二电场具有比该第一电场大的纵向电场部百分比及比该第

一电场小的边缘电场部百分比的方式，产生该第二电场。产生第一及第二电场的步骤包括：以使反射次像素中的液晶层具有的一有效光相位延迟介于透射次像素中的液晶层的一有效光相位延迟的 40%-60%的方式，产生该第一及该第二电场。在一些实例中，此方法包括：利用反射次像素中的一个或多个电极的多个开口与透射次像素中的一个或多个电极的多个开口之间的差异，造成该第一及该第二电场之间的差异。在一些实例中，此方法包括：利用反射次像素中的一个或多个电极的多个凸起与透射次像素中的一个或多个电极的多个凸起之间的差异，造成该第一及该第二电场之间的差异。

根据本发明的另一方面，提出一种操作显示装置的方法，此方法包括：产生一第一电场于一显示装置的一像素的一反射次像素的一液晶层，第一电场具有一纵向电场部及一边缘电场部。根据第一电场的纵向电场部及边缘电场部，形成多显示域于反射次像素的液晶层之中，以使反射次像素的液晶层具有一第一光相位延迟。产生一第二电场于像素的一透射次像素的一液晶层，第二电场具有一纵向电场部及一边缘电场部。根据第二电场的纵向电场部及边缘电场部，形成多显示域于透射次像素的液晶层之中，以使透射次像素的液晶层具有一第二光相位延迟，并使得该第一光相位延迟介于该第二光相位延迟的 20%-80%。

此方法的实施方式包括下列一个或多个特征。产生第一电场的步骤包括：施加一像素电压至反射次像素的一共通电极及一至少部分反射的电极。在一些实例中，共通电极与至少部分反射的电极之中的至少一个具有一个或多个开口。在一些实例中，共通电极与至少部分反射的电极之中的至少一个具有一个或多个凸起。产生第二电场的步骤包括：施加一像素电压至透射次像素的一共通电极及一透明的电极。共通电极与透明的电极之中的至少一个具有一个或多个开口，或具有一个或多个凸起。

此方法包括：在环境光线通过反射次像素的液晶层两次时，利用反射次像素调节环境光线，来给予环境光线一 $\lambda/2$ 的相位延迟。此方法包括：在背光光线通过透射次像素的液晶层一次时，利用透射次像素调节背光光线，来给予背光光线一 $\lambda/2$ 的相位延迟。此方法包括：在相较于一像素不具有上述多显示域的情况下，增加像素的电压-透射(V-T)特性与电压-反射(V-R)特性之间的相似度。此方法包括：连接共通电极于一接地参考电压。此方法包括：连接透明的电极与至少部分反射的电极两者于一像素电压。此方法包括：产

生偏极光(polarized light), 并令偏极光通过反射次像素与透射次像素之中的至少一个。此方法包括: 利用补偿液晶层的双折射的变化程度, 使多个光线具有多个不同的入射角, 来增加显示装置的一可视角度。此方法包括: 令背光光线依序通过一第一环形偏光片、一第一 a-plate 补偿膜、透射次像素的液晶层、一 c-plate 补偿膜、一第二 a-plate 补偿膜及一第二环形偏光片。此方法包括: 当没有电场施加于液晶层时于像素中形成一暗状态。

根据本发明的另一方面, 提出一种制造显示装置的方法, 此方法包括: 形成一透明像素电极于一第一基板、以及形成一至少部分反射的材料层于透明像素电极的一部位上, 以构成一至少部分反射的电极, 其相当于一反射次像素。而于透明像素电极未覆盖至少部分反射的电极的部位相当于一透射次像素。形成一共通电极于一第二基板, 共通电极具有一第一部位对应至至少部分反射的电极、以及一第二部位对应至透明像素电极未覆盖至少部分反射的电极的部位。形成一个或多个开口于共通电极的第一部位之中, 第一部位中的开口具有的一面积为第一部位的一面积的一第一百分比。形成一个或多个开口于共通电极的第二部位之中, 第二部位中的第二开口具有的一面积为第二部位的一面积的一第二百分比, 该第一百分比至少比该第二百分比大 5%。提供一液晶层介于第一基板与第二基板之间。

此方法的实施方式包括下列一个或多个特征。该第一百分比介于 10%-80%, 该第二百分比介于 5%-50%。在一些实例中, 该第二百分比为该第一百分比的 30%-70%。

根据本发明的另一方面, 提出一种制造显示装置的方法, 此方法包括: 形成一反射次像素的一反射电极及一共通电极、以及形成一透射次像素的一透明的电极及一共通电极。形成多个各自的形貌特征于反射次像素及透射次像素的该些电极上, 以给予反射次像素及透射次像素相配的电压-透射(V-T)特性与电压-反射(V-R)特性, 而使一单一的灰阶伽玛曲线能同时于一透射模式及一反射模式下用来驱动一像素, 该像素包括反射次像素及透射次像素。

此方法的实施方式包括下列一个或多个特征。在一些实例中, 形成各自的形貌特征的步骤包括: 形成至少一开口于反射次像素的至少一电极中、以及形成至少一开口于透射次像素的至少一电极中。位于反射次像素中的该至少一开口具有的一面积为反射次像素的一面积的一第一百分比, 位于透射次像素中的该至少一开口具有的一面积为反射次像素的一面积的一第二百分

比, 该第一百分比至少比该第二百分比大 5%。在一些实例中, 形成各自的形貌特征的步骤包括: 形成至少一凸起于反射次像素的至少一电极中、以及形成至少一凸起于透射次像素的至少一电极中。位于反射次像素中的该至少一凸起具有的一底面积为反射次像素的一面积的一第一百分比, 位于透射次像素中的该至少一凸起具有的一底面积为反射次像素的一面积的一第二百分比, 该第一百分比至少比该第二百分比大 5%。

根据本发明的另一方面, 提出一种制造显示装置的方法, 此方法包括: 形成一透明像素电极于一第一基板、以及形成一至少部分反射的材料层于透明像素电极的一部位上, 以构成一至少部分反射的电极, 其相当于一反射次像素, 而于透明像素电极未覆盖至少部分反射的电极的部位相当于一透射次像素。形成一共通电极于一第二基板, 共通电极具有一第一部位对应至至少部分反射的电极、以及一第二部位对应至透明像素电极未覆盖至少部分反射的电极的部位。形成一个或多个凸起于共通电极的第一部位之中, 第一部位中的凸起具有的一底面积为第一部位的一面积的一第一百分比。形成一个或多个凸起于共通电极的第二部位之中, 第二部位中的凸起具有的一底面积为第二部位的一面积的一第二百分比, 该第一百分比至少比该第二百分比大 5%。提供一液晶层介于第一基板与第二基板之间。

此方法的实施方式包括下列一个或多个特征。该第一百分比介于 10%-80%, 该第二百分比介于 5%-50%。在一些实例中, 该第二百分比为该第一百分比的 30%-70%。

本发明提出的半透射反射式液晶显示装置(其简称为半透射反射显示装置)包括有下列一个或多个优点。半透射反射式液晶显示装置可以在各种环境状态下使用, 且具有高光利用效率(light efficiency)、高对比、以及广视角。由于显示装置包括的多个像素所具有的电压-透射(V-T)特性与电压-反射(V-R)特性非常地相配, 故可以同时于透射模式及反射模式下, 利用一单一灰阶伽玛曲线来驱动显示装置。显示装置可以使用单一个薄膜晶体管(thin film transistor, TFT)来同时驱动一个像素中的反射次像素及透射次像素。由于像素具有的多个液晶胞均具有一单一液晶层间隙, 故易于制造。显示装置可以在不使用滚刷配向层的配向工艺(rubbing process)的情况下来制造, 以于制造显示装置时获得一高生产率。半透射反射显示装置适用于携带式电子装置。

为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

图1及图6绘示依照本发明优选实施例的半透射反射式液晶显示装置的剖面图。

图2、图9、图14、图20、图26及图31绘示依照本发明优选实施例的半透射反射像素的剖面图。

图3、图15及图21绘示依照本发明优选实施例的共通电极的俯视图。

图4、图10、图16、图22、图27及图32绘示依照本发明优选实施例的模拟电位线与液晶指向分布图。

图5、图11、图17、图23、图28及图33绘示依照本发明优选实施例的电压-透射(V-T)曲线与电压-反射(V-R)曲线的数据模拟图。

图7、图12、图18、图24、图29及图34绘示依照本发明优选实施例的透射次像素的模拟等对比座标图。

图8、图13、图19、图25、图30及图35绘示依照本发明优选实施例的反射次像素的模拟等对比座标图。

图36绘示依照本发明优选实施例的液晶显示装置的控制电路的示意图。

附图标记说明

12: 像素电路阵列

14: 显示控制电路

16: 栅极驱动电路

18: 数据驱动电路

20: 薄膜晶体管

22、 C_{ST} : 储存电容

24、 C_{LC} : 液晶电容

26、28: 节点

30: 栅极

32: 栅极线

34: 数据线

80: 液晶分子

-
- 82: 背光模块
 - 90、160: 显示装置
 - 91、95: 环形偏光片
 - 92、96: 宽带 1/4 波长膜
 - 94、98: 线性偏光板
 - 100、180、230、280、330、380: 半透射反射像素
 - 102: 液晶层
 - 104: 下基板
 - 106: 上基板
 - 108: 共通电极
 - 110: 像素电极
 - 112: 反射电极
 - 114: 反射次像素
 - 116: 透射次像素
 - 118: 环境光线
 - 120: 背光光线
 - 122、122a、122b、124: 开口/狭缝
 - 123: 开口/狭缝边界
 - 126a、126b、128a、128b: 区域
 - 132、134、136、194、244、294、344、394: 液晶指向
 - 138、192、242、292、342、392: 电位线
 - 142、202、252、302、352、402: V-T 曲线
 - 144、204、254、304、354、404: V-R 曲线
 - 152、154、172、174、212、214、222、226、228、262、264、272、274、
312、314、322、326、362、364、372、376、412、414、422、426: 等对比
线
 - 224、274、324、374、424: 视角中心方向
 - 162、166: a-plate 补偿膜
 - 164: c-plate 补偿膜
 - 182: 半透射反射电极
 - 232: 开口/狭缝侧边

234、234a、234b: 侧面尖端

332: 凸起

334a、334b: 凸起斜面

d: 液晶层间隙

D1、D2: 开口/狭缝/凸起间隙

h: 凸起高度

S1、S2: 开口/狭缝宽度

V_{TH} : 临界电压

w: 凸起底边长度

具体实施方式

请参照图 1, 其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射式液晶显示装置 90 的剖面图。半透射反射式液晶显示装置 90 具有一像素阵列。各像素包括一反射部(其称之为反射次像素)、以及一透射部(其称之为透射次像素)。像素的多个电极在设计上, 用以使反射部具有一比透射部小的有效液晶相位延迟(约为透射部的一半)。经反射部调节的环境光线以及经透射部调节的背光光线会受到实质上相同的相位延迟, 因此在一施加的像素电压下, 反射部与透射部会显现出相同的灰阶度。据此, 可以使显示装置 90 在透射模式与反射模式之间切换时显现出一致的灰阶度(或色彩)。并且, 在像素之中形成多显示域, 可以达成广视角目的。

显示装置 90 包括一液晶层 102 位于一下基板 104 及一上基板 106 之间。下基板 104 具有数个透明像素电极 110 及数个反射电极 112。上基板 106 具有一透明共通电极 108。第一环形偏光片 91 位于下基板 104 的一外侧。第一环形偏光片 91 例如可以由一宽带 1/4 波长膜 92 与一线性偏光板 94 构成。第二环形偏光片 95 位于上基板 106 的一外侧, 第二环形偏光片 91 可以由一宽带 1/4 波长膜 96 与一线性偏光板 98 构成。

在本说明书之中, 外侧指远离液晶层 102 的侧边, 内侧则指接近液晶层 102 的侧边。关于上、下、上面、下面、上方、下方指图示中显示装置的元件间的相对位置。显示装置也可以使用其他定位方向, 以至于在其他情况下, 本说明描述的下层例如会变成在本说明描述的上层的上方。

液晶层 102 包括多个液晶分子 80。液晶分子 80 在没有电压施加于液晶

层 102 时,实质上沿着基板 104、106 的表面的法线方向排列。环形偏光片 91 及 95 例如是呈一十字交错的结构,以在没有电压施加于像素时使像素呈一暗状态。

以下说明半透射反射像素的实例,半透射反射像素各自具有一反射次像素与一透射次像素。在以下各实例的说明中,将配合像素结构的剖面图来进行说明,并辅以模拟像素电压施加于像素时的电场分布、液晶指向分布、电压-透射(V-T)曲线、电压-反射(V-R)曲线、透射次像素的等对比(iso-contrast)座标图以及反射次像素的等对比座标图。除此之外,其他的实施例,则依权利要求的范畴为准。

<半透射反射像素的实例一>

请参照图 2,其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射像素 100 的剖面图。在本实例中,半透射反射显示装置 90 的半透射反射像素 100 包括一导电的反射电极 112,其覆盖于透明像素电极 110 的一部位(约为透明像素电极 110 的一半)。共通电极 108 及像素电极 110 例如为氧化铟锡(indium-tin-oxide, ITO)。反射电极 112 可以是一凹凸不平的金属铝层,其厚度约为 100nm。反射电极 112 相当于一反射次像素 114,其用以调节环境光线 118(或外部的光线),令使用者在户外或其他明亮的环境状态下能看见显示装置 90 显示的图像。像素电极 110 未覆盖反射电极 112 的部位相当于一透射次像素 116,其用以调节背光光线 120,令使用者在环境光线 118 不足的环境状态下能看见显示装置 90 显示的图像。由于反射电极 112 薄,所以反射次像素 114 与透射次像素 116 的液晶层 102 的厚度实质上为相同。

在显示装置 90 运作的期间,共通电极 108 连接于接地参考电压(例如为 0 伏特),像素电极 110 及反射电极 112 连接于像素电压 VDATA。施加像素电压 VDATA 至电极 110 及 112 会在液晶层 102 产生一电场。位于反射次像素 114 与透射次像素 116 中的那些电极用来影响液晶层 102 中的电场分布,以使反射次像素 114 的液晶层 102 具有的一有效光相位延迟小于透射次像素 116 的液晶层 102 的一光相位延迟,例如介于透射次像素 116 的液晶层 102 的光相位延迟的 20%-80%、或 40%-60%、或约 50%。在本实施例的一些实例中,经反射次像素 112 调节的环境光线 118 于液晶层 102 中来回穿梭一次所受到的相位延迟总合,实质上与通过液晶层 102 一次的背光光线 120 相同,

因此在一施加的像素电压下，反射次像素 114 与透射次像素 116 会显现出实质上相同的灰阶度。

在液晶层 102 中的电场分布可以通过许多方法来测量。在本实施例的一些实例中，共通电极 108 包括多个开口 122，其会造成开口 122 的边界附近产生数个边缘电场。这些边缘电场会使液晶分子 80 往不同角度倾斜，而在液晶层 102 之中形成多显示域。反射次像素 114 可以具有一比透射像素 116 高的开口百分比及一比透射像素 116 高的边缘电场百分比。如此，可使反射次像素 114 具有的一液晶相位延迟小于透射次像素 116 的液晶相位延迟，例如介于透射次像素 116 的液晶相位延迟的 20%-80%、或 40%-60%、或约 50%。这些开口 122 例如可通过一光刻工艺(photolithography process)将部分的共通电极 108 蚀刻掉而形成。

为了达成在反射次像素 114 中具有一比较小的有效液晶相位延迟。开口 122 在数量及形状的设计上，使反射次像素 114 具有比透射次像素 116 高的开口率，例如比透射次像素 116 的开口率高 10%。举例来说，位于反射次像素 114 中的开口 122 的数量及/或尺寸大于透射次像素 116。

请参照图 3，其绘示依照本发明一优选实施例的共通电极 108 的俯视图。开口 122 为矩形的狭缝，狭缝各自具有一宽度 S1。在本实施例的一些实例中，反射次像素 114 包括有较为狭小的开口 124 介于两开口 122 之间，其可用来减少显示域讹误(domain corruption)，甚至在一些情况下能消除显示域讹误。开口 124 可以为矩形的狭缝，其具有一宽度 S2 小于宽度 S1。显示域讹误包括有一种情况，在一电场施加于液晶层时，两液晶显示域的边界因相交而产生一不规律(非笔直)的域壁(domain wall)，这种不规律的域壁对于像素的光电特性(electro-optic)的影响是不利的。在透射次像素 116 中，狭缝 122 之间隙为 D1。在反射次像素 114 中，狭缝 122 之间隙为 D2。间隙 D1 及 D2 可以大于狭缝的宽度 S1 及 S2。

在图示中绘示的笛卡儿座标系统具有 x 轴、y 轴、z 轴，用以作为描述显示装置 90 的各元件方位的参考。在本实施例的实例中，z 轴垂直于基板 104 及 106 的表面，x 轴与 y 轴平行于基板 104 及 106 的表面。

关于“反射部开口率(reflective opening ratio, ORr)”，此参数定义为反射次像素 114 的一“有效狭缝投射区”除以反射次像素 114 的面积。此有效狭缝投射区须考虑到位于反射次像素 114 之内的共通电极 108 与反射电极 112

两者的开口。

在反射次像素 114 之内，如果在共通电极 108 中具有数个狭缝(例如为 122 与 124)，而在反射电极 112 中不具有狭缝时(比如图 2 所示的像素 100)，此有效狭缝投射区为共通电极 108 的狭缝面积的总合。

在反射次像素 114 之内，如果在共通电极 108 与反射电极 112 中均具有数个狭缝(比如为图 20 所示的像素 280 的 122a 与 122b)，且共通电极 108 的开口(如 122a)投影于反射电极 112 的上方，而此有效狭缝投射区为反射电极 112 的狭缝面积(如 122b)与未重叠于其狭缝(如 122b)的投影面积的总合。

关于“透射部开口率(transmissive opening ratio, ORt)”，此参数与反射部开口率 ORr 相似，透射部开口率 ORt 定义为透射次像素 116 的一有效狭缝投射区除以透射次像素 116 的面积。此有效狭缝投射区须考虑到位于透射次像素 116 之内的共通电极 108 与反射电极 112 两者的开口。

在透射次像素 116 之内，如果在共通电极 108 中具有数个狭缝(例如为 122)，而在像素电极 110 中不具有狭缝时(比如图 2 所示的像素 100)，此有效狭缝投射区为共通电极 108 的狭缝面积的总合。

在透射次像素 116 之内，如果在共通电极 108 与像素电极 110 中均具有数个狭缝(比如为图 20 所示的像素 280 的 122a 与 122b)，且共通电极 108 的开口(如 122a)投影于像素电极 110 的上方，而此有效狭缝投射区为像素电极 110 的狭缝面积(如 122b)与未重叠于其狭缝(如 122b)的投影面积的总合。

反射部开口率 ORr 的设计大于透射部开口率 ORt。如此可使反射次像素 114 的液晶层 102 具有一有效相位延迟，其小于透射次像素 116 的液晶层 102 的有效相位延迟。

当像素电压 V_{DATA} 等于 0 伏特时，液晶层 102 中的液晶分子 80 会沿着平行于 z 轴的方向排列成直线。液晶分子 80 的垂直排列是液晶层 102 两侧面上定向膜(alignment layer)导致的结果。而当非为零的像素电压 V_{DATA} 施加于电极 110 及 112 时，液晶层 102 中的电场会使液晶分子 80 相对于 z 轴倾斜一角度。利用不同的像素电压位准，可以改变液晶分子 80 的倾斜角度，从而产生不同双折射量，以使像素 100 显现出不同的灰阶度。

以下说明开口 122 对于液晶层 102 的光相位延迟的影响。

请参照图 4，其绘示液晶层 102 中的模拟电位线 138 与液晶指向 132 分布的图 130，其在 X-Z 平面上沿着像素 100 的中性作图。在本实施例的实例

中,以一像素电压 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$,施加于像素电极 110 及反射电极 112,其像素电压相当为一亮状态或为白色。其中, V_{RMS} 为均方根电压(root-mean-square voltage)。各液晶指向 132 代表一小区域范围中的液晶分子 80 的平均指向。在图示中的绘示,一较为平行 X-Z 平面的指向(比如 134)会比一较为垂直 X-Z 平面的指向(比如 136)长。

在图 2 的像素 100 的模拟中(还有在后续图 9 的像素 180、图 14 的像素 230、图 20 的像素 280、图 26 的像素 330 及图 31 的像素 380 的模拟中),液晶层 102 包括有一负介电各向异性(negative dielectric anisotropy)的液晶材料:MLC-6608,其对光波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 的双折射值 $\Delta n = 0.083$,其介电各向异性 $\Delta \epsilon = -4.2$,其旋转粘性 $\gamma_1 = 0.186\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。此液晶材料:MLC-6608 购买自德国默克(Merck)。在初始状态时,液晶分子的轴方位角(azimuth angle)实质上为 0 度,预倾角(pre-tilt angle)实质上为 90 度。环境或外部光线 118 的波长设为 $\lambda = 550\text{nm}$ 。

在图 2 的实例中,像素尺寸约为 $76\mu\text{m} \times 76\mu\text{m}$ 。狭缝宽度 S1 为 $4\mu\text{m}$,狭缝宽度 S2 为 $2\mu\text{m}$,狭缝间隙 D1 为 $18\mu\text{m}$,狭缝间隙 D2 为 $12\mu\text{m}$,液晶层间隙 d 为 $4\mu\text{m}$ 。按此状况下,像素 100 具有一反射部开口率 $\text{ORr} = 31\%$ 、以及一透射部开口率 $\text{ORt} = 18\%$ 。反射部开口率大于透射部开口率。

在液晶层 102 中的电场的强度与方向,为液晶层 102 中的位置相关函数。电位线 138 的梯度(gradient)代表电场的方向。由于开口 122 (及 124),使液晶层 102 中的电场具有一不均匀的分布,并包括多个纵向电场部(或称为纵向电场)及多个边缘电场部(或称为边缘电场)。这些纵向电场具有多条电场线,其大致上平行于 z 轴向且位于区域(如 126a、126b)上。这些区域(如 126a、126b)介于共通电极 108 与像素电极 110 之间,或介于共通电极 108 与反射电极 112 之间。这些边缘电场具有多条电场线,其相对于 z 轴向具有一角度,且位于区域(如 128a、128b)上。这些区域(如 128a、128b)对应至开口 122 的边界 123。

当相当于一亮状态或白色的像素电压 V_{DATA} 施加于电极 110 及 112 时,纵向电场会造成液晶分子 80 旋转并达到最大的液晶迟滞变化。而液晶层 102 的厚度 d 的选定,应使得透射次像素 116 中的有效相位延迟 $(d\cdot\Delta n)_{\text{eff}} \approx \lambda/2$,反射次像素 114 中的有效相位延迟 $(d\cdot\Delta n)_{\text{eff}} \approx \lambda/4$ 。其中, Δn 为液晶材料的双折射值, λ 为入射环境光线 118 或背光光线 120 的波长。

在反射次像素 114 中,有效相位延迟为给予环境光线的相位延迟,而此环境光线经由液晶层 102 调节且被反射电极 112 反射。在透射次像素 116 中,有效相位延迟为给予背光光线的相位延迟,而此背光光线经由液晶层 102 调节。反射次像素 114 与透射次像素 116 的有效相位延迟,取决于液晶层 102 各处的入射角度与像素电压的施加。关于测量一像素结构的有效相位延迟的数学式,已披露于由 Lu 等人的著作“Ultrawide-View Liquid Crystal Displays”一文中,该文见于 Journal of Display Technology 刊物的 2005 年 9 月份的第 1 卷的第 1 号(第 3 页至第 14 页)。并且,请将该文中的内容引用并入作为本说明的参考。

在本实施例的一些实例中,显示装置 90 可透过模拟来设计其参数。选择一特定的液晶材料、一特定的液晶层间隙、以及一特定的环境与背光状态。在一数值范围内变化狭缝宽度 S1 及 S2 与狭缝间隙 D1 及 D2,以求得其数值,来让 V-T 曲线与 V-R 曲线更相配,透射次像素 116 于亮状态下的有效相位延迟 $(d \cdot \Delta n)_{\text{eff}} \approx \lambda / 2$,反射次像素 114 于亮状态下的有效相位延迟 $(d \cdot \Delta n)_{\text{eff}} \approx \lambda / 4$ 。

图 130 显示出,反射次像素 114 具有一比透射次像素 116 高的边缘电场区域百分比。像素 100 具有一反射部开口率 ORr,其大于透射部开口率 ORt。因此,反射次像素 114 的有效液晶延迟小于透射次像素 116 的有效液晶延迟。其中,反射次像素 114 与透射次像素 116 的有效液晶延迟的比率,可以透过调节开口 122 的数量与形状而调整。举例来说,增加反射次像素 114 中的开口 122 的总面积,可以增加反射部开口率 ORr、降低反射次像素 114 的有效液晶延迟。

在狭缝边缘附近的边缘电场会使数个液晶分子 80 朝数个不同的方向倾斜,以在像素 100 之中形成多显示域。举例来说,在区域 128a 中的液晶分子 80 在 X-Z 平面上做逆时针方向的旋转。反之,在区域 128b 中的液晶分子 80 做顺时针方向的旋转。由于液晶分子 80 为多方指向,所以自不同入射角度通过液晶层 102 的光会受到实质上相同的相位延迟,从而产生实质上相同的灰阶度。据此,可以使显示装置 90 具有一广视角度。

反射次像素 114 与透射次像素 116 中的液晶层 102 的光相位延迟,可透过改变狭缝宽度 S1 及 S2 与狭缝间隙 D1 及 D2 来调整。增加狭缝宽度 S1 及 S2 或减少狭缝间隙 D1 及 D2,可以降低纵向电场而增加有效相位延迟。开

口 122 及 124 在设计上使 $OR_r > OR_t$, 来让反射次像素 114 的有效液晶延迟小于透射次像素 116 的有效液晶延迟。举例来说, 反射次像素 114 的有效液晶延迟可以为透射次像素 116 的有效液晶延迟的一半, 让经反射次像素 114 调节的环境光线(通过液晶层 102 两次)受到实质上与经透射次像素 116 调节的背光光线(通过液晶层 102 一次)相同的相位延迟, 以于反射次像素 114 与透射次像素 116 之中产生实质上相同的灰阶度。

请参照图 5, 其绘示图 2 的像素 100 的电压-透射(V-T)曲线 142 与电压-反射(V-R)曲线 144 的数据模拟的图 140。环境光线 118 与背光光线 120 的波长设为 $\lambda = 500\text{nm}$ 。图 140 显示出, 反射次像素 114 与透射次像素 116 具有相同的临界电压 $V_{TH} = 2.25V_{RMS}$ 。在像素电压 V_{DATA} 低于 $5V_{RMS}$ 时, 且在与反射部开口率等于透射部开口率的一像素相较之下, 像素 100 的 V-T 曲线 142 与 V-R 曲线 144 较为紧密相配。V-T 曲线 142 与 V-R 曲线 144 之间的相配性, 代表着可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 100 的反射次像素 114 与透射次像素 116。

V-T 与 V-R 曲线的相似度, 例如可以利用抽样标准化透射比与反射比差的均方根(RMS)值来测定, 其计算如下列公式(1):

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

其中, N 为抽样数, T_i 为特定电压下的透射比, R_i 为特定电压下的反射比。如 RMS 偏差较小, 则代表 V-T 与 V-R 两曲线的相似度较高。透射比与反射比的标准化的与环形偏光片 91 及 95 的最大透射比有关系。以图 5 的 V-T 曲线 142 与 V-R 曲线 144 来说, 抽样数 $N = 256$ 个电压点, 各电压点介于 $V = 2.25V_{RMS}$ (相当灰阶度为 0)至 $V = 5V_{RMS}$ (相当灰阶度为 255)之间, 此所测得的 V-T 与 V-R 曲线的 RMS 偏差约为 4%。

当像素电压为 $5V_{RMS}$ 时, 其透射比约为 30.2%, 反射比约为 30.1%。宽带环形偏光片 91 及 95 具有一最大的透射比为 35%。如此, 经由环形偏光片的透射比标准化, 像素 100 可以同时以 $5V_{RMS}$ 的透射模式与反射模式下具有一高光利用效率约为 86%。

在以下的说明中, 对于图 2 的像素 100、图 9 的像素 180、图 14 的像素 230、图 20 的像素 280、图 26 的像素 330 及图 31 的像素 380 的 V-T 与 V-R

曲线模拟而言。透射次像素与反射次像素的透射比与反射比以图 1 绘示的结构进行测定,其使用有相互交错的环形偏光片 91 及 95。并且,在 V-T 与 V-R 曲线模拟中不使用补偿膜,也不将基板、补偿膜、偏光镜的表面的反射考虑在内。

在本实施例的一些实例中,光相位补偿膜可用以减少像素 100 的斜角(oblique angle)的露光,以达到广视角效果。一般来说,光相位补偿膜可以是单轴或双轴。关于光相位补偿膜的实例说明,请见 S.T. Wu 及 D.K. Yang 的著作“Reflective Liquid Crystal Displays”一书中,该书由约翰威立出版公司(John Wiley & Sons, Ltd.)出版。并且,请将该书中的内容引用并入作为本说明的参考。在本实施例的一些实例中,关于宽接受角(wide-acceptance-angle)环形偏光片的实例说明,请见由 Hong 等人所有的美国专利申请案第 20060290853 申请号的“Wide-acceptance-angle circular polarizers”一案中。并且,请将该案中的内容引用并入作为本说明的参考。

请参照图 6,其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射式液晶显示装置 160 的剖面图。图 6 的显示装置 160 与图 1 的显示装置 90 相似,但图 6 的显示装置 160 包括数个额外的补偿膜,分别为一第一正型 a-plate 补偿膜 162、一负型 c-plate 补偿膜 164、以及一第二正型 a-plate 补偿膜 166。第一正型 a-plate 补偿膜 162 位于一下基板 104 及一下宽带 1/4 波长膜 92 之间。第一负型 c-plate 补偿膜 164 与第二正型 a-plate 补偿膜 166 位于一上基板 106 及一上宽带 1/4 波长膜 96 之间。举例来说,第一正型 a-plate 补偿膜 162 具有一相位延迟值 $d \cdot \Delta n = 5.5\text{nm}$,第二正型 a-plate 补偿膜 166 具有一相位延迟值 $d \cdot \Delta n = 13\text{nm}$,负型 c-plate 补偿膜 164 具有一相位延迟值 $d \cdot \Delta n = -127.5\text{nm}$ 。且与显示装置 90 相似地,显示装置 160 具有一像素阵列,各像素具有一反射次像素 114 及一透射次像素 116。

请参照图 7,其绘示透射次像素 116 的模拟等对比座标图 150,其所使用的补偿膜包括如图 6 所示的第一正型 a-plate 补偿膜 162、负型 c-plate 补偿膜 164 以及第二正型 a-plate 补偿膜 166。模拟等对比座标图 150 包括有数条等对比线,而位于各条等对比线上的对比度为固定的。等对比线 152 代表在 $\pm 20^\circ$ 视角锥(viewing cone)范围内可达到一对比为 300:1。等对比线 154 代表在上、下、左、右的 $\pm 60^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比为 5:1。此显示出,在对比为 5:1 的情况,透射次像素 116 具有一大于 120 度的视角。

在图 7 之中(还有在图 12、图 18、图 24、图 29 以及图 34 之中), 于各个视角度上将 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$ 的光透射比除以 $V_{\text{DATA}} = 0V_{\text{RMS}}$ 的光泄漏, 来获得各个对比值。

在之后的说明中, 对于图 9 的像素 180、图 14 的像素 230、图 20 的像素 280、图 26 的像素 330、图 31 的像素 380 等的透射次像素 116 的等对比座标图模拟中, 所使用的补偿膜也包括如图 6 所示的第一正型 a-plate 补偿膜 162、负型 c-plate 补偿膜 164 以及第二正型 a-plate 补偿膜 166。同时, 在这些模拟中, 亦不将基板、补偿膜、偏光镜的表面的反射考虑在内。

请参照图 8, 其绘示反射次像素 114 的模拟等对比座标图 170, 其所使用的补偿膜包括如图 6 所示的负型 c-plate 补偿膜 164 以及第二正型 a-plate 补偿膜 166。经由反射次像素 114 调节的环境光线 118 不受第一正型 a-plate 补偿膜 162 的影响。模拟等对比座标图 170 包括有数条等对比线, 且将环境光线的入射角设定在 30 度, 其反射角设定在 ± 30 度以内来测定。并且, 在此模拟中, 亦不将基板、补偿膜、偏光镜的表面的反射考虑在内。等对比线 172 代表在左右向的视角范围内可达到一高对比为 100: 1。等对比线 174 代表在 $\pm 25^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比为 40: 1。

在图 8 之中(还有在图 13、图 19、图 25、图 30 以及图 35 之中), 于各个视角度上将 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$ 的光反射比除以 $V_{\text{DATA}} = 0V_{\text{RMS}}$ 的光泄漏, 来获得各个对比值。

在之后的说明中, 对于图 9 的像素 180、图 14 的像素 230、图 20 的像素 280、图 26 的像素 330、图 31 的像素 380 等的反射次像素 114 的等对比座标图模拟中, 所使用的补偿膜包括负型 c-plate 补偿膜 164 及第二正型 a-plate 补偿膜 166。并且, 在这些模拟中, 将环境光线的入射角设定为 30 度, 其反射角设定在 ± 30 度以内来进行。同时在这些模拟中, 亦不将基板、补偿膜、偏光镜的表面的反射考虑在内。

图 5、图 7 及图 8 显示出, 应用如图 2 像素 100 的半透射反射显示装置可以同时于透射与反射两种模式下具有一高的光利用效率、一高对比、一广视角。像素 100 在 $0V_{\text{RMS}}$ 至 $5V_{\text{RMS}}$ 的像素电压操作下, 其反射次像素 114 或透射次像素 116 均不会产生灰阶反转(gray scale inversion)。像素 100 具有单一的液晶层间隙而易于制造。由于 V-T 曲线 142 与 V-R 曲线 144 之间紧密地相配, 故可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 100。应用如像素 100 的半

透射反射显示装置适合应用于携带式电子装置。

<半透射反射像素的实例二>

请参照图 9，其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射像素 180 的剖面图，其除了以一半透射反射电极 182 取代反射电极 112 之外，与图 2 的像素 100 相似。半透射反射电极 182 可使部分的环境光线 118 通过，并反射部分的环境光线 118。半透射反射电极 182 例如可以是一偏振相关的反射镜 (polarization dependent reflector)，其可使具有一第一光偏振的光线透射，反射具有一第二光偏振的光线。半透射反射电极 182 例如可以是一栅型金属结构，其具有多条细长且平行的金属线。此金属线例如为铝。举例来说，金属栅可以具有一宽度为 $1\mu\text{m}$ 、一节距为 $2\mu\text{m}$ ，一厚度至少为 100nm 。由于半透射反射电极 182 细薄，所以反射次像素 114 与透射次像素 116 中的液晶层 102 的厚度实质上为相同。半透射反射电极 182 连接于像素电极 110，所以可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素电极 110 与半透射反射电极 182。

请参照图 10，其绘示液晶层 102 中的模拟电位线 192 与液晶指向 194 分布的图 190，其在 X-Z 平面上沿着图 9 的像素 180 的中性作图。在此模拟中，以像素电压 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$ ，施加于像素电极 110 及半透射反射电极 182，其像素电压相当为一亮状态或为白色。

在图 9 的像素 100 的模拟中，像素 180 尺寸约为 $68\mu\text{m} \times 68\mu\text{m}$ 。液晶层间隙 d 为 $4\mu\text{m}$ ，狭缝宽度 $S1$ 为 $4\mu\text{m}$ ，透射次像素 116 的狭缝间隙 $D1$ 为 $18\mu\text{m}$ ，反射次像素 114 的狭缝间隙 $D2$ 为 $8\mu\text{m}$ 。在此模拟结果中，反射部开口率 OR_r 为 32%，透射部开口率 OR_t 为 18.6%。

图 190 显示出，在反射次像素 114 与透射次像素 116 的纵向电场与边缘电场的影响下，可以同时反射次像素 114 与透射次像素 116 之中形成多显示域。

请参照图 11，其绘示图 9 的像素 180 的电压-透射(V-T)曲线 202 与电压-反射(V-R)曲线 204 的数据模拟的图 200。反射次像素 114 与透射次像素 116 具有大致相同的临界电压 $V_{\text{TH}} = 2.25V_{\text{RMS}}$ 。在像素电压 V_{DATA} 低于 $5V_{\text{RMS}}$ 时，且在与反射部开口率等于透射部开口率的一像素相较之下，像素 180 的 V-T 曲线 202 与 V-R 曲线 204 较为紧密相配。利用公式(1)，设定像素电压 $V = 2.25V_{\text{RMS}}$ ，其相当于灰阶度为 0，以及设定像素电压 $V = 5V_{\text{RMS}}$ ，其相当于灰

阶度为 255, 此所测得的图 11 中 V-T 与 V-R 曲线的 RMS 偏差约为 3.9%。V-T 曲线 202 与 V-R 曲线 204 之间的相配性, 代表着可以透过单一个薄膜晶体管来驱动半透射反射像素 180 的反射次像素 114 与透射次像素 116。

当像素电压为 $5V_{RMS}$ 时, 其透射比约为 31.1%, 反射比约为 31.2%。宽带环形偏光片 91 及 95 具有一最大的透射比为 35%。如此, 经由环形偏光片 91 及 95 的透射比标准化, 像素 180 可以同时以 $5V_{RMS}$ 的透射模式与反射模式下具有一高光利用效率约为 89%。

请参照图 12, 其绘示图 9 的像素 180 的透射次像素 116 的模拟等对比座标图 210。等对比线 212 代表在 $\pm 20^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比为 300: 1。等对比线 214 代表在 $\pm 60^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比为 5: 1。此显示出, 在对比为 5: 1 的情况, 透射次像素 116 具有一大于 120 度的视角。等对比座标图 210 模拟所使用的补偿膜包括 a-plate 补偿膜 162 与 166、以及 c-plate 补偿膜 164 (见图 6)。

请参照图 13, 其绘示图 9 的像素 180 的反射次像素 114 的模拟等对比座标图 220。等对比线 222 代表在中心方向 224 的视角范围, 可达到一高对比, 大于 200: 1。等对比线 226 代表在 $\pm 15^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 100: 1。等对比线 228 代表在 $\pm 25^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 75: 1。等对比座标图 220 模拟所使用的补偿膜包括 c-plate 补偿膜 164 以及 a-plate 补偿膜 166 (见图 6)。

图 11 至图 13 显示出, 应用如图 9 像素 180 的半透射反射显示装置可以同时于透射与反射两种模式下具有一高的光利用效率、一高对比、一广视角。像素 180 在 $0V_{RMS}$ 至 $5V_{RMS}$ 的像素电压操作下, 其反射次像素 114 或透射次像素 116 均不会产生灰阶反转。像素 180 具有单一的液晶层间隙而易于制造。由于 V-T 曲线 202 与 V-R 曲线 204 之间紧密地相配, 故可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 180。应用如像素 180 的半透射反射显示装置适合应用于携带式电子装置。

<半透射反射像素的实例三>

请参照图 14, 其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射像素 230 的剖面图, 其除了开口 122 的边缘沿着数个方向, 可使电场同时在 x 轴向与 y 轴向产生变化之外, 与图 2 的像素 100 相似。其中, 液晶分子会于 x 轴与

y 轴两者的数个方向上倾斜，而增广视角方向的范围。

请参照图 15，其绘示图 14 的像素 230 的共通电极 108 的俯视图。共通电极 108 具有数个开口，例如 122a 及 122b，合并称之为 122。开口 122 各自具有一形状，为一普通的矩形带有数个侧面尖端或数个凸出部(如图中标示的 234a 及 234b，合并称之为 234)。相较于没有侧面尖端 234 的情况，侧面尖端 234 会产生较多的显示域。在本实施例的一些实例中，侧面尖端 234 形成于各开口 122 的两侧 232 上，且于邻近开口交替地排列。举例来说，开口 122a 具有侧面尖端 234a，开口 122b 具有侧面尖端 234b，侧面尖端 234a 比侧面尖端 234b 较为接近正 y 轴向。

请参照图 16，其绘示液晶层 102 中的模拟电位线 242 与液晶指向 244 分布的图 240，其在 X-Y 平面上沿着图 14 的像素 230 的中心作图。在此模拟中，以像素电压 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$ ，施加于像素 230 的像素电极 110 及反射电极 112，其像素电压相当为一亮状态或为白色。图 240 显示出，液晶分子 80 重新指向数个方向，且同时在反射次像素 114 及透射次像素 116 中形成多显示域。

在图 16 的像素 230 的模拟中，各侧面尖端 234 为一等腰直角三角形，其长边为 $5\mu\text{m}$ ，高为 $3\mu\text{m}$ 。像素 230 尺寸约为 $68\mu\text{m} \times 18\mu\text{m}$ 。开口 122 全都位于共通电极 108。对于开口 122 的矩形部分，狭缝宽度 S1 为 $4\mu\text{m}$ ，透射次像素 116 的狭缝间隙 D1 为 $18\mu\text{m}$ ，反射次像素 114 的狭缝间隙 D2 为 $8\mu\text{m}$ 。液晶层间隙 d 为 $4\mu\text{m}$ 。反射部开口率 ORr 约为 39%，透射部开口率 ORt 约为 22.5%。

请参照图 17，其绘示图 14 的像素 230 的电压-透射(V-T)曲线 252 与电压-反射(V-R)曲线 254 的数据模拟的图 250。反射次像素 114 及透射次像素 116 具有实质上相同的临界电压 $V_{\text{TH}} = 2V_{\text{RMS}}$ 。在像素电压 V_{DATA} 低于 $5.5V_{\text{RMS}}$ 时，且在与反射部开口率等于透射部开口率的一像素相较之下，像素 230 的 V-T 曲线 252 与 V-R 曲线 254 较为紧密相配。利用公式(1)，设定像素电压 $V = 2V_{\text{RMS}}$ ，其相当于灰阶度为 0，以及设定像素电压 $V = 5.5V_{\text{RMS}}$ ，其相当于灰阶度为 255，此所测得的图 17 中 V-T 曲线 252 与 V-R 曲线 254 的 RMS 偏差约为 2.4%。只要在反射次像素 114 与透射次像素 116 之间具有一适用的伽玛(Gamma)曲线，V-T 曲线 252 与 V-R 曲线 254 之间的相配性，即代表着可以透过单一个薄膜晶体管来驱动半透射反射像素 230。

当像素电压为 $5V_{\text{RMS}}$ 时, 其透射比约为 27.1%, 反射比约为 28.0%。宽带环形偏光片 91 及 95 具有一最大的透射比为 35%。如此, 经由环形偏光片 91 及 95 的透射比标准化, 像素 230 在 $5V_{\text{RMS}}$ 的透射模式下具有一高的光利用效率约为 77.4%, 在 $5V_{\text{RMS}}$ 的反射模式下具有一高的光利用效率约为 80.0%。

请参照图 18, 其绘示图 14 的像素 230 的透射次像素 116 的模拟等对比座标图 260。对于透射次像素 116 而言, 等对比线 262 代表在 $\pm 20^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 300: 1。等对比线 264 代表在 $\pm 60^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 5: 1。如此, 在透射模式于对比为 5: 1 的情况下, 应用像素 230 的显示装置可以具有一广视角约为 120 度。等对比座标图 260 的模拟所使用的补偿膜包括 a-plate 补偿膜 162 与 166、以及 c-plate 补偿膜 164 (见图 6)。

请参照图 19, 其绘示图 14 的像素 230 的反射次像素 114 的模拟等对比座标图 270。等对比线 272 代表在中心视角方向上可达到一对比, 大于 200: 1。等对比线 274 代表在 $\pm 25^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 50: 1。等对比座标图 270 模拟所使用的补偿膜包括 c-plate 补偿膜 164 以及 a-plate 补偿膜 166 (见图 6)。

图 17 至图 19 显示出, 应用如图 14 像素 230 的半透射反射显示装置可以同时透射与反射两种模式下具有一高的光利用效率、一高对比、一广视角。像素 230 在 $0V_{\text{RMS}}$ 至 $5V_{\text{RMS}}$ 的像素电压操作下, 其反射次像素 114 或透射次像素 116 均不会产生灰阶反转。像素 230 具有单一的液晶层间隙而易于制造。由于 V-T 曲线 252 与 V-R 曲线 254 之间紧密地相配, 故可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 230。应用如像素 230 的半透射反射显示装置适合应用于便携式电子装置。

<半透射反射像素的实例四>

请参照图 20, 其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射像素 280 的剖面图, 其除了一些开口(如 122a)于共通电极 108 上, 一些开口(如 122b)位于像素电极 110 及反射电极 112 上之外, 与图 14 的像素 230 相似。

请参照图 21, 其绘示图 20 的像素 280 的共通电极 108 的俯视图。虚线(假设)为开口 122b 的投影部位, 其与开口 122a 相关。像素 280 中的开口 122a

及 122b 的形状与尺寸与像素 230 相似(见图 14)。

请参照图 22, 其绘示液晶层 102 中的模拟电位线 292 与液晶指向 294 分布的图 290, 其在 X-Y 平面上沿着图 20 的像素 280 的中性作图。在此模拟中, 以像素电压 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$, 施加于像素 280 的像素电极 110 及反射电极 112, 其像素电压相当为一亮状态或为白色。图 290 显示出, 液晶分子 80 重新指向数个方向, 而同时在反射次像素 114 及透射次像素 116 中形成多显示域。

在图 22 的像素 280 的模拟中, 各侧面尖端 234 为一等腰直角三角形, 其长边为 $5\mu\text{m}$, 高为 $3\mu\text{m}$ 。像素 280 尺寸约为 $68\mu\text{m} \times 18\mu\text{m}$ 。开口 122a 位于共通电极 108, 开口 122b 位于像素电极 110 及反射电极 112。在透射次像素 116 中, 开口 122 的矩形部分的狭缝宽度 S1 为 $3\mu\text{m}$, 狭缝间隙 D1 为 $18\mu\text{m}$ 。在反射次像素 114 中, 开口 122 的矩形部分的狭缝宽度 S2 为 $4\mu\text{m}$, 狭缝间隙 D2 为 $8\mu\text{m}$ 。液晶层间隙 d 为 $4\mu\text{m}$ 。反射部开口率 ORr 约为 39%, 透射部开口率 ORt 约为 17.8%。

请参照图 23, 其绘示图 20 的像素 280 的电压-透射(V-T)曲线 302 与电压-反射(V-R)曲线 304 的数据模拟的图 300。反射次像素 114 及透射次像素 116 具有实质上相同的临界电压 $V_{\text{TH}} = 2V_{\text{RMS}}$ 。在像素电压 V_{DATA} 低于 $4.5V_{\text{RMS}}$ 时, 且在与反射部开口率等于透射部开口率的一像素相较之下, 像素 280 的 V-T 曲线 302 与 V-R 曲线 304 较为紧密相配。利用公式(1), 设定像素电压 $V = 2V_{\text{RMS}}$, 其相当于灰阶度为 0, 以及设定像素电压 $V = 4.5V_{\text{RMS}}$, 其相当于灰阶度为 255, 此所测得的图 23 中 V-T 曲线 302 与 V-R 曲线 304 的 RMS 偏差约为 2.7%。只要在反射次像素 114 与透射次像素 116 之间具有一适用的伽玛曲线, V-T 曲线 302 与 V-R 曲线 304 之间的相配性, 即代表着可以透过单一一个薄膜晶体管来驱动半透射反射像素 280。

当像素电压为 $5V_{\text{RMS}}$ 时, 其透射比约为 31.0%, 反射比约为 26.4%。宽带环形偏光片 91 及 95 具有一最大的透射比为 35%。如此, 经由环形偏光片 91 及 95 的透射比标准化, 像素 280 在 $5V_{\text{RMS}}$ 的透射模式下具有一高的光利用效率约为 88.6%, 在 $5V_{\text{RMS}}$ 的反射模式下具有一高的光利用效率约为 75.4%。

请参照图 24, 其绘示图 20 的像素 280 的透射次像素 116 的模拟等对比座标图 310。对于透射次像素 116 而言, 等对比线 312 代表在 $\pm 20^\circ$ 视角锥

范围内可达到一对比, 为 300: 1。等对比线 314 代表在 $\pm 60^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 5: 1。如此, 在透射模式于对比为 5: 1 的情况下, 应用像素 280 的显示装置可以具有一广视角约为 120 度。等对比座标图 310 的模拟所使用的补偿膜包括 a-plate 补偿膜 162 与 166、以及 c-plate 补偿膜 164 (见图 6)。

请参照图 25, 其绘示图 20 的像素 280 的反射次像素 114 的模拟等对比座标图 320。等对比线 322 代表在中心视角方向 324 上可达到一对比, 大于 200: 1。等对比线 326 代表在 $\pm 30^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比, 为 60: 1。等对比座标图 320 模拟所使用的补偿膜包括 c-plate 补偿膜 164 以及 a-plate 补偿膜 166 (见图 6)。

图 23 至图 25 显示出, 应用如图 20 像素 280 的半透射反射显示装置可以同时透射与反射两种模式下具有一高的光利用效率、一高对比、一广视角。像素 280 在 $0V_{RMS}$ 至 $5V_{RMS}$ 的像素电压操作下, 其反射次像素 114 或透射次像素 116 均不会产生灰阶反转。像素 280 具有单一的液晶层间隙而易于制造。由于 V-T 曲线 302 与 V-R 曲线 304 之间紧密地相配, 故可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 280。应用如像素 280 的半透射反射显示装置适合应用于携带式电子装置。

<半透射反射像素的实例五>

请参照图 26, 其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射像素 330 的剖面图, 其半透射反射像素 330 利用多个位于共通电极 108 上的凸起 332, 以在液晶层 102 之中形成多显示域。半透射反射像素 330 具有的一像素电极 110 及一反射电极 112 与图 2 的像素 100 相似。在 X-Y 平面上突出的凸起 332 为矩形。此凸起 332 延伸至液晶层 102 之内并具有斜面 334a 及 334b, 以在液晶层 102 之中产生多个边缘电场。

这些凸起 332 可以在薄膜晶体管制造过程中, 利用沉积及蚀刻二氧化硅或氮化硅而形成。沿着 X-Z 平面, 这些凸起 332 各自具有一等边三角形的截面, 其底边长度 $w = 5\mu m$, 高 $h = 1.2\mu m$ 。

在以下的说明中, 图 27 至图 30 显示图 26 的像素 330 的模拟数据。在这些模拟中, 像素 330 投影在 X-Y 平面上的尺寸为 $80\mu m \times 80\mu m$ 。这些凸起 332 全都位于共通电极 108 上。在透射次像素 116 中, 凸起 332 之间之

间隙 $D1 = 20\ \mu\text{m}$ 。在反射次像素 114 中, 凸起 332 之间之间隙 $D2 = 10\ \mu\text{m}$ 。液晶层间隙 d 为 $4\ \mu\text{m}$ 。反射部凸起率约为 33.3%, 透射部凸起率约为 20%。

反射部凸起率与透射部凸起率的计算方式与前述的反射部开口率与透射部开口率的计算方式相似。反射部凸起率定义为反射次像素 114 的一有效凸起投射区除以反射次像素 114 的面积。此有效凸起投射区须考虑到位于反射次像素 114 之内的共通电极 108 与反射电极 112 两者的凸起的底面积。透射部凸起率定义为透射次像素 116 的一有效凸起投射区除以透射次像素 116 的面积。此有效凸起投射区须考虑到位于透射次像素 116 之内的共通电极 108 与像素电极 110 两者的凸起的底面积。

请参照图 27, 其绘示液晶层 102 中的模拟电位线 342 与液晶指向 344 分布的图 340, 其在 X-Y 平面上沿着图 26 的像素 330 的中性作图。在此模拟中, 以像素电压 $V_{\text{DATA}} = 5V_{\text{RMS}}$, 施加于像素 330 的像素电极 110 及反射电极 112, 其像素电压相当为一亮状态或为白色。图 340 显示出, 液晶分子 80 重新指向数个方向, 而同时在反射次像素 114 及透射次像素 116 的液晶层 102 中形成多显示域。

请参照图 28, 其绘示图 26 的像素 330 的电压-透射(V-T)曲线 352 与电压-反射(V-R)曲线 354 的数据模拟的图 350。反射次像素 114 及透射次像素 116 具有实质上相同的临界电压 $V_{\text{TH}} = 2.25V_{\text{RMS}}$ 。在像素电压 V_{DATA} 低于 $5V_{\text{RMS}}$ 时, 且在与反射部开口率等于透射部开口率的一像素相较之下, 像素 330 的 V-T 曲线 352 与 V-R 曲线 354 较为紧密相配。利用公式(1), 设定像素电压 $V = 2.25V_{\text{RMS}}$, 其相当于灰阶度为 0, 以及设定像素电压 $V = 5.0V_{\text{RMS}}$, 其相当于灰阶度为 255, 此所测得的图 28 中 V-T 曲线 352 与 V-R 曲线 354 的 RMS 偏差约为 6.0%。只要在反射次像素 114 与透射次像素 116 之间具有一适用的伽玛曲线, V-T 曲线 352 与 V-R 曲线 354 之间的相配性, 即代表着可以透过单一个薄膜晶体管来驱动半透射反射像素 330。

当像素电压为 $5V_{\text{RMS}}$ 时, 其透射比约为 31.8%, 反射比约为 33.5%。宽带环形偏光片 91 及 95 具有一最大的透射比为 35%。如此, 经由环形偏光片 91 及 95 的透射比标准化, 像素 330 在 $5V_{\text{RMS}}$ 的透射模式下具有一高的光利用效率约为 91.1%, 在 $5V_{\text{RMS}}$ 的反射模式下具有一高的光利用效率约为 95.7%。

请参照图 29, 其绘示图 26 的像素 330 的透射次像素 116 的模拟等对比

座标图 360。对于透射次像素 116 而言，等对比线 362 代表在 $\pm 20^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比，为 300: 1。等对比线 364 代表在 $\pm 60^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比，为 5: 1。如此，在透射模式于对比为 5: 1 的情况下，应用像素 330 的显示装置可以具有一广视角约为 120 度。等对比座标图 360 的模拟所使用的补偿膜包括 a-plate 补偿膜 162 与 166、以及 c-plate 补偿膜 164 (见图 6)。

请参照图 30，其绘示图 26 的像素 330 的反射次像素 114 的模拟等对比座标图 370。等对比线 372 代表在中心视角方向 374 上可达到一对比，大于 100: 1。等对比线 376 代表在 $\pm 23^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比，为 40: 1。

图 28 至图 30 显示出，应用如图 26 像素 330 的半透射反射显示装置可以同时透射与反射两种模式下具有一高的光利用效率、一高对比、一广视角。像素 330 在 $0V_{RMS}$ 至 $5V_{RMS}$ 的像素电压操作下，其反射次像素 114 或透射次像素 116 均不会产生灰阶反转。像素 330 具有单一的液晶层间隙而易于制造。由于 V-T 曲线 352 与 V-R 曲线 354 之间紧密地相配，故可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 330。应用如像素 330 的半透射反射显示装置适合应用于携带式电子装置。

<半透射反射像素的实例六>

请参照图 31，其绘示依照本发明一优选实施例的半透射反射像素 380 的剖面图，其除了以一半透射反射电极 182 取代反射电极 112 之外，与图 26 的像素 330 相似。像素 380 的半透射反射电极 182 与像素 180 的半透射反射电极 182 相似(见图 9)。像素 380 包括的凸起 332 与像素 330 的凸起 332 相似(见图 26)。像素 380 的反射部凸起率约为 33.3%，透射部凸起率 ORt 约为 20%。

请参照图 32，其绘示液晶层 102 中的模拟电位线 392 与液晶指向 394 分布的图 390，其在 X-Z 平面上沿着图 31 的像素 380 的中性作图。在此模拟中，以像素电压 $V_{DATA} = 5V_{RMS}$ ，施加于像素 380 的像素电极 110 及半透射反射电极 182，其像素电压相当为一亮状态或为白色。图 390 显示出，由于反射次像素 114 与透射次像素 116 中的纵向电场与边缘电场的影响，而同时于反射次像素 114 与透射次像素 116 的液晶层之中形成多显示域，以使得应用像素 380 的显示装置具有广视角。

请参照图 33，其绘示图 31 的像素 380 的电压-透射(V-T)曲线 402 与电压-反射(V-R)曲线 404 的数据模拟的图 350。反射次像素 114 及透射次像素 116 具有实质上相同的临界电压 $V_{TH} = 2.25V_{RMS}$ 。在像素电压 V_{DATA} 低于 $5V_{RMS}$ 时，且在与反射部开口率等于透射部开口率的一像素相较之下，像素 380 的 V-T 曲线 402 与 V-R 曲线 404 较为紧密相配。利用公式(1)，设定像素电压 $V = 2.25V_{RMS}$ ，其相当于灰阶度为 0，以及设定像素电压 $V = 5.0V_{RMS}$ ，其相当于灰阶度为 255，此所测得的图 33 中 V-T 曲线 402 与 V-R 曲线 404 的 RMS 偏差约为 1.5%。只要在反射次像素 114 与透射次像素 116 之间具有一适用的伽玛曲线，V-T 曲线 402 与 V-R 曲线 404 之间的相配性，即代表着可以透过单一个薄膜晶体管来驱动半透射反射像素 380。

当像素电压为 $5V_{RMS}$ 时，其透射比约为 31.8%，反射比约为 33.5%。宽带环形偏光片 91 及 95 具有一最大的透射比为 35%。如此，经由环形偏光片 91 及 95 的透射比标准化，像素 380 在 5V-RMS 的透射模式下具有一高的光利用效率约为 89.6%，在 5V-RMS 的反射模式下具有一高的光利用效率约为 91.2%。

请参照图 34，其绘示图 31 的像素 380 的透射次像素 116 的模拟等对比座标图 410。对于透射次像素 116 而言，等对比线 412 代表在 $\pm 20^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比，为 300: 1。等对比线 414 代表在 $\pm 60^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比，为 5: 1。如此，在透射模式于对比为 5: 1 的情况下，应用像素 380 的显示装置可以具有一广视角约为 120 度。

请参照图 35，其绘示图 31 的像素 380 的反射次像素 114 的模拟等对比座标图 420。等对比线 422 代表在中心视角方向 424 上可达到一对比，大于 100: 1。等对比线 426 代表在 $\pm 30^\circ$ 视角锥范围内可达到一对比，为 40: 1。

图 33 至图 35 显示出，应用如图 31 像素 380 的半透射反射显示装置可以同时透射与反射两种模式下具有一高的光利用效率、一高对比、一广视角。像素 380 在 $0V_{RMS}$ 至 $5V_{RMS}$ 的像素电压操作下，其反射次像素 114 或透射次像素 116 均不会产生灰阶反转。像素 380 具有单一的液晶层间隙而易于制造。由于 V-T 曲线 402 与 V-R 曲线 404 之间紧密地相配，故可以透过单一个薄膜晶体管来驱动像素 380。应用如像素 380 的半透射反射显示装置适合应用于携带式电子装置。

<系统示意图>

请参照图 36, 其绘示依照本发明一优选实施例的液晶显示装置 90 的控制电路的示意图。多个像素 100 组成的像素电路阵列 12 通过一个或多个栅极驱动电路 16 与一个或多个数据驱动电路 18 来控制。各个像素 100 包括一个或多个薄膜晶体管(TFT) 20、一储存电容 C_{ST} 22、一液晶层 102 具有的一液晶电容 C_{LC} 24。电容 C_{ST} 22、 C_{LC} 24 例如可以并联于第一节点 26 及第二节点 28。薄膜晶体管 20 包括一栅极 30, 其连接至一栅极线 32, 而此栅极线 32 连接至栅极驱动电路 16。当栅极驱动电路 16 驱动栅极线 32 而开启薄膜晶体管 20 时, 数据驱动电路 18 以一电压信号(比如像素电压 V_{DATA})驱动于一数据线 34, 使电压信号通过电容 C_{ST} 22、 C_{LC} 24。

在本实施例的一些实例中, 第一节点 26 连接至像素电极 110 及反射电极 112 (见图 2), 第二节点 28 连接至共通电极 108。电容 C_{ST} 22 的电压(比如像素电压 V_{DATA})可决定施加于液晶层 102 的电压。在数据线 34 上的电压则与一像素电压或一灰阶电压有关, 此乃因为其决定了像素 100 所显示出的灰阶度。

<替代实施例>

其他的实施例, 依权利要求的范畴为准。举例来说, 在图 36 中, 像素 100 可以由其他型式的像素来取代, 比如为图 9 的像素 180、图 14 的像素 230、图 20 的像素 280、图 26 的像素 330 及图 31 的像素 380。其他的层、膜, 也可以使用于前述说明的显示装置中。显示装置的构件(比如液晶层、偏光膜、补偿膜)使用的材料与参数可以与前述说明中不同。液晶层可以包括数个手性掺杂物来改善显示的特性。光学膜的相位延迟值 $d \cdot \Delta n$ 可以与前述说明中不同。在一些实例中, 补偿膜可以为一负型 c-plate 补偿膜, 而不使用 a-plate 补偿膜。共通电极不一定要连接至一接地参考电压。当显示装置操作于背光模块 82 为启动的透射模式时, 也可以利用反射电极 112 (或半透射反射电极 182)反射环境光线 118, 以至使显示装置能同时操作于透射与反射两种模式下。

前述说明中, 液晶分子的指向为液晶分子的指向矢(director)的方向。液晶分子不一定全都要一直地对着同一方向。液晶分子可能随时间趋向对着一个方向(指向矢), 较其他方向多。举例来说, “液晶分子实质上沿着基板的法

线方向排列成直线”，这句话表示液晶分子的指向矢的平均方向大致上沿着此法线方向排列成直线，但其中每一个分子可能是对着不同的方向。

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。

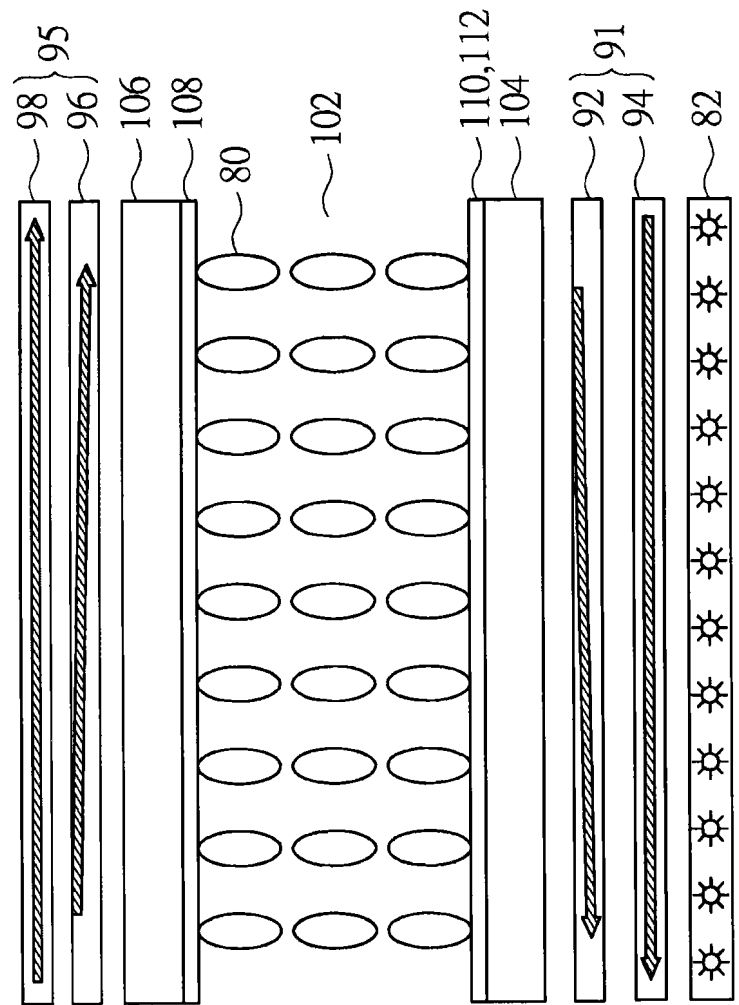


图 1

90

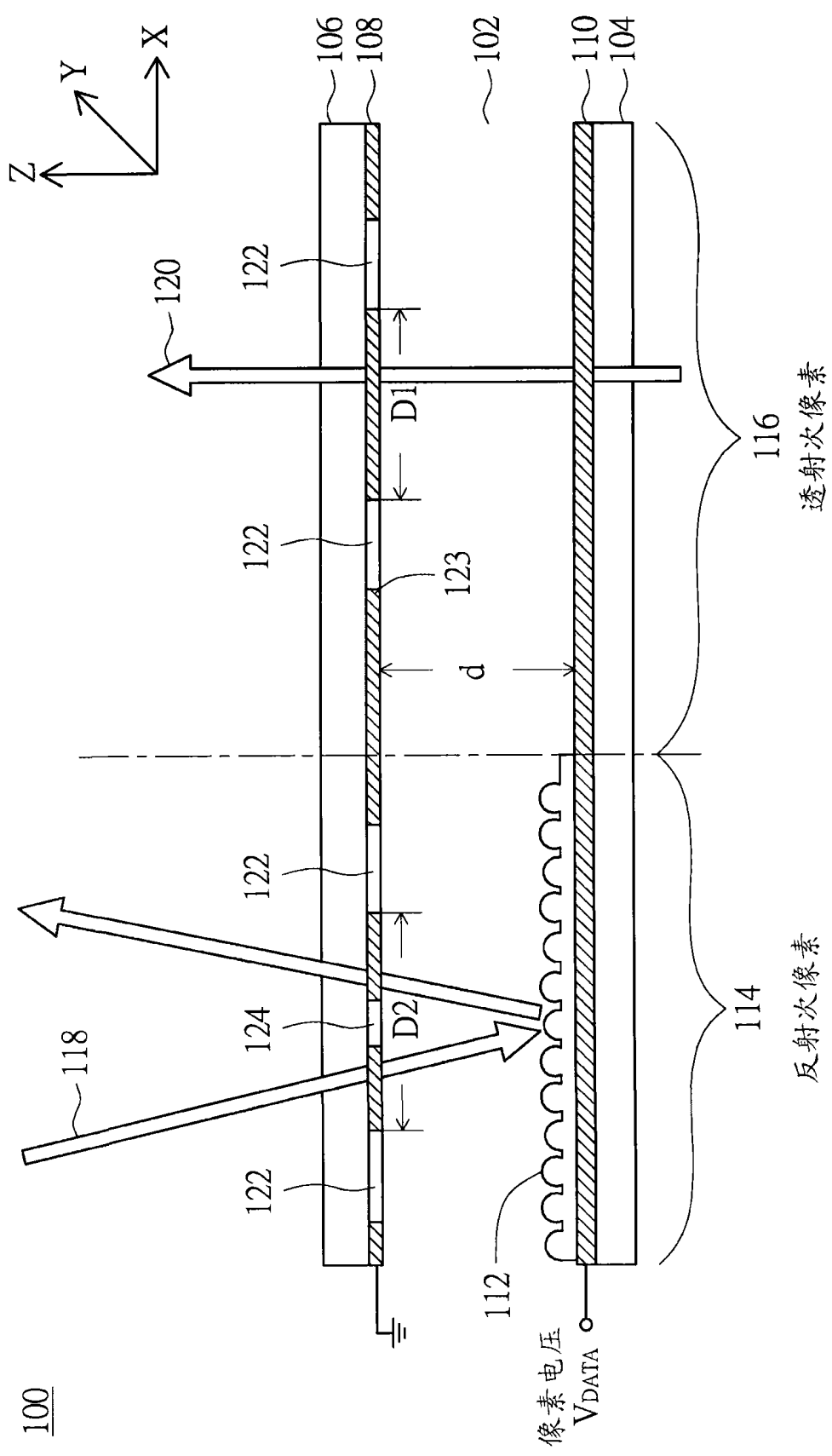


图 2

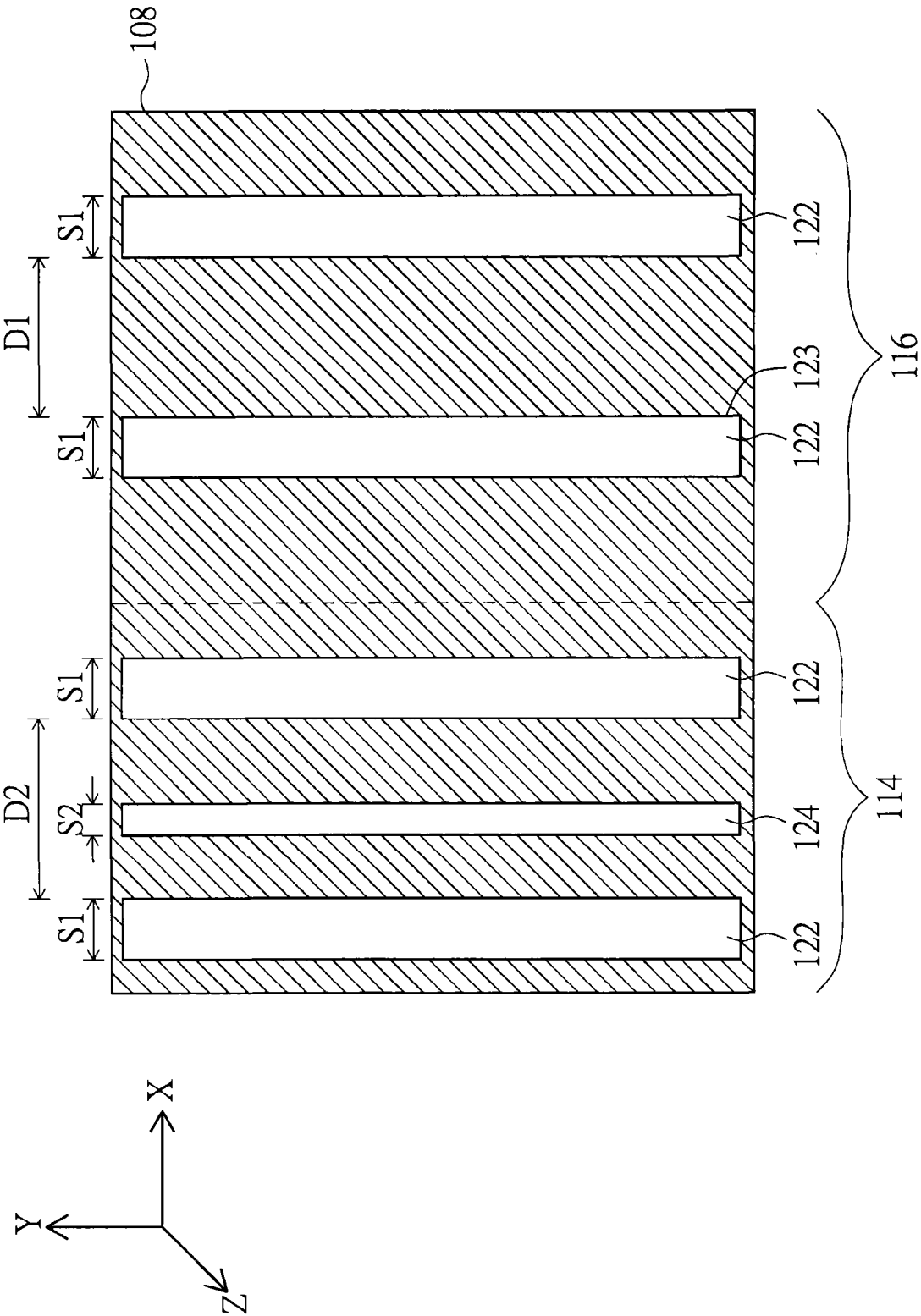
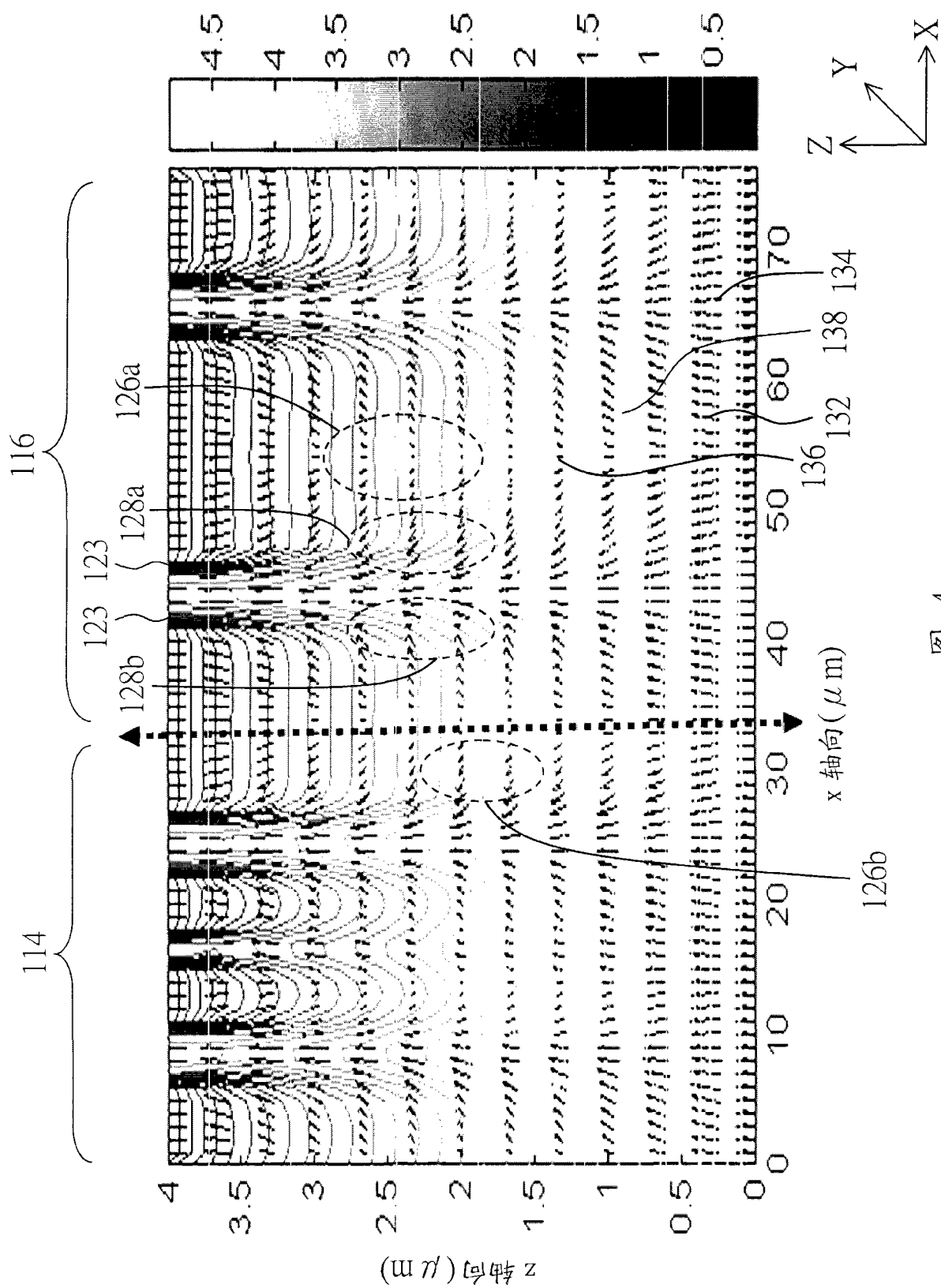


图 3



140

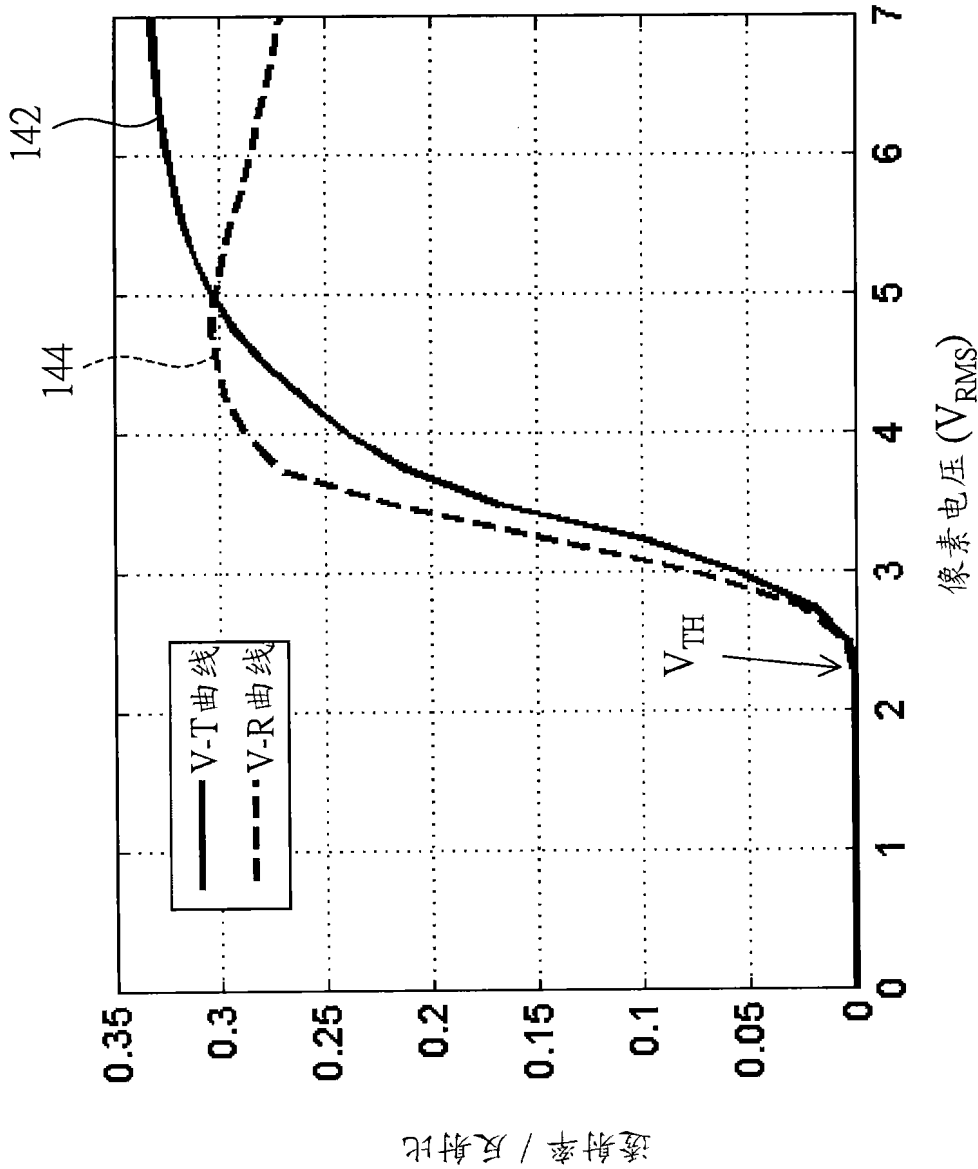
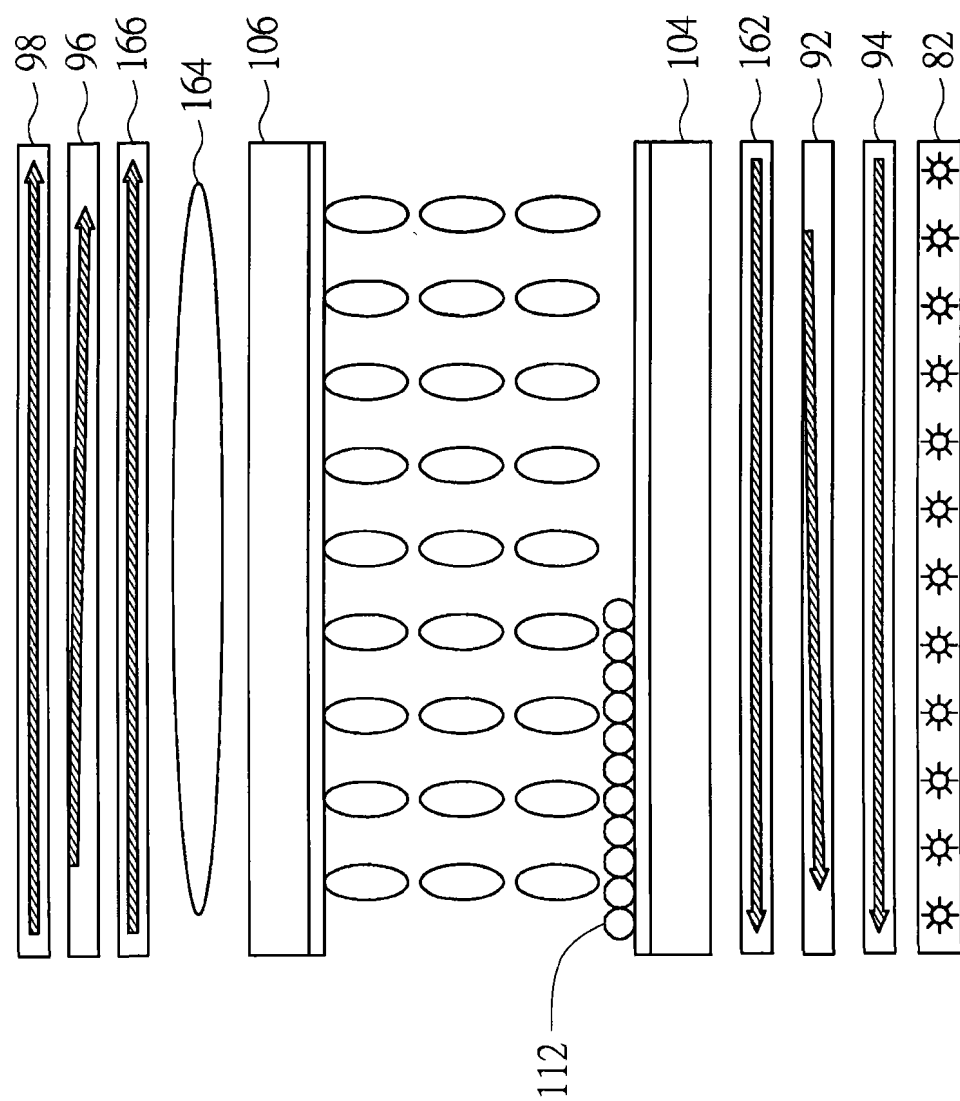
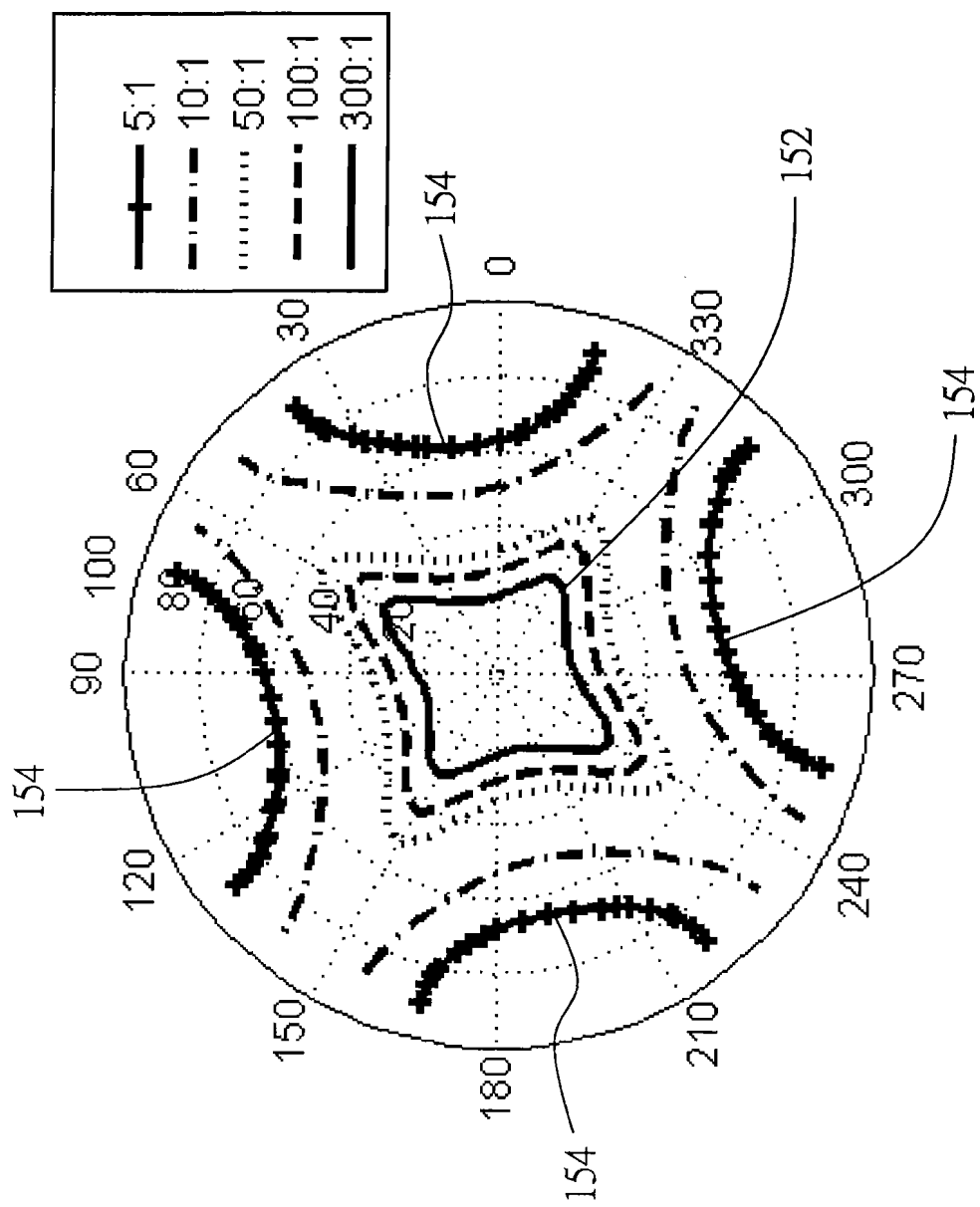


图 5



6
[冬]



7

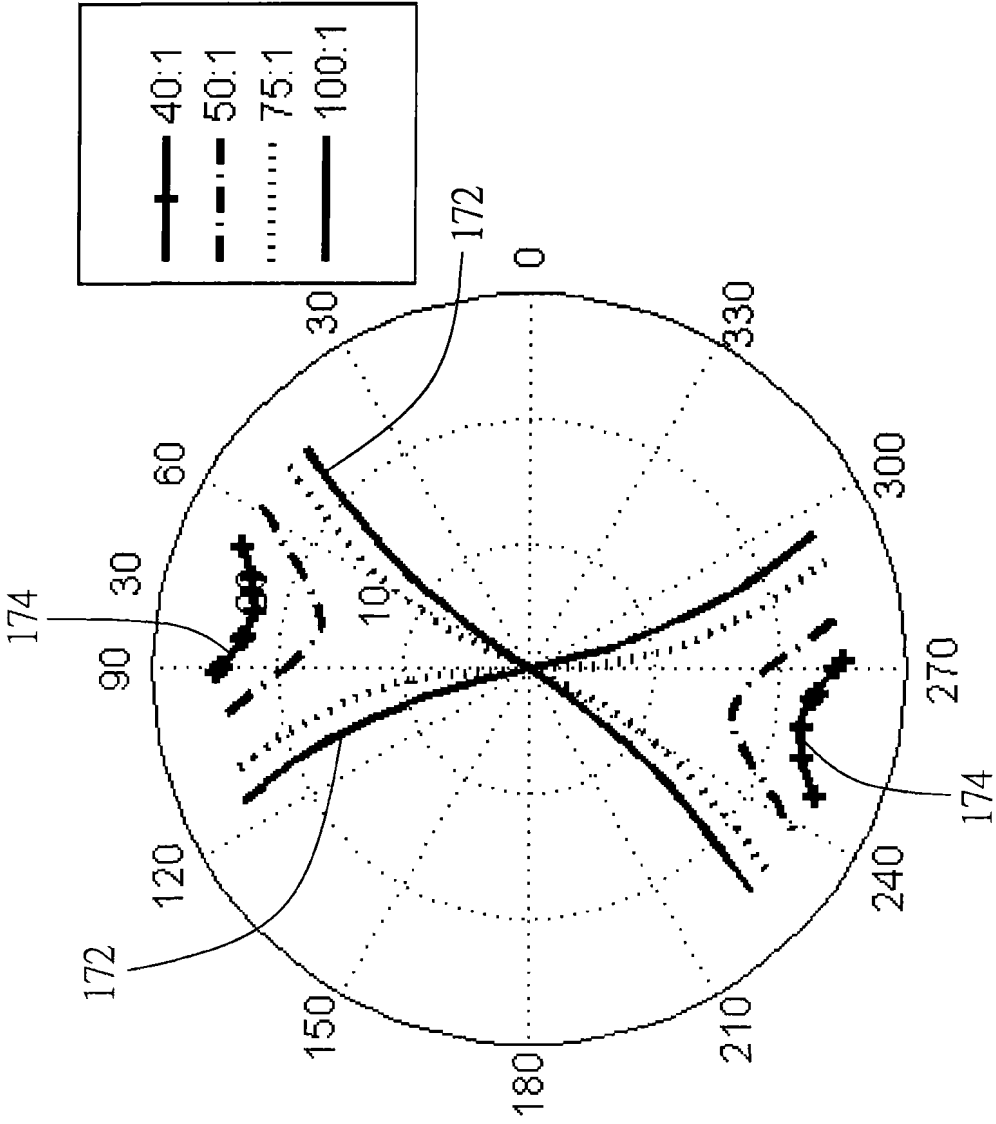


图 8

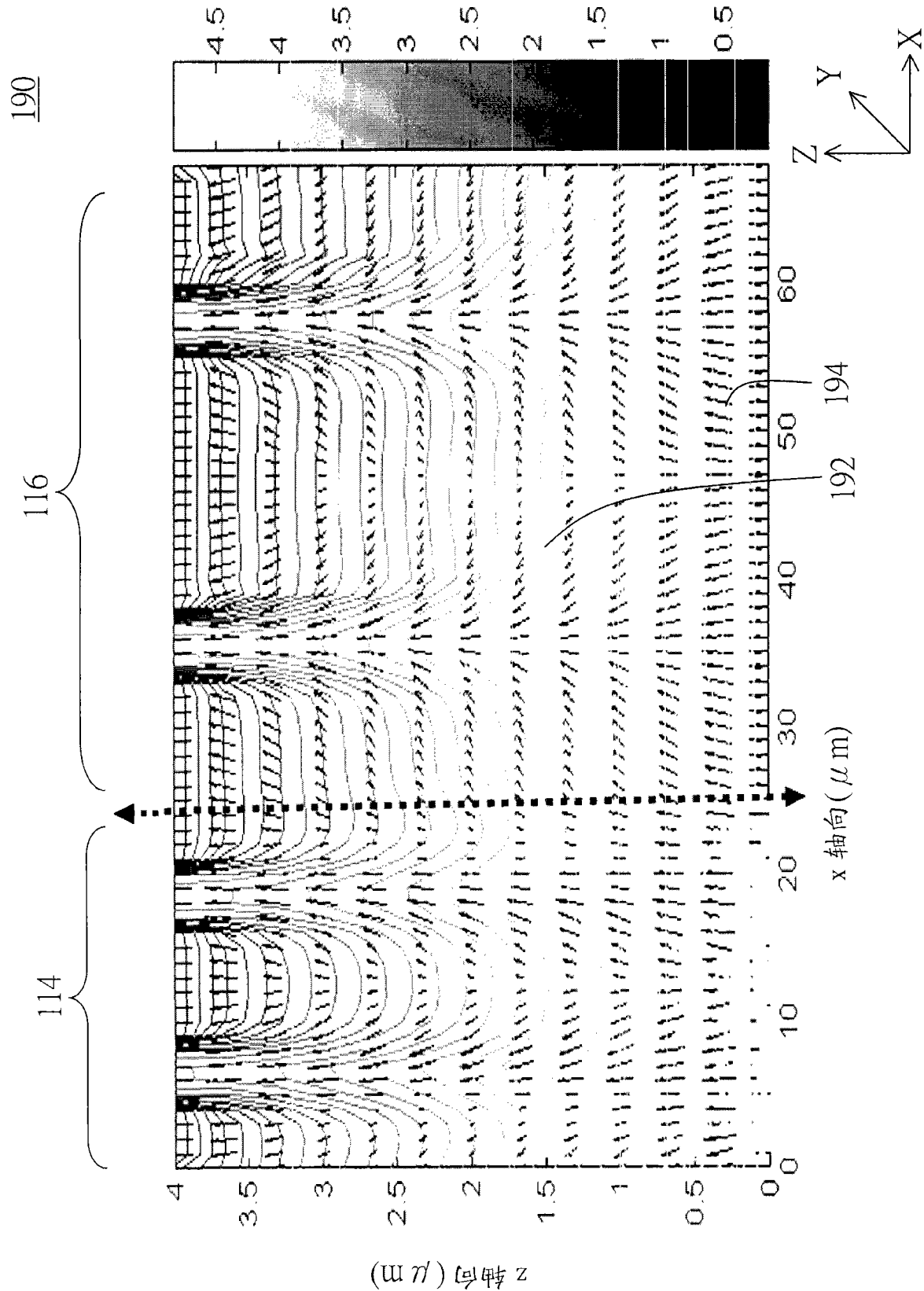


图 10

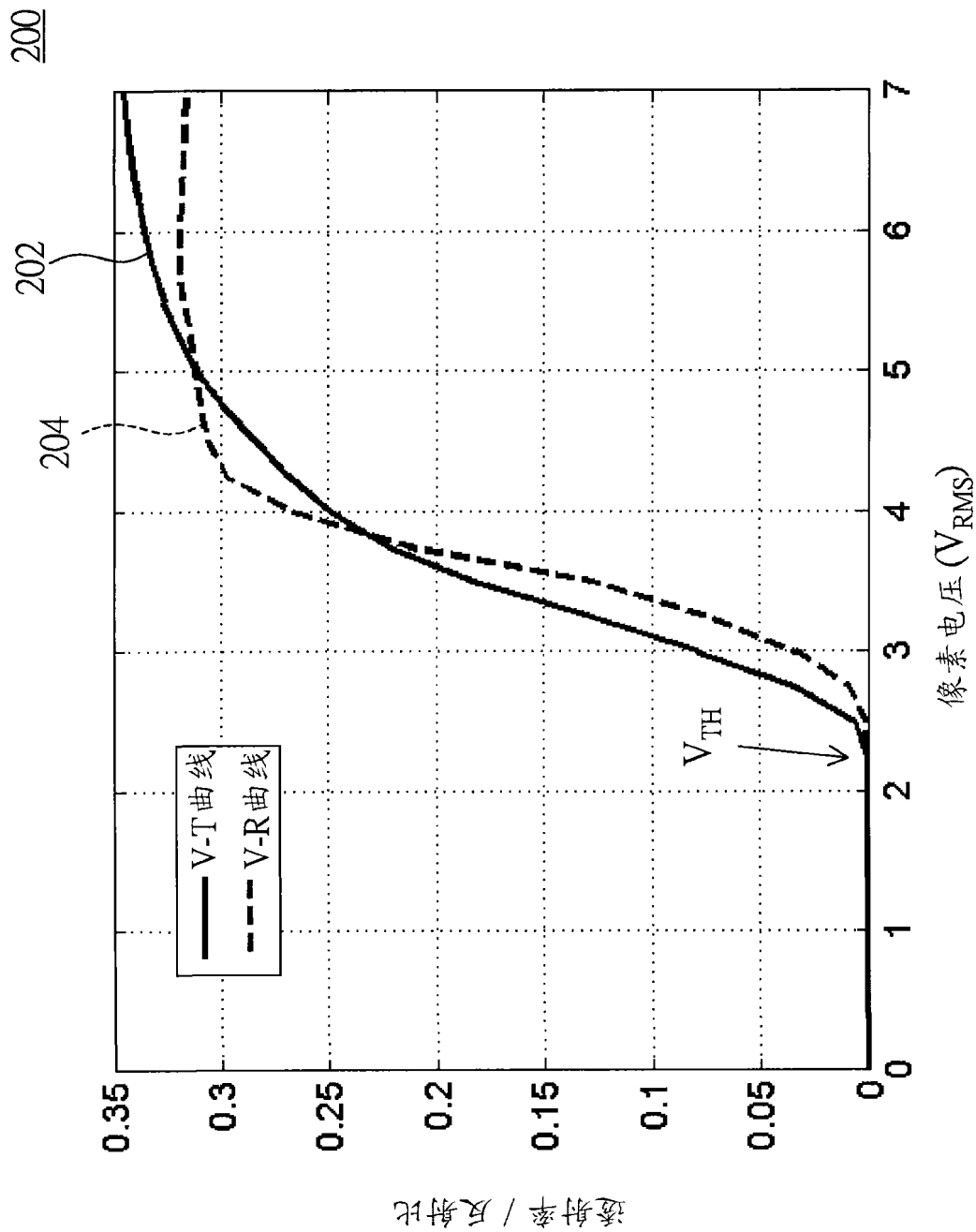
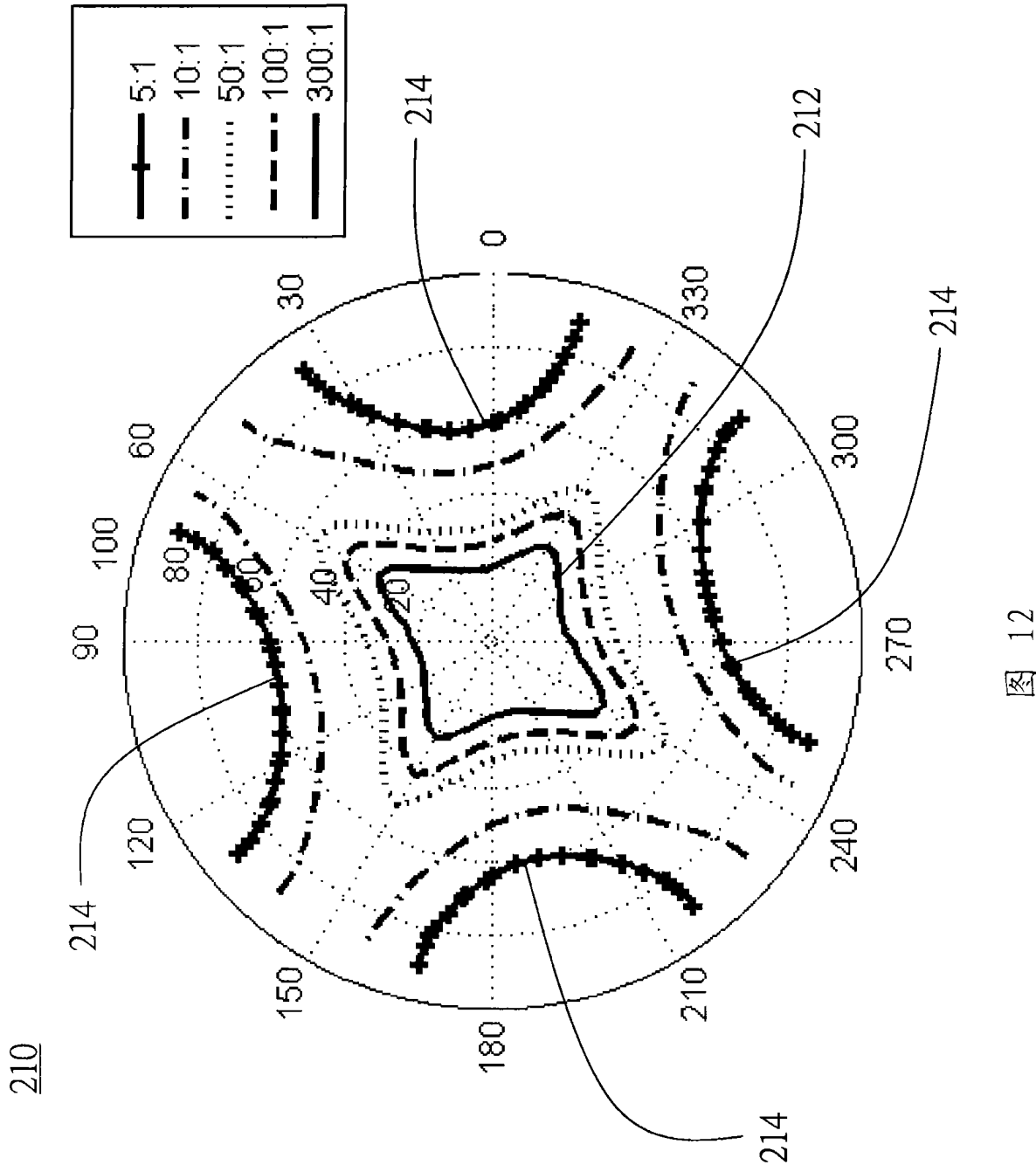


图 11



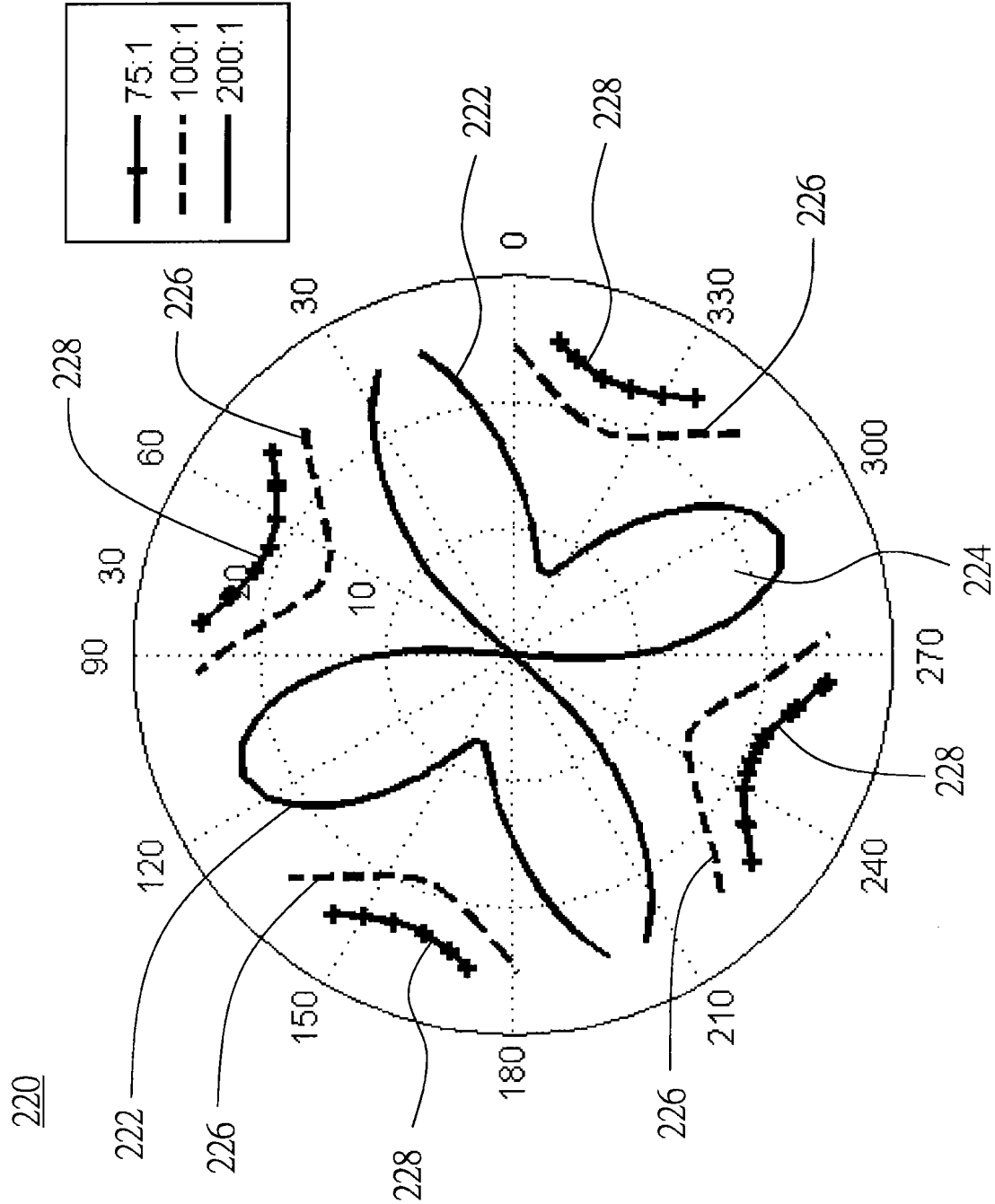
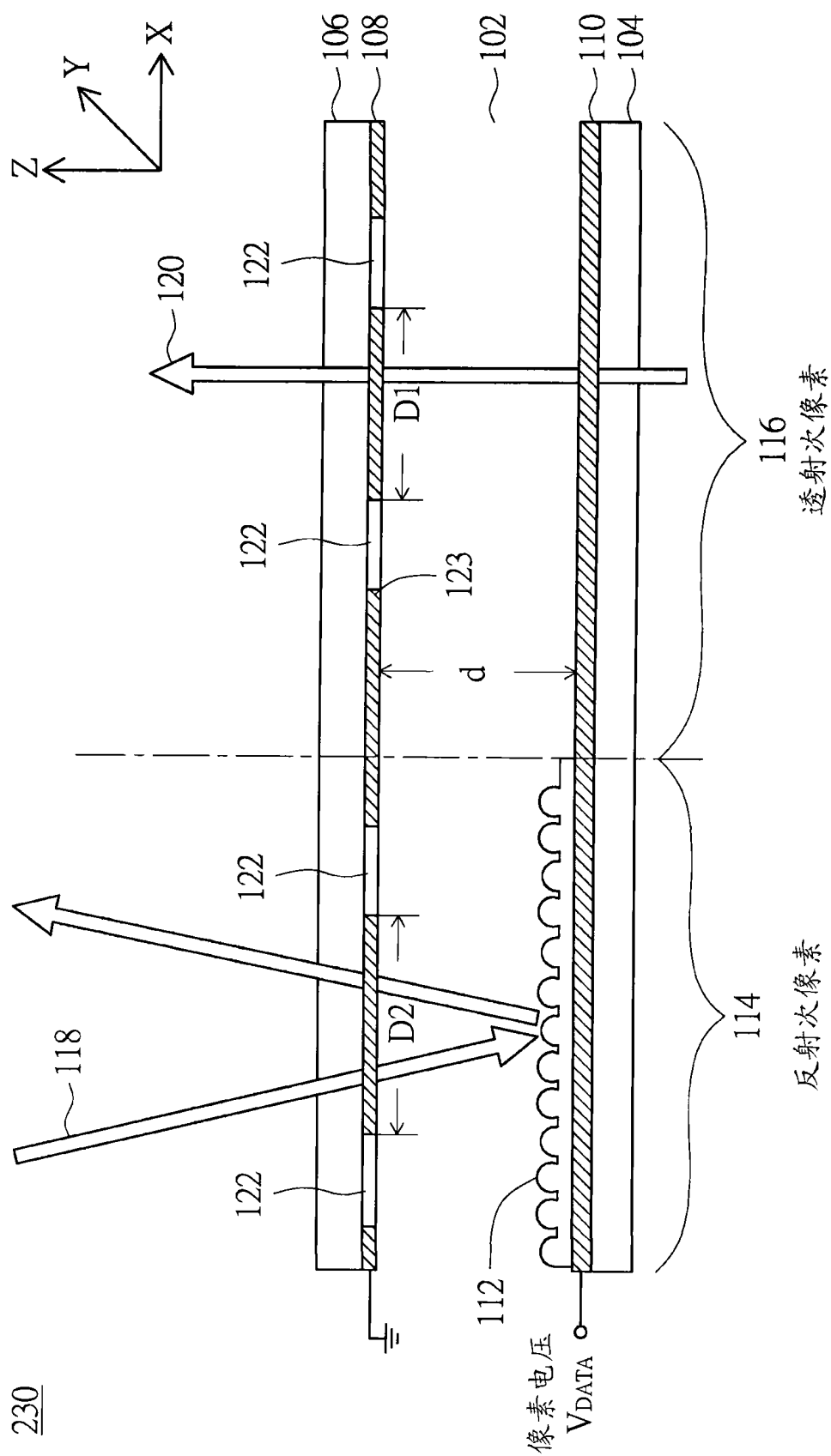


图 13



14
圖

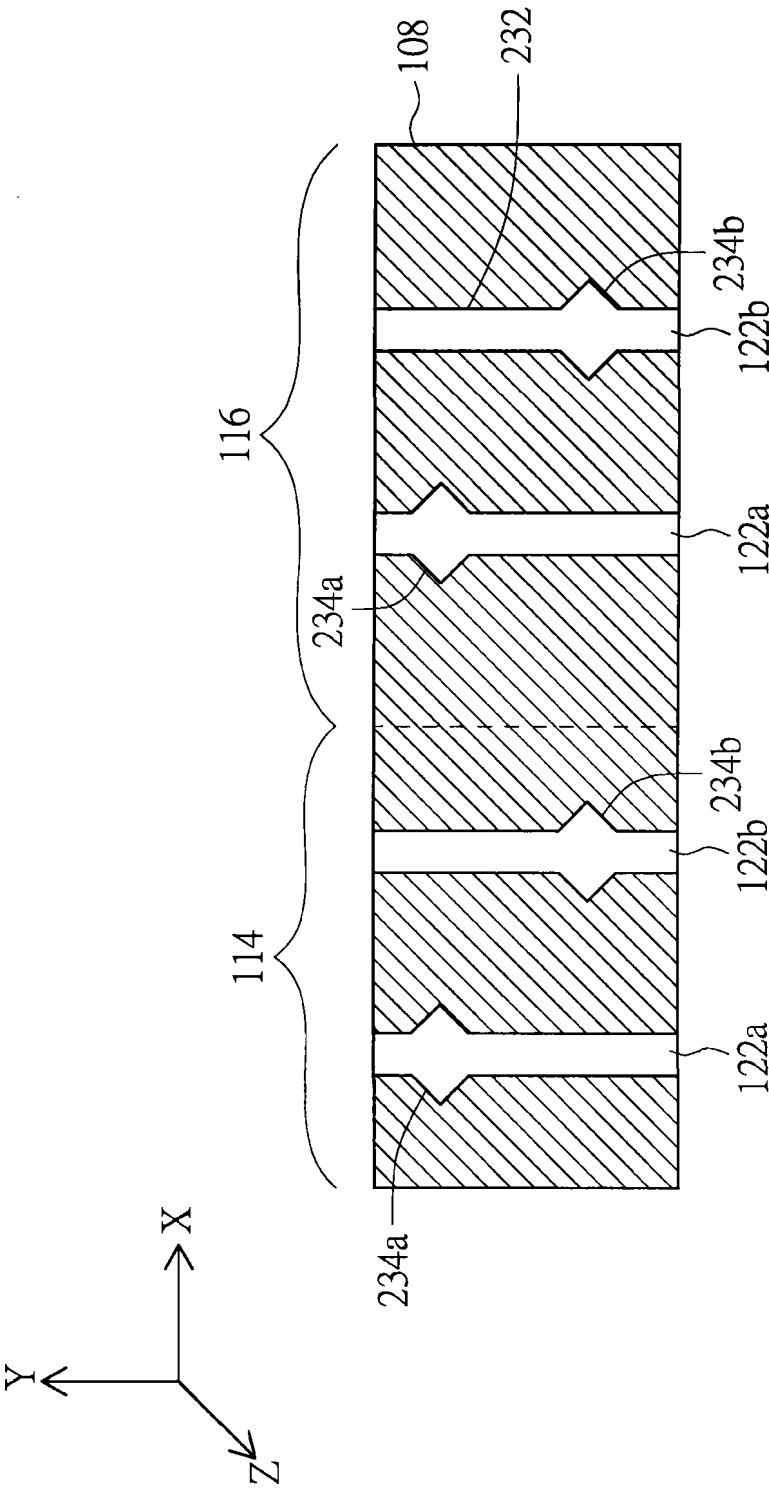


图 15

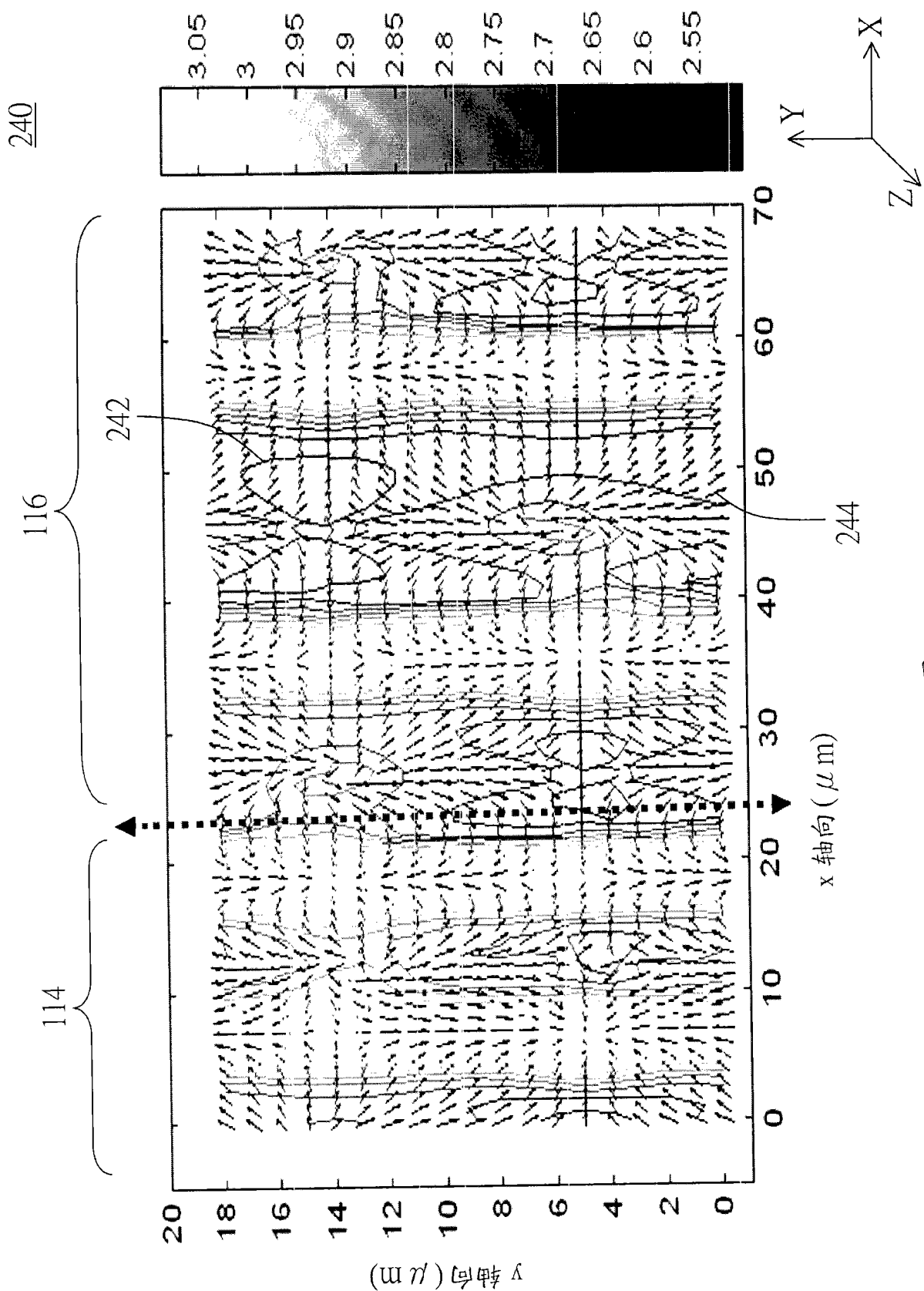


图 16

250

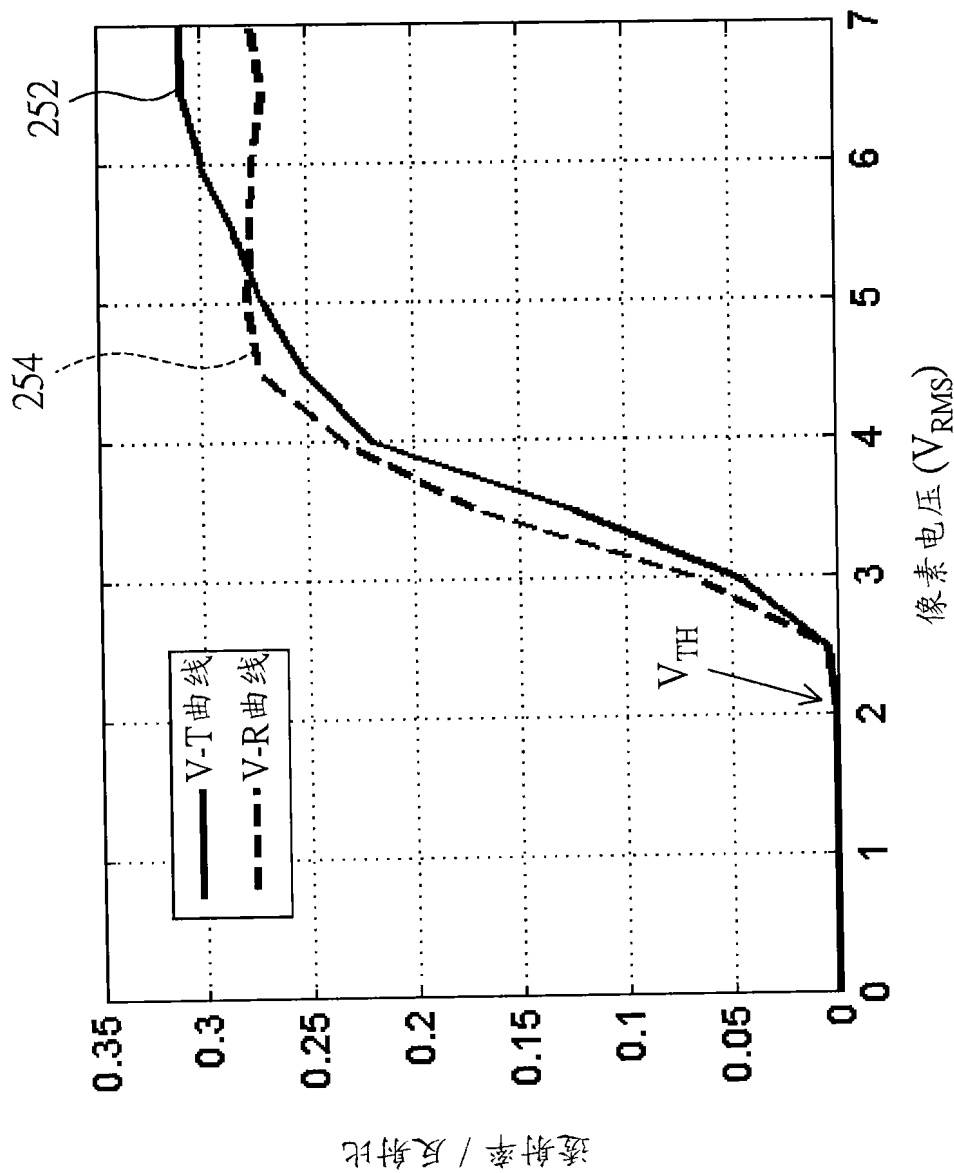


图 17

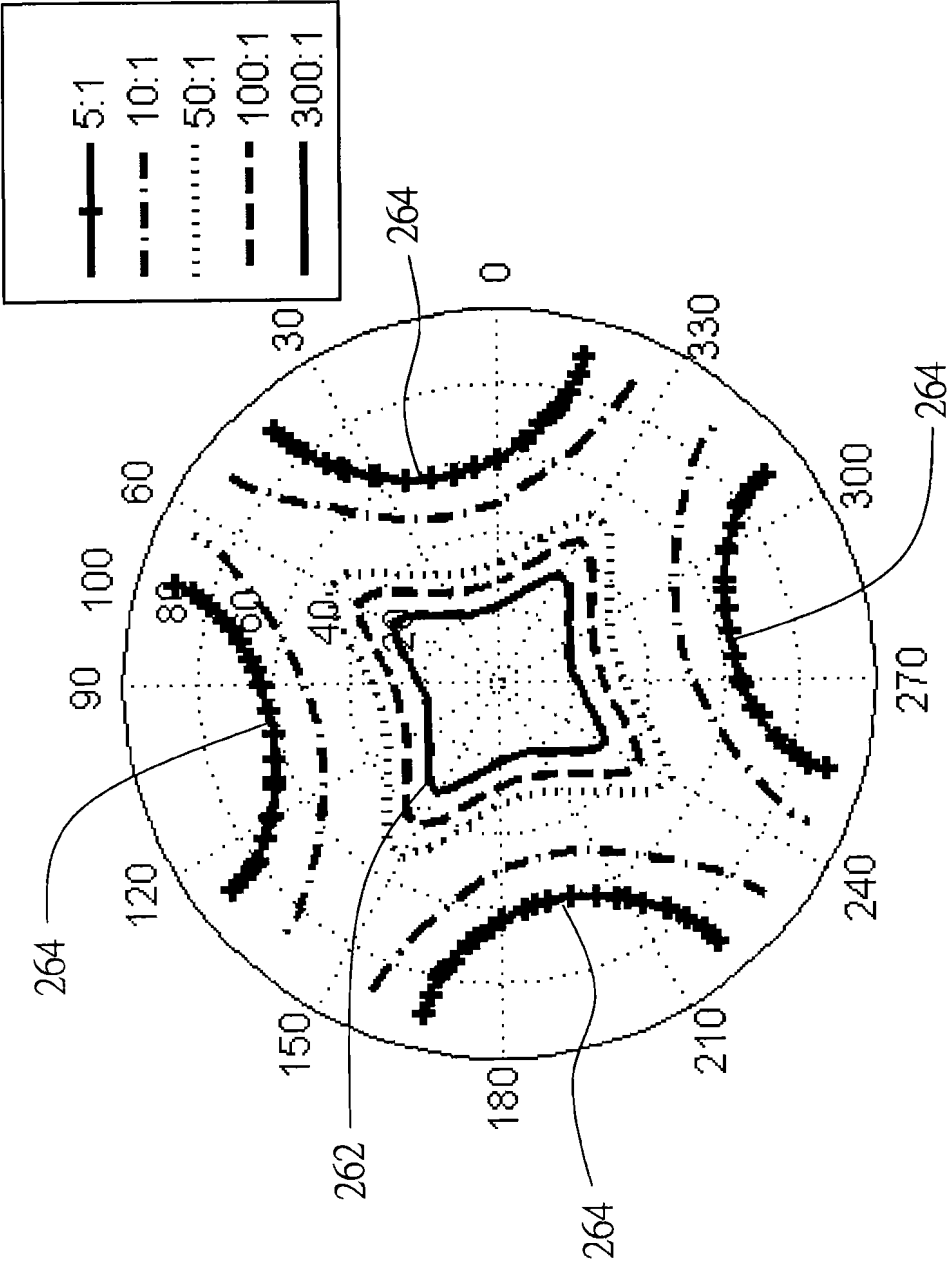


图 18

260

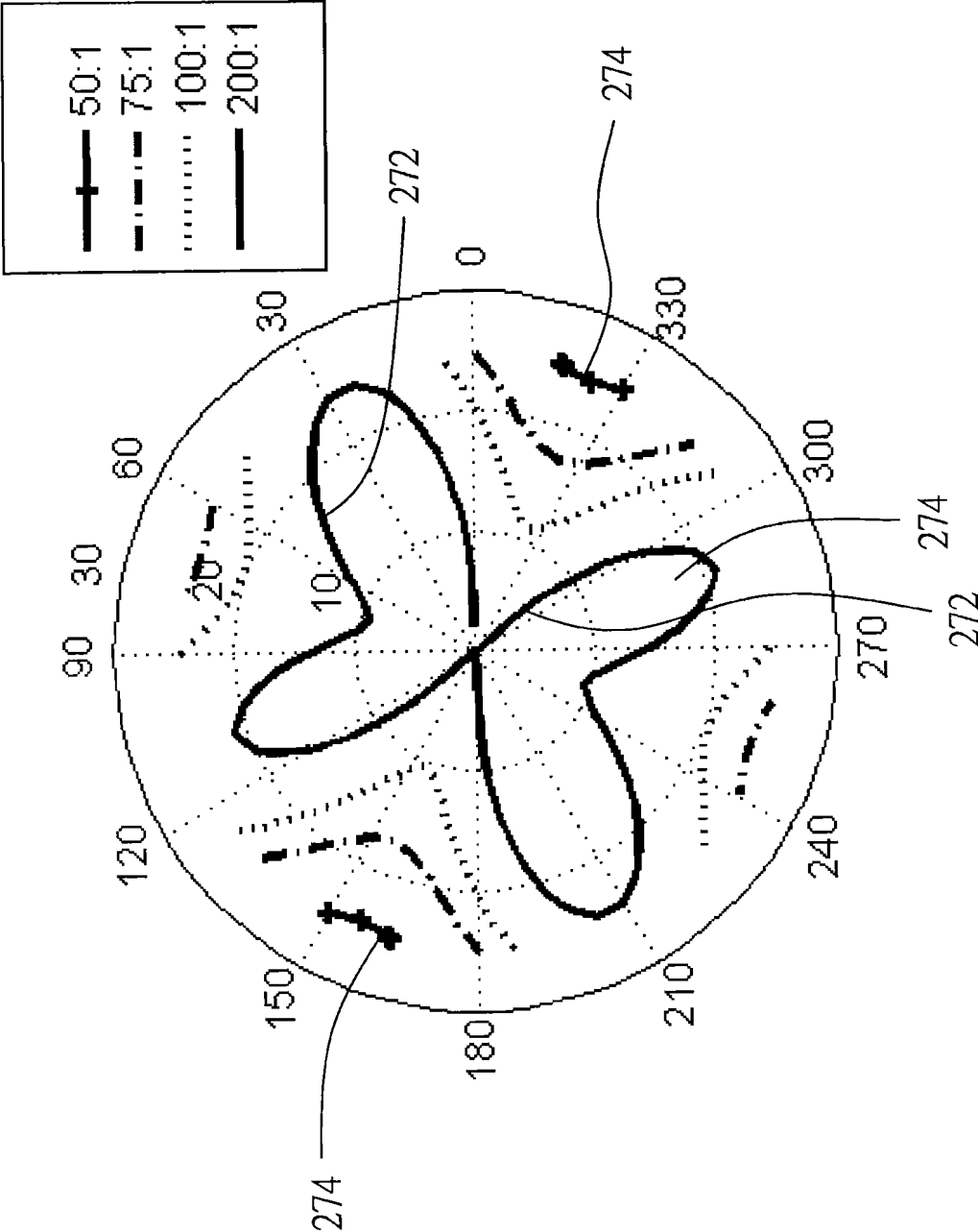


图 19

270

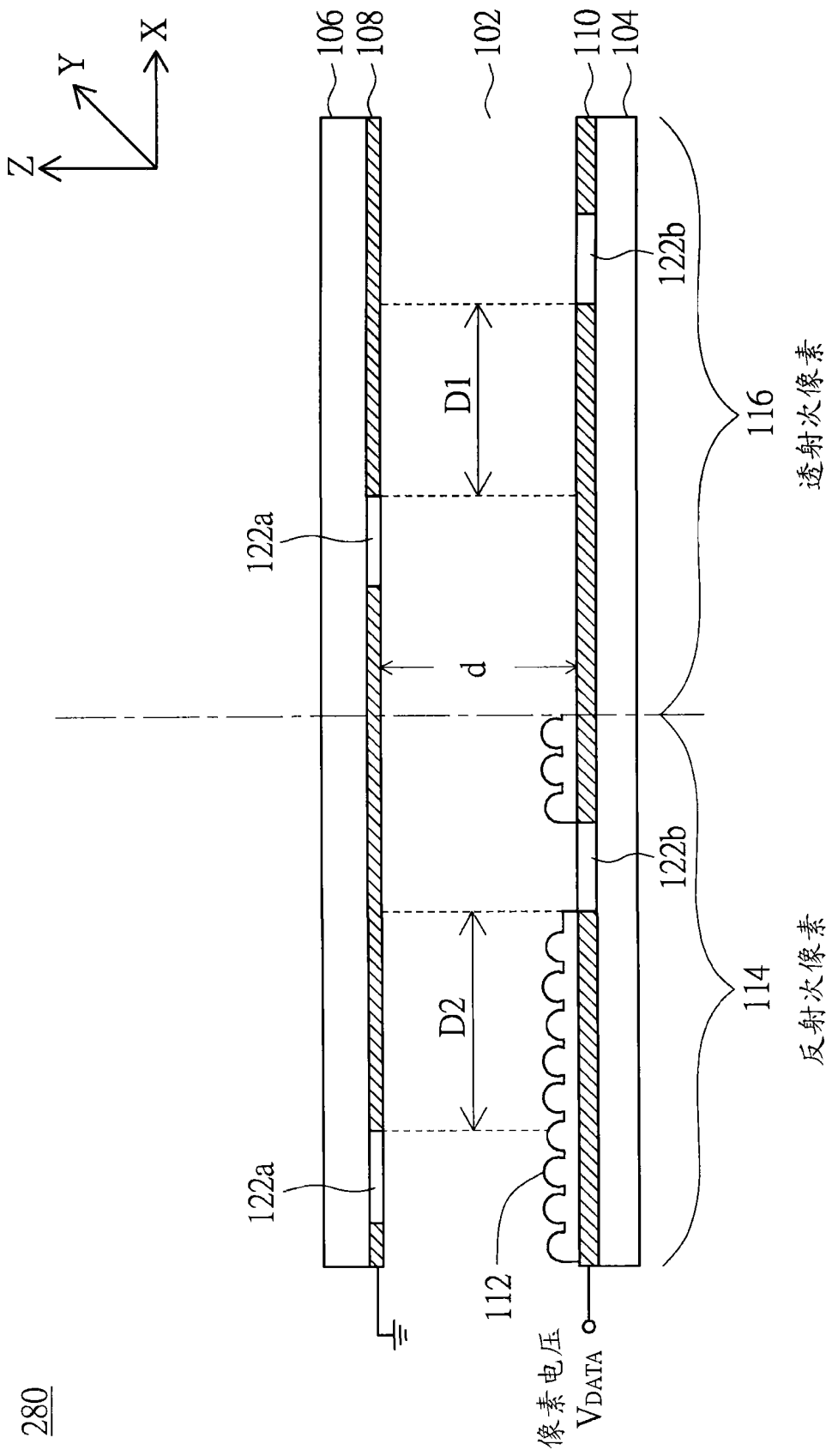


图 20

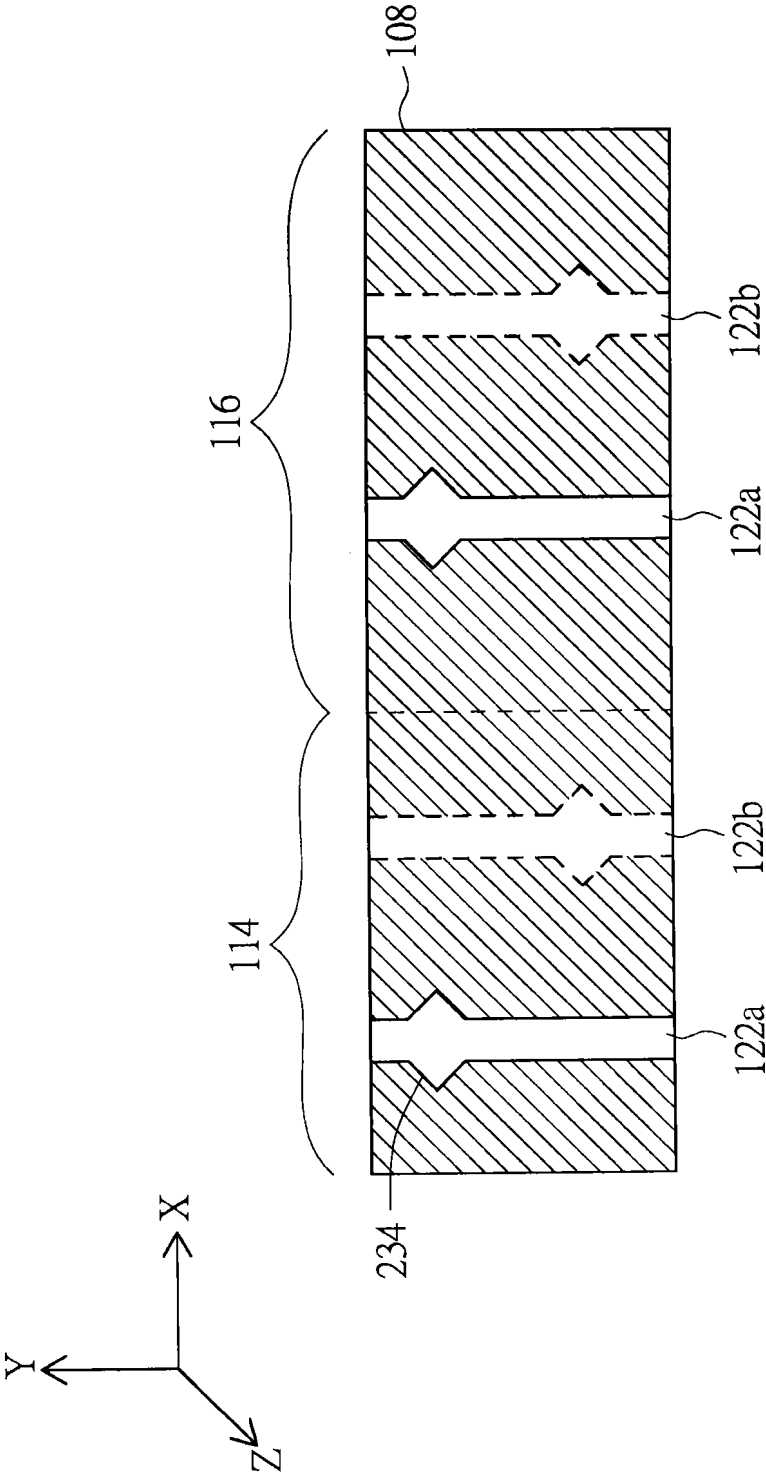


图 21

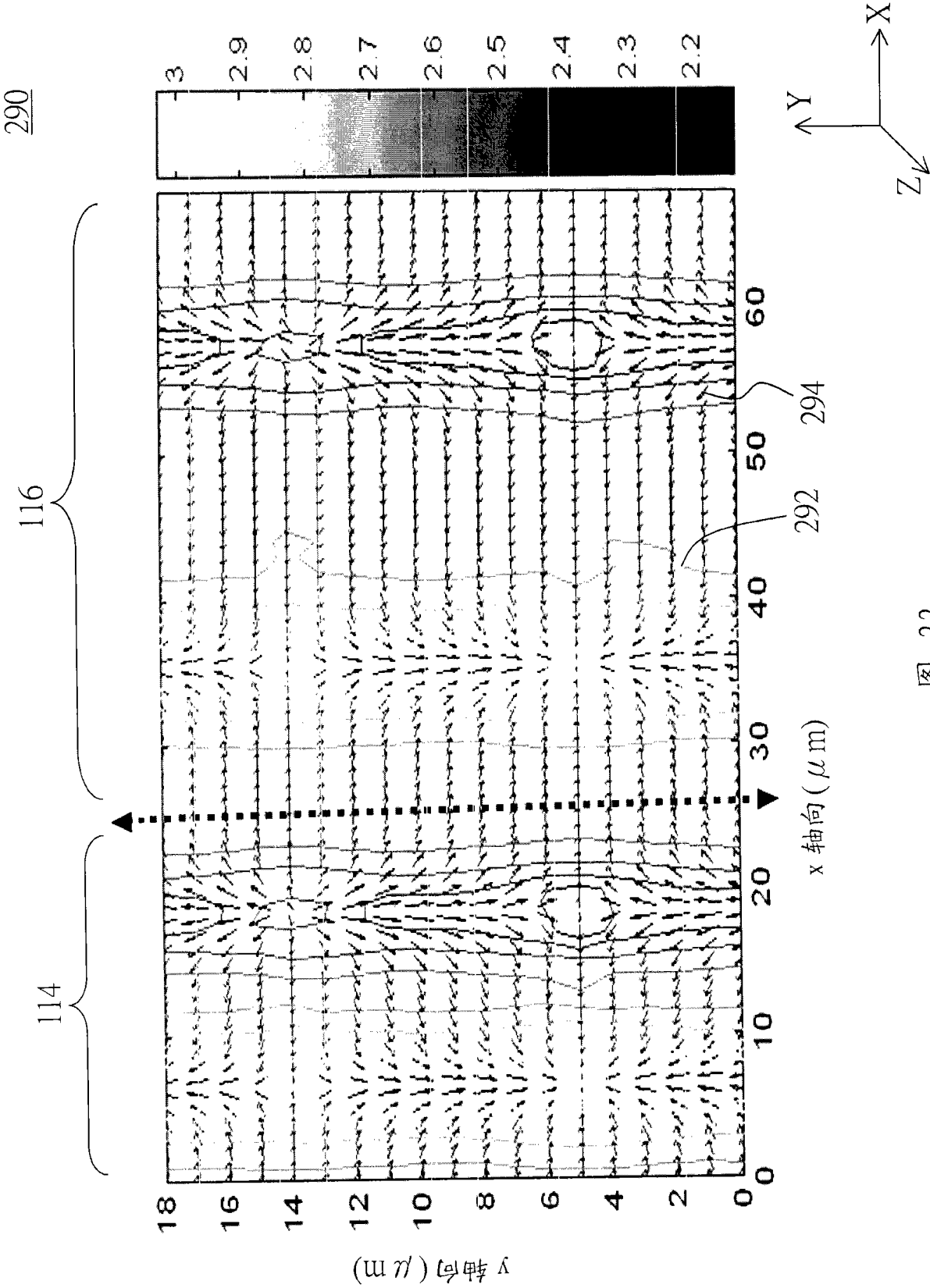


图 22

300

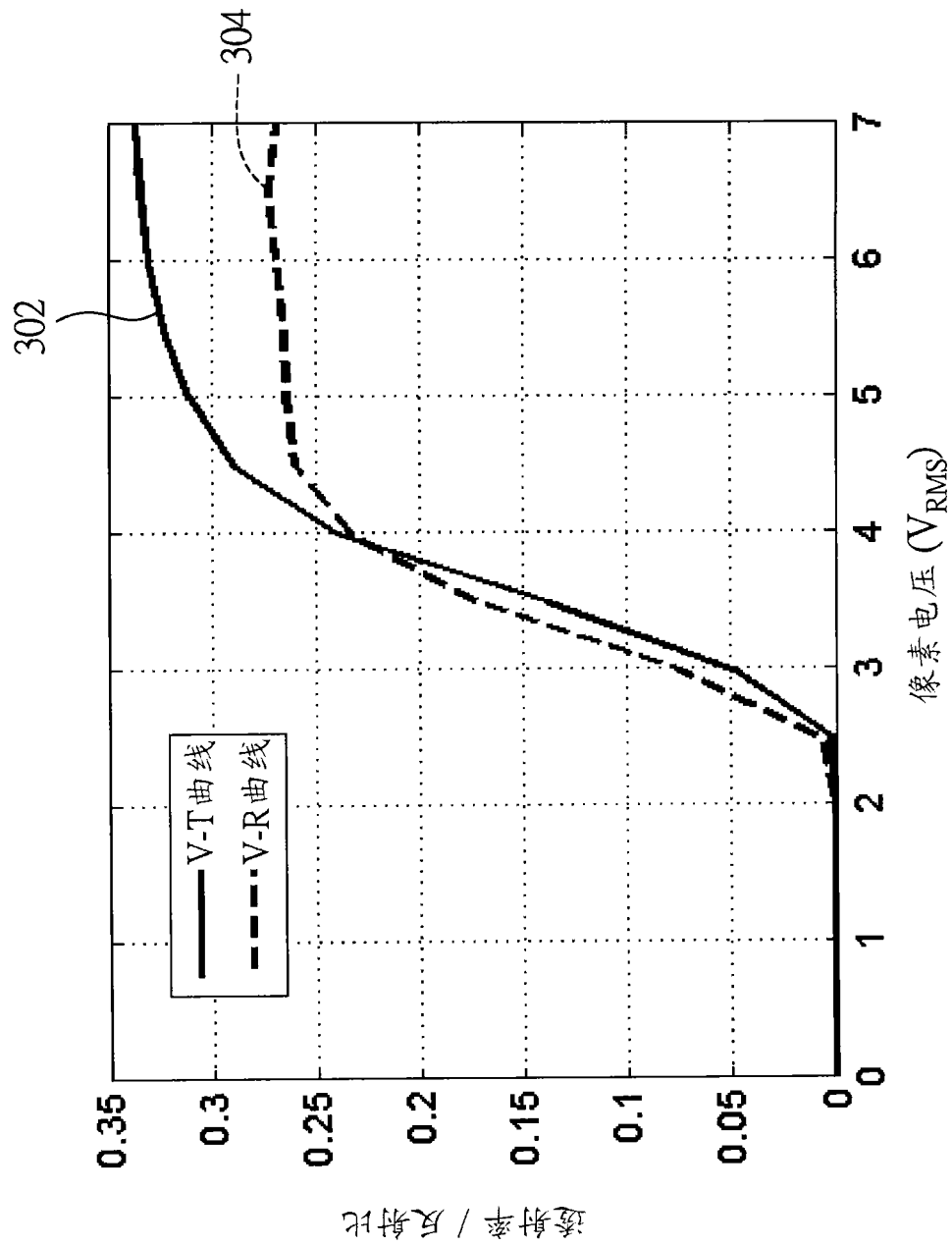


图 23

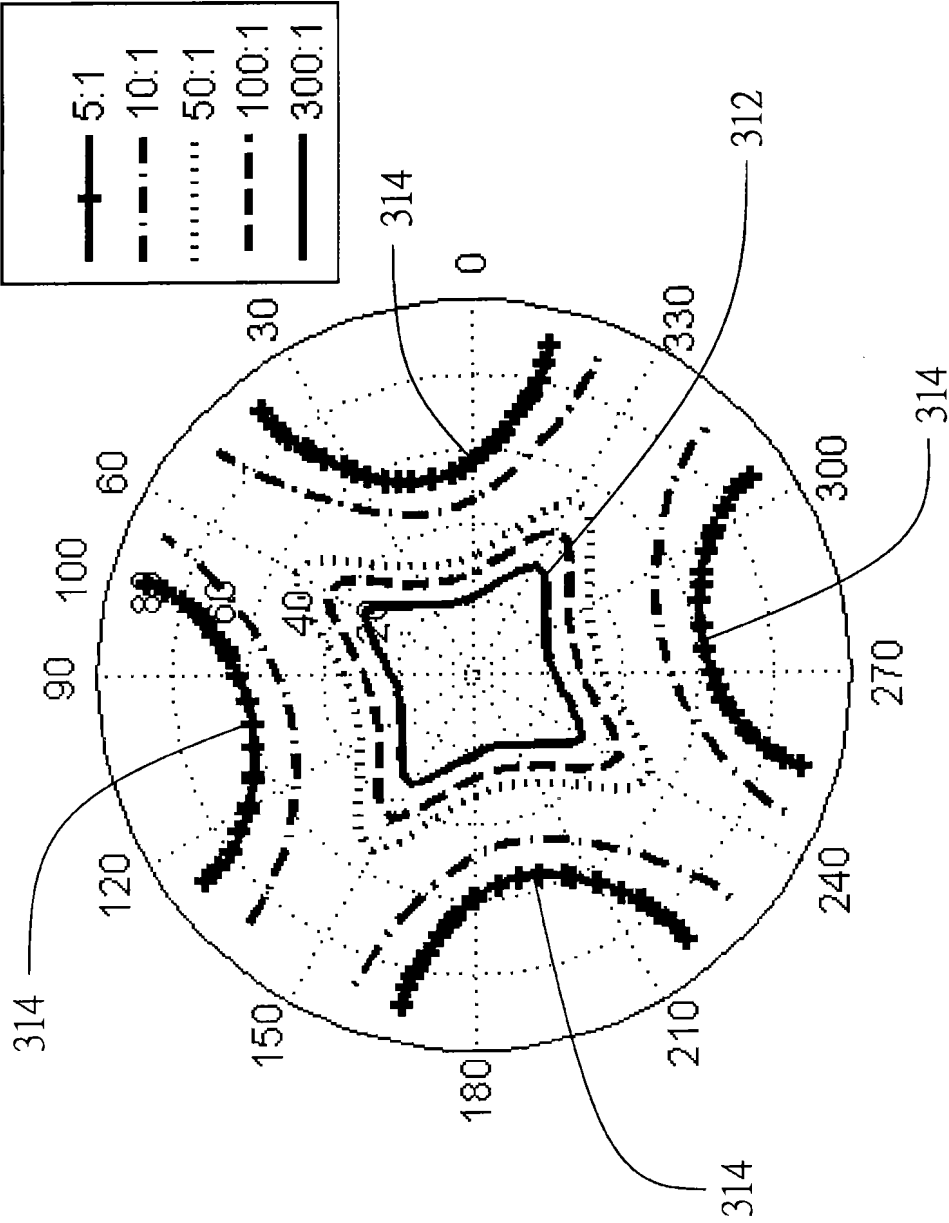


图 24

320

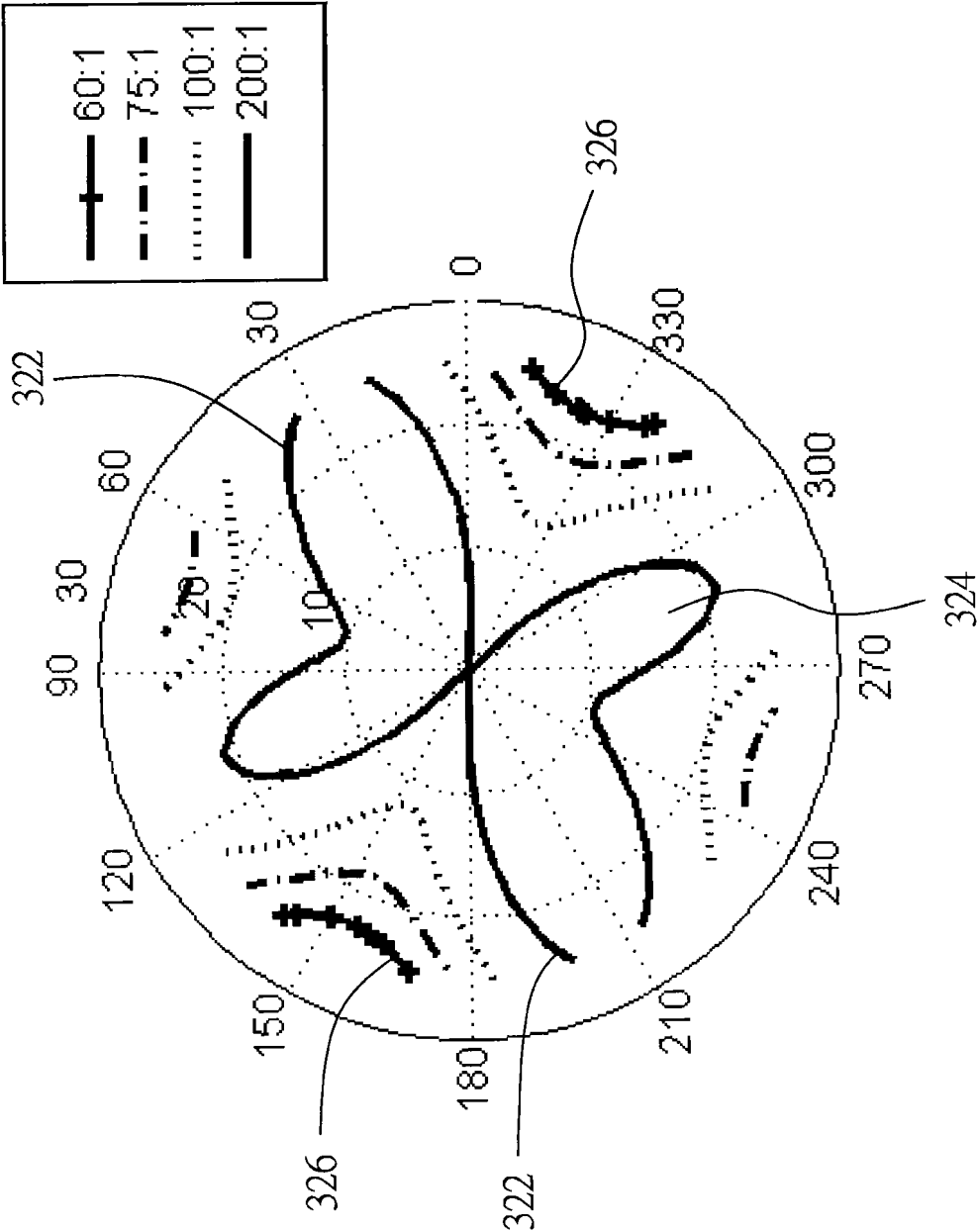


图 25

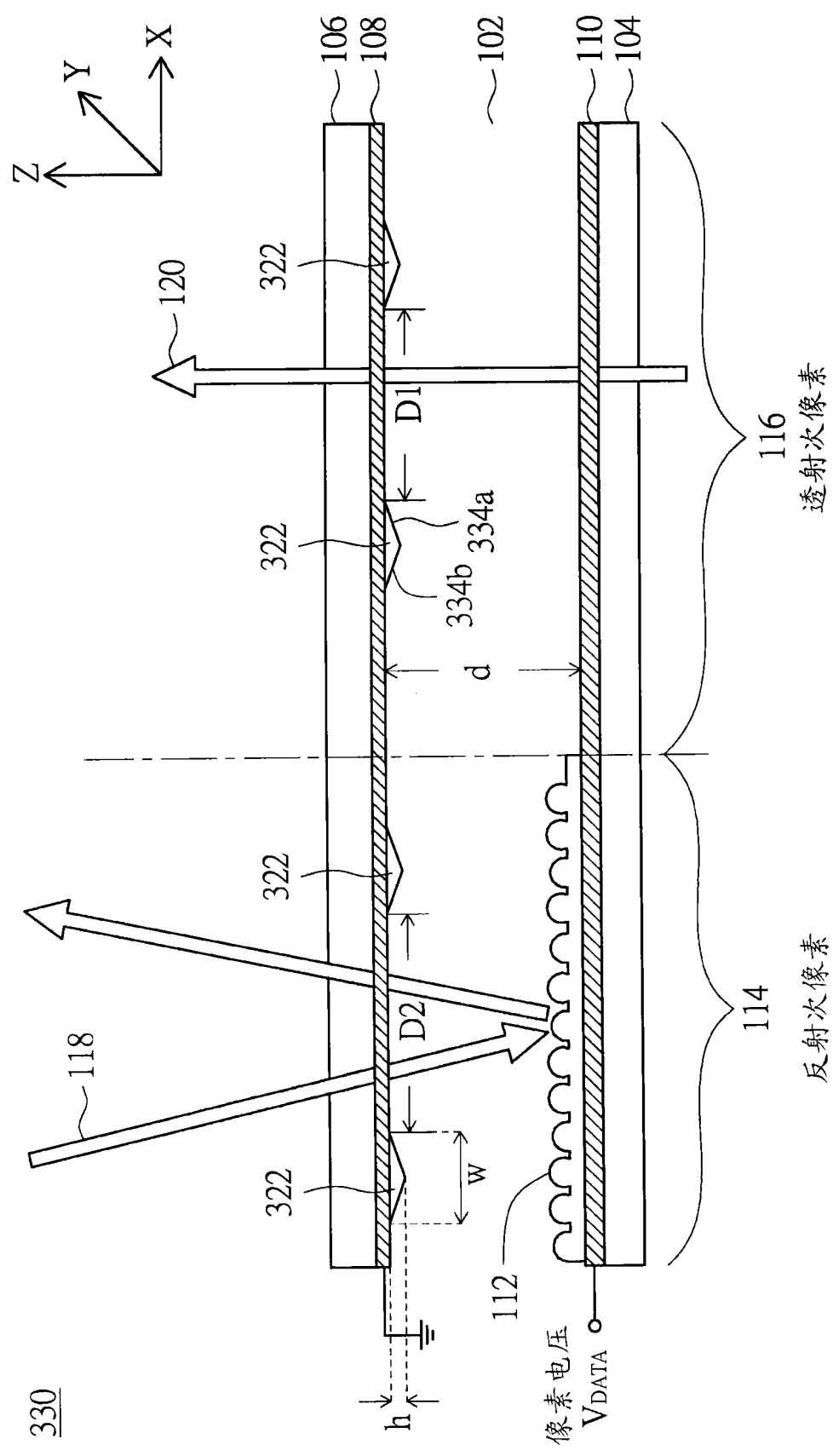


图 26

330

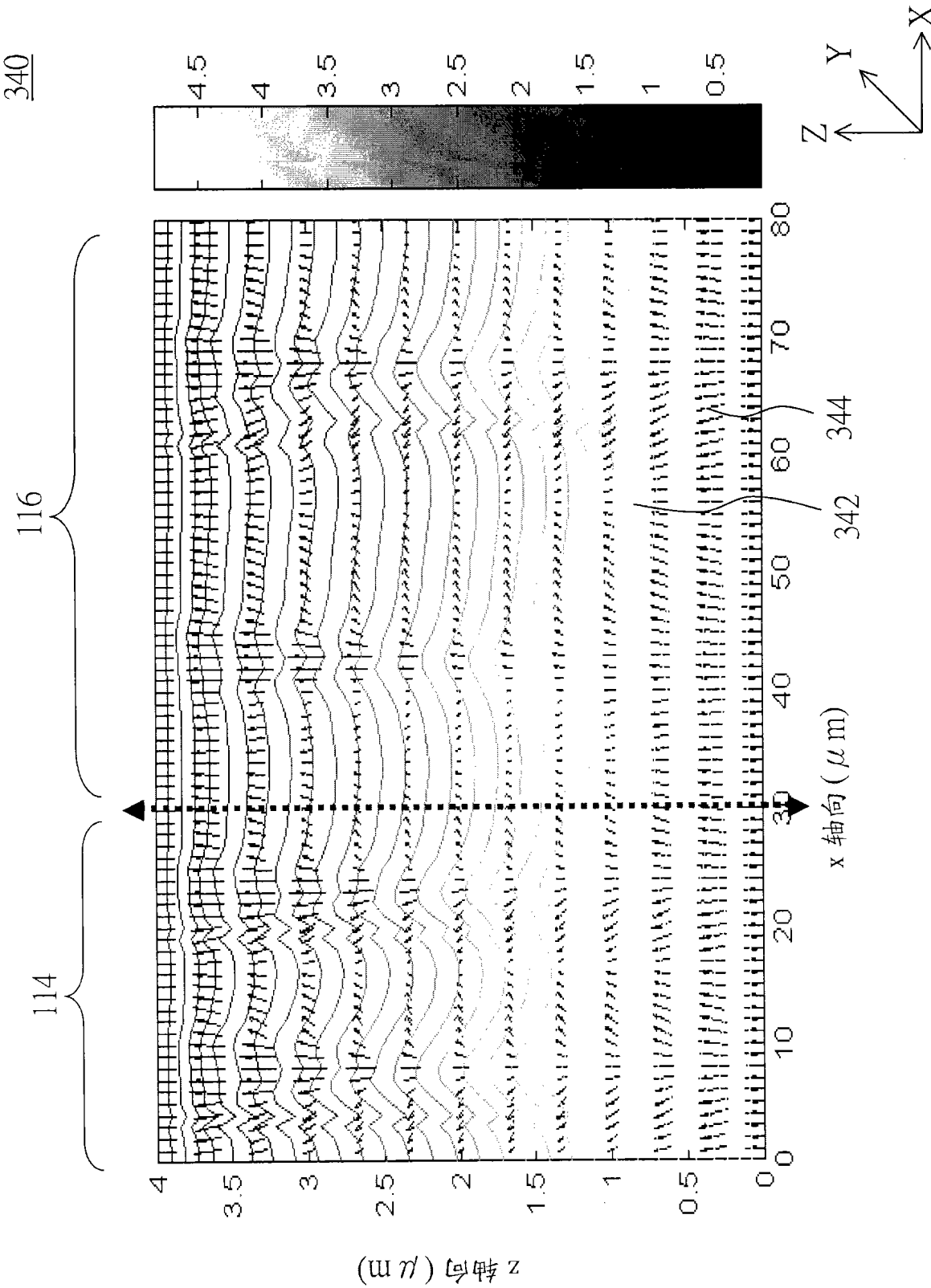


图 27

350

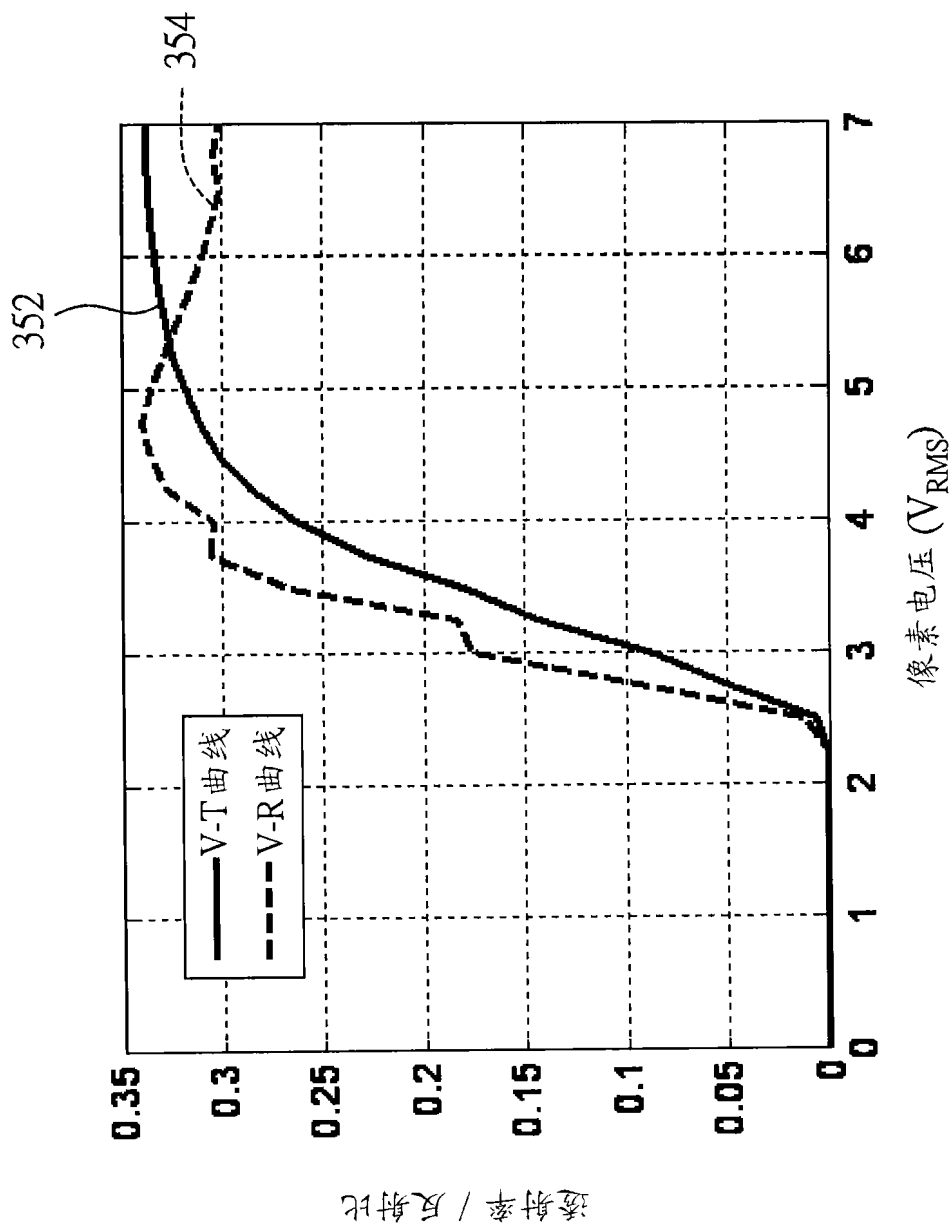


图 28

360

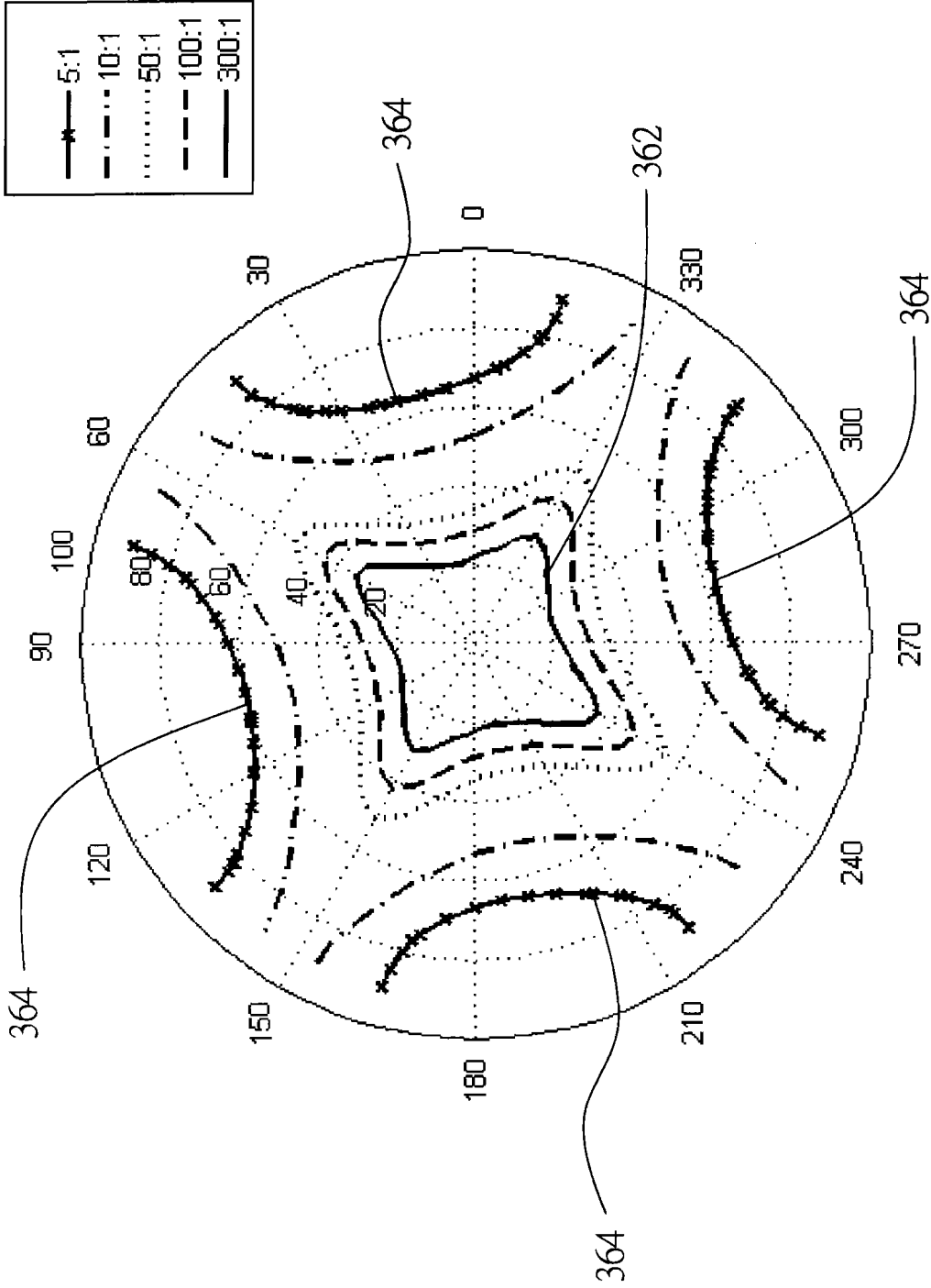


图 29

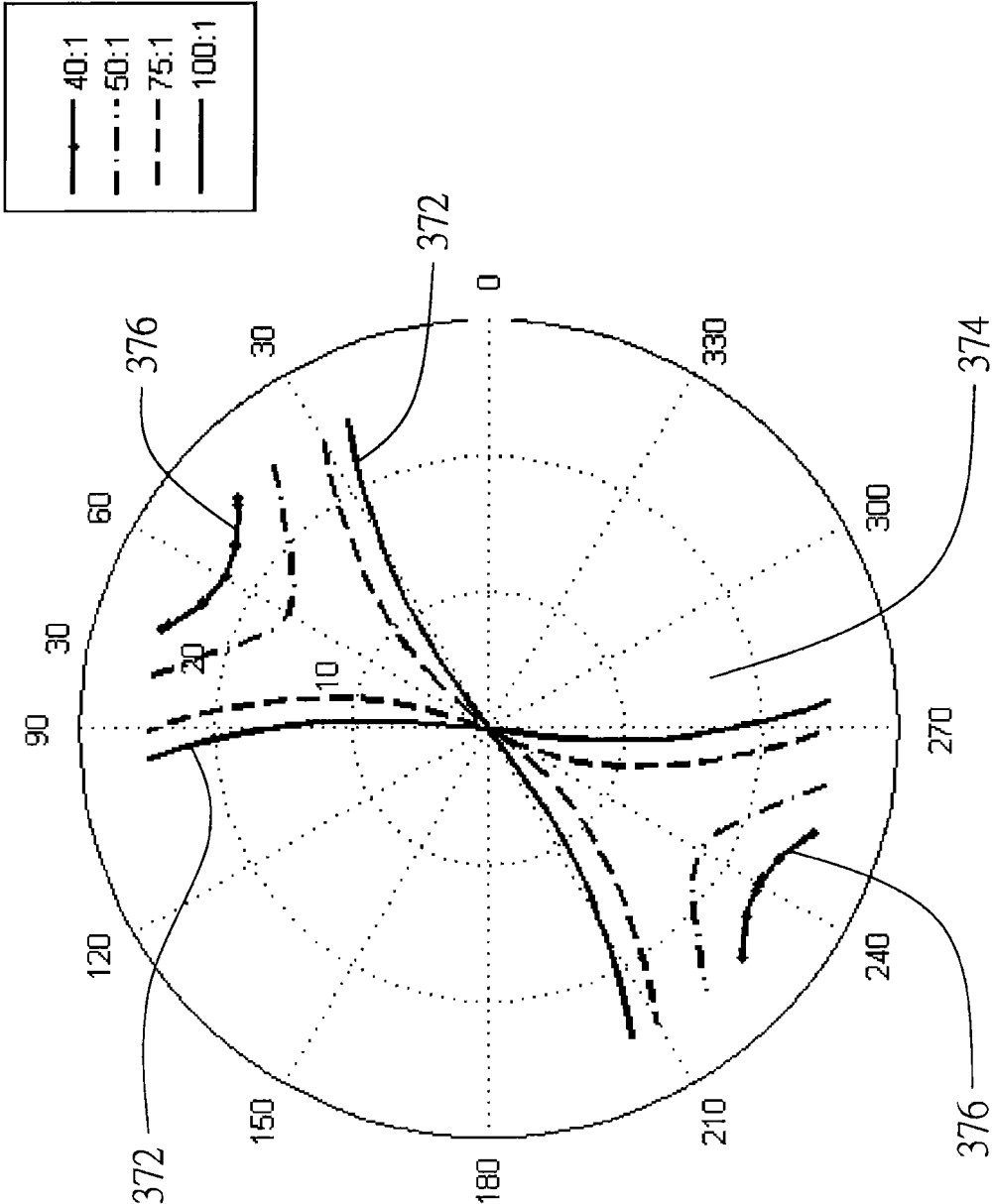
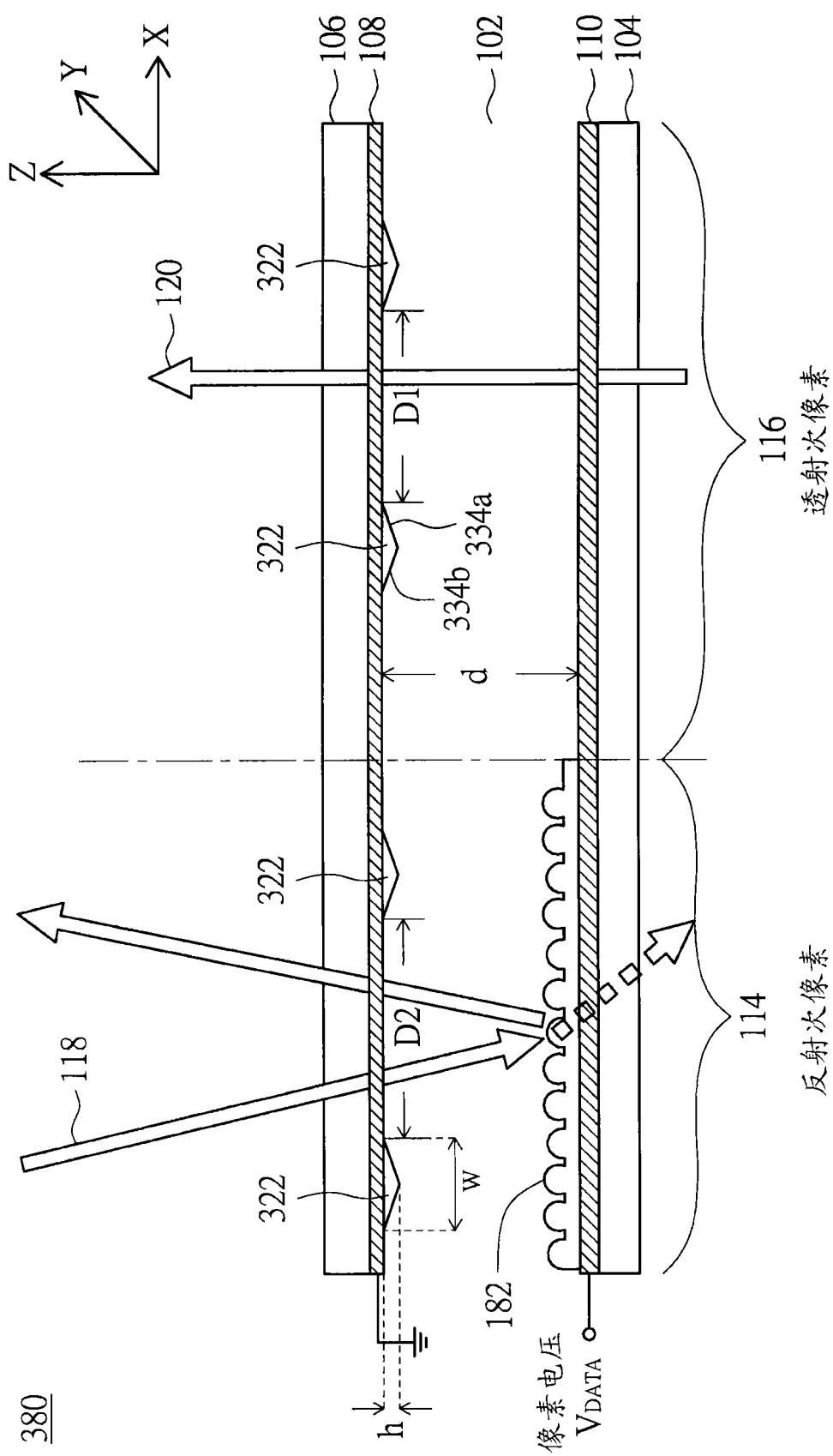


图 30

370



31

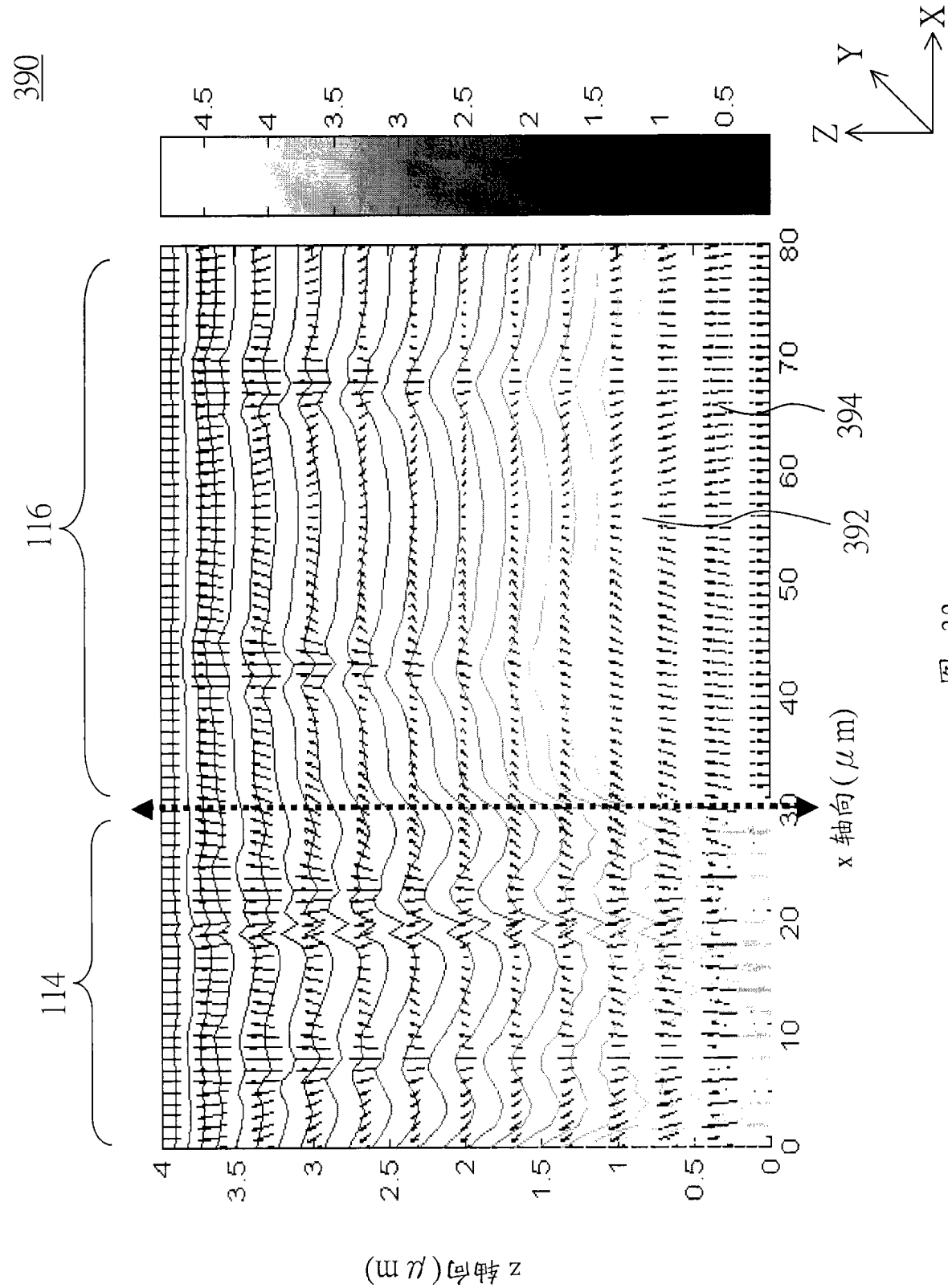


图 32

400

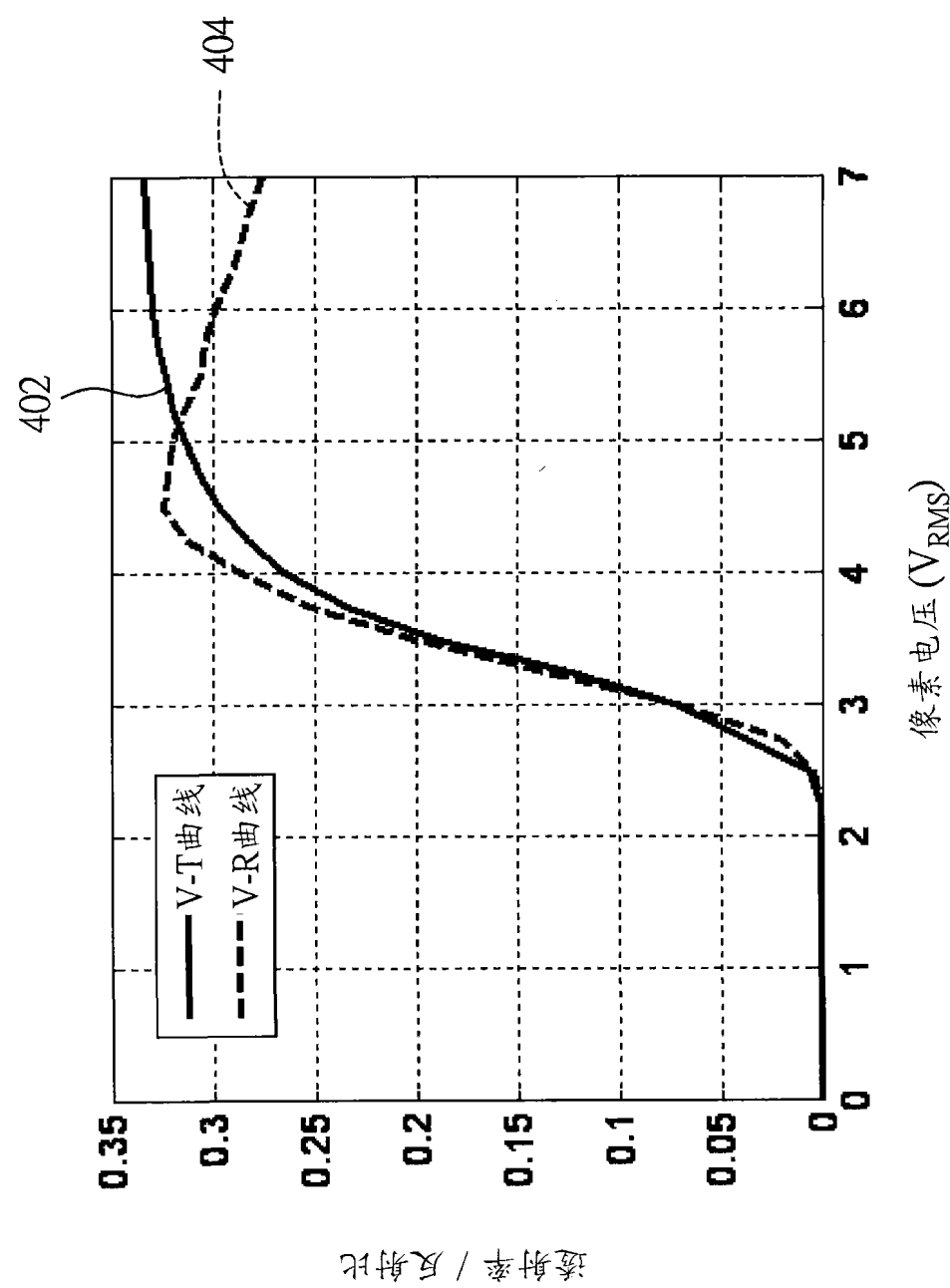


图 33

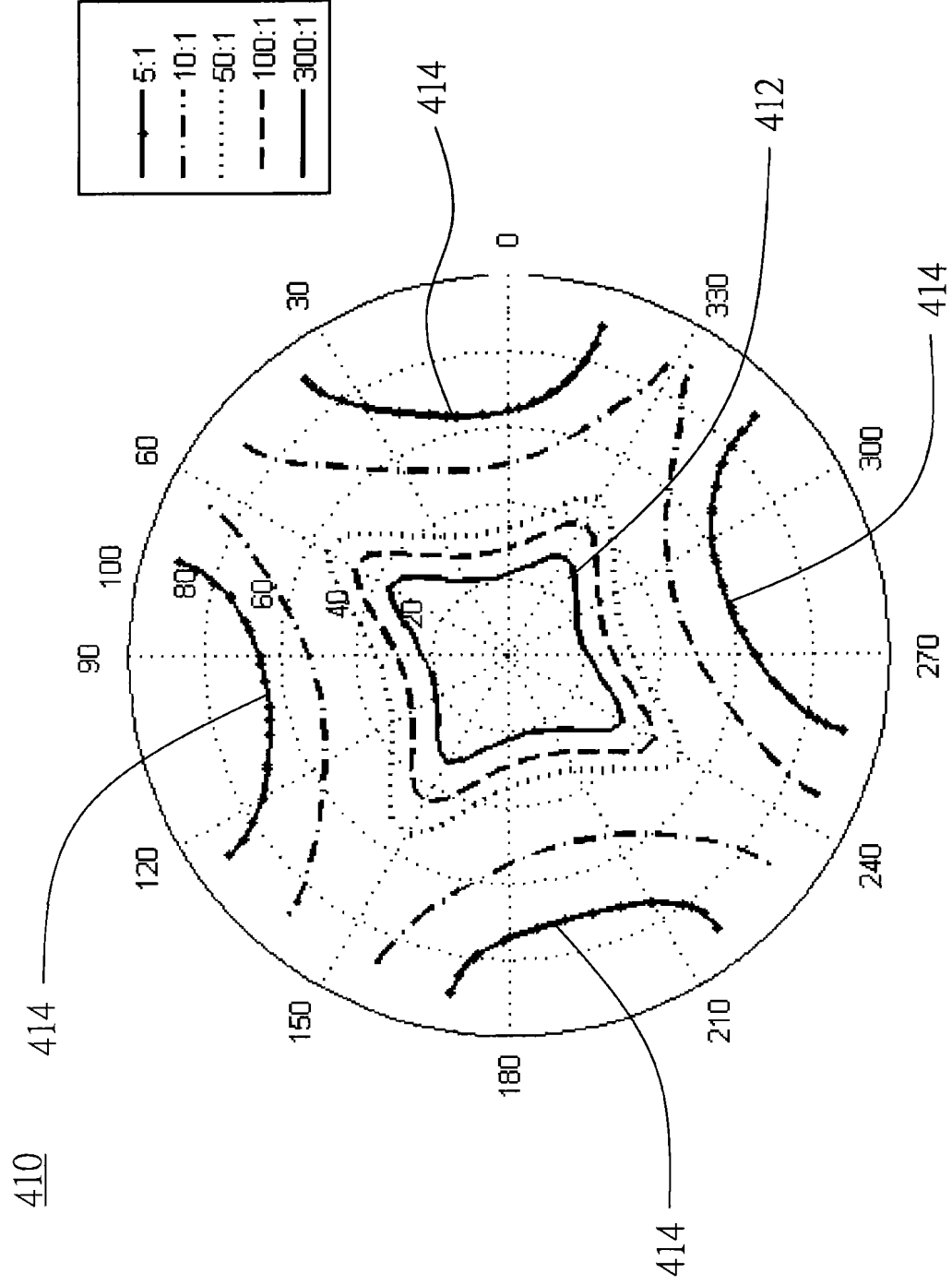


图 34

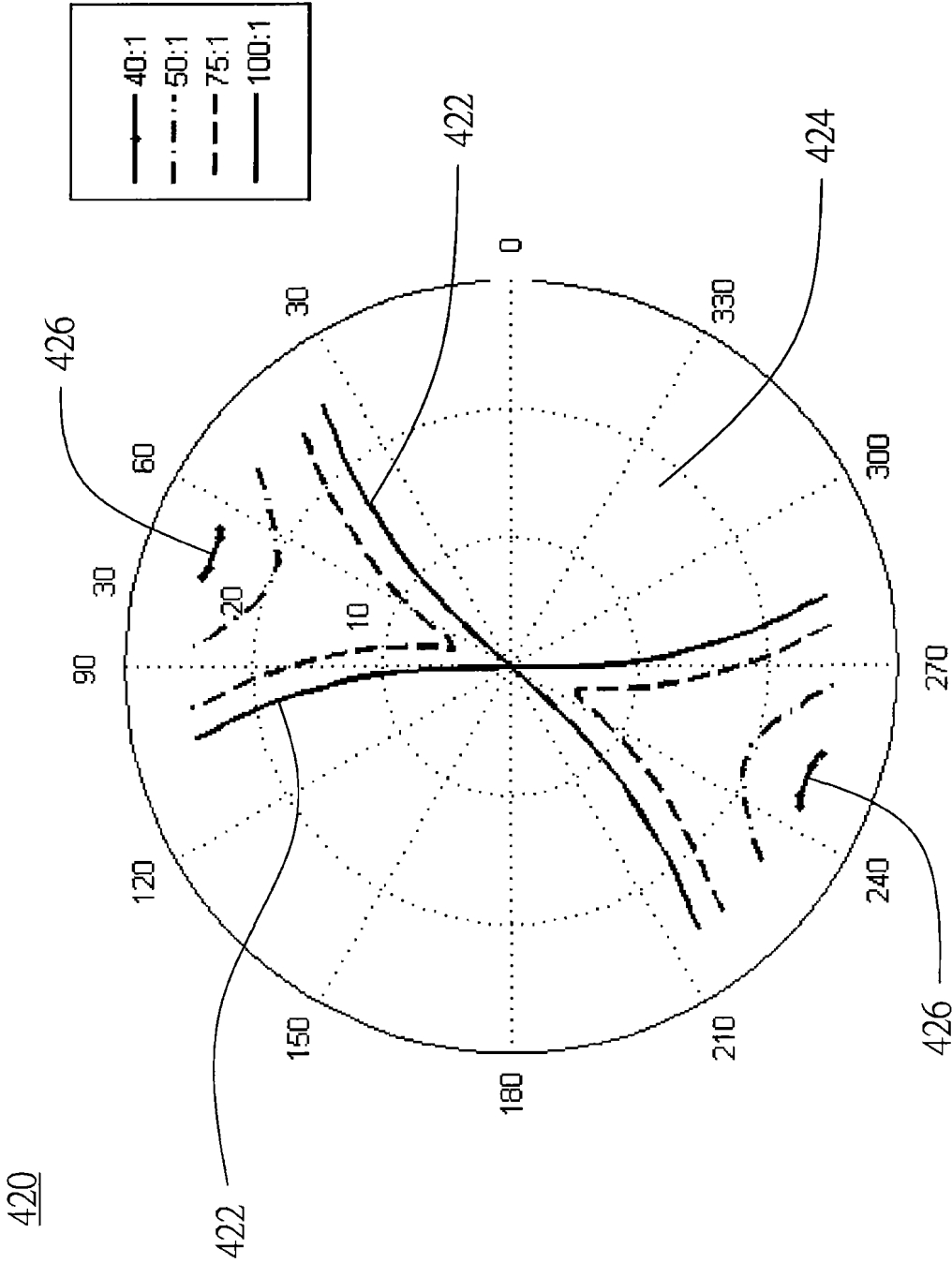


图 35

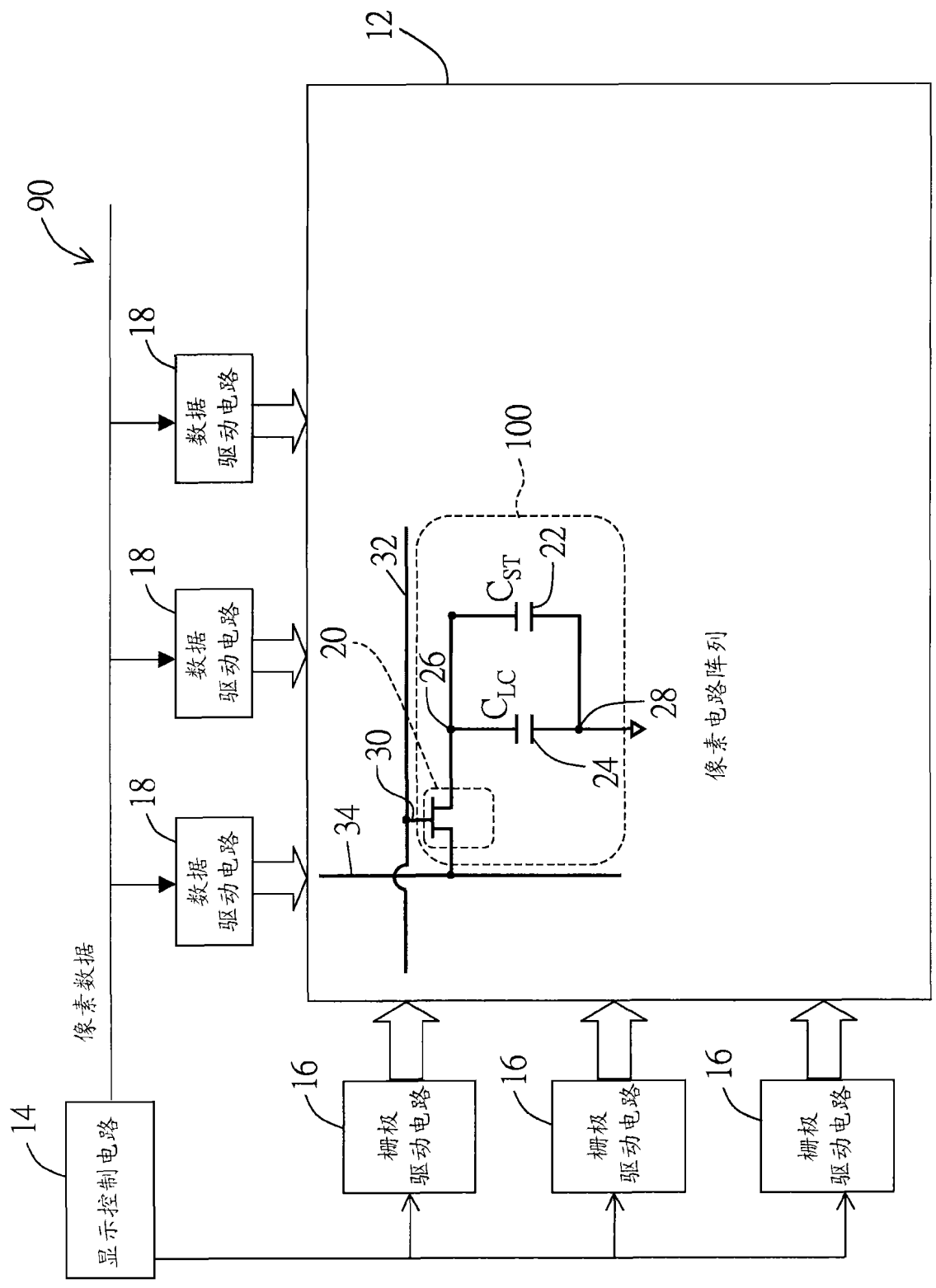


图 36

专利名称(译)	半透射反射显示装置及其操作方法和制造方法		
公开(公告)号	CN101363992A	公开(公告)日	2009-02-11
申请号	CN200810144240.3	申请日	2008-07-28
[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	吕瑞波 吴诗聪 李汪洋 韦忠光		
发明人	吕瑞波 吴诗聪 李汪洋 韦忠光		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/133 G09G3/36		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F2202/40 G02F2001/134318 G02F1/133555 G02F1/1393		
代理人(译)	张波		
优先权	11/834376 2007-08-06 US		
其他公开文献	CN101363992B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种半透射反射显示装置及其操作方法和制造方法。该半透射反射显示装置，其包括多个像素。这些像素各自包括一反射次像素、一透射次像素及多个电极。这些电极具有多个形貌特征，用以在反射次像素及透射次像素的一液晶层之中形成多显示域。位于反射次像素中的电极的形貌特征不同于位于透射次像素中的电极的形貌特征，以使反射次像素的液晶层具有的一光相位延迟介于透射次像素的液晶层的一光相位延迟的20% - 80%。反射次像素与透射次像素具有实质上相同的液晶层间隙，且通过相同的像素电压 - 来驱动。

20

