



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101833198 A

(43) 申请公布日 2010. 09. 15

(21) 申请号 201010120518. 0

(22) 申请日 2010. 02. 22

(30) 优先权数据

12/372, 375 2009. 02. 17 US

(71) 申请人 奇美电子股份有限公司

地址 中国台湾台南县

申请人 中佛罗里达大学研究基金会

(72) 发明人 葛志兵 吴思聪 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 邱军

(51) Int. Cl.

G02F 1/13363 (2006. 01)

G02F 1/133 (2006. 01)

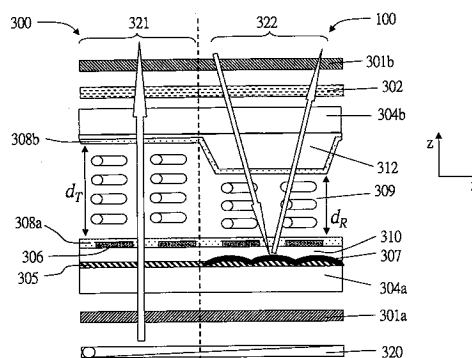
权利要求书 3 页 说明书 21 页 附图 69 页

(54) 发明名称

半透射半反射式液晶显示器及其操作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种半透射半反射式液晶显示器及其操作方法。该广视角半透射半反射式液晶显示器包括一位相差薄膜及多个像素。像素设置于一第一基板及一第二基板之间。各个像素包括一透射区域及一反射区域。当没有施加数据电压于像素时,位相差薄膜具有相位延迟,以补偿在透射区域的液晶层对于法入射光的相位延迟,使其达到暗态。当没有施加数据电压于像素时,在反射区域中的位相差薄膜和液晶层具有相对于法入射光介于 0.22λ 和 0.28λ 之间的相位偏移,使其达到暗态,其中 λ 为入射光波长。



1. 一种半透射半反射式液晶显示器,包括:
 - 第一透明玻璃基板;
 - 第二透明玻璃基板,该第一透明玻璃基板比该第二透明玻璃基板靠近一背光模块;
 - 第一线性偏光板;
 - 第二线性偏光板,该第一线性偏光板比该第二线性偏光板靠近该背光模块;
 - 一位相差薄膜,设置于该第一线性偏光板及该第二线性偏光板之间,
 - 液晶层,设置于第一透明玻璃基板和第二透明玻璃基板之间;及
 - 多个像素,设置于该第一透明玻璃基板及该第二透明玻璃基板之间,各该像素包括:
 - 一透射区域,该透射区域的液晶层具有一第一厚度,当没有数据电压或对应于暗态的一数据电压施加于该像素时,该位相差薄膜的一相位延迟用以补偿一法线入射光在该透射区域的该第一液晶层的该相位延迟,以达到暗态;及
 - 一反射区域,该反射区域的液晶层具有一第二厚度,当没有数据电压或对应于暗态的该数据电压施加于该像素时,位于该反射区域的该位相差薄膜及该液晶层的一组合相对于一法线入射光的一相位延迟范围介于 0.22λ 到 0.28λ 之间,以达到暗态,其中 λ 为该法线入射光的波长。
2. 如权利要求 1 所述的显示器,其中该第一线性偏光板的透射轴垂直于该第二线性偏光板的透射轴,且该液晶层具有一配向方向,该配向方向相对于该第二线性偏光板的该透射轴的夹角介于 40 度到 50 度之间。
3. 如权利要求 2 所述的显示器,其中该位相差薄膜,包括:
 - 一双轴拉伸膜,具有多个主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z ,其中 $n_x > n_y$ 且 $n_z > n_y$ 。
4. 如权利要求 3 所述的显示器,其中该位相差薄膜的具有该 n_z 的轴实质上垂直于该第一线性偏光板和该第二线性偏光板的至少其中之一方向,且该位相差薄膜的具有该 n_y 的轴实质上平行于该液晶层的该配向方向。
5. 如权利要求 1 所述的显示器,其中在该反射区域的该第二线性偏光板、该位相差薄膜及该液晶层的组合形成一圆偏光板。
6. 如权利要求 1 所述的显示器,其中该像素包括:
 - 一像素电极,设置于该透射区域和该反射区域;
 - 一反射电极,于该反射区域;以及
 - 一共同电极;其中该像素电极、该反射电极及该共同电极皆设置于该液晶层的同一侧。
7. 如权利要求 6 所述的显示器,其中该像素电极包括:
 - 多个条状结构,该像素电极设置于该共同电极及该液晶层之间。
8. 如权利要求 6 所述的显示器,其中该共同电极包括:
 - 多个条状结构,该共同电极设置于该像素电极和该液晶层之间。
9. 如权利要求 1 所述的显示器,其中该透射区域中该液晶层的该第一厚度可使该透射区域在该像素操作于亮态时具有一最大亮度,其中在该透射区域减少或增加该液晶层的该第一厚度,将使得操作于该亮态时该像素的该最大亮度减少。
10. 如权利要求 7 所述的显示器,其中该液晶层包括一负介电质各向异性液晶材料。
11. 如权利要求 10 所述的显示器,其中该液晶层具有一初始表面配向角,该初始表面

配向角相对于该些条状电极的长边方向的一夹角介于 55 度到 85 度之间。

12. 如权利要求 1 所述的显示器,其中该液晶层包括一正介电质各向异性液晶材料,该共同电极包括多个条状结构,且位于一像素电极及该液晶层之间,该液晶层具有一初始表面配向角,该初始表面配向角相对于该共同电极的条状结构的长边方向的夹角介于 5 度到 35 度之间。

13. 如权利要求 1 所述显示器,其中还包括:

一第一补偿膜和一第二补偿膜,该第一补偿膜比该第二补偿膜靠近该背光模块,该第一补偿膜及该第二补偿膜位于该液晶层的不同侧,该第一补偿膜及该第二补偿膜具有多个折射率,用以补偿该第一线性偏光板及该第二线性偏光板离轴入射光的一有效角偏差,并减少离轴光漏损。

14. 如权利要求 13 所述的显示器,其中该第一补偿膜及该第二补偿膜包括:

一正单轴 A 板,具有多个折射率 $n_x > n_y = n_z$; 以及

一负单轴 A 板,具有多个折射率 $n_y < n_x = n_z$ 。

15. 如权利要求 13 所述的显示器,其中该第一补偿膜及该第二补偿膜的光轴平行或垂直于该第一线性偏光板及该第二线性偏光板的透射轴。

16. 如权利要求 1 所述显示器,其中还包括:

第二位相差薄膜,该第二位相差薄膜包括一单轴 C 板,该单轴 C 板设置于该第一线性偏光板及该第二线性偏光板之间,且具有多个折射率 $n_x = n_y \neq n_z$ 。

17. 如权利要求 1 所述显示器,其中该液晶层具有多个液晶分子,当该像素操作于暗态时,该些液晶分子平行配向于该第一透明玻璃基板及该第二透明玻璃基板。

18. 一种半透射半反射式液晶显示器,包括:

一第一透明玻璃基板;

一第二透明玻璃基板,该第一透明玻璃基板比该第二透明玻璃基板更靠近一背光模块;

一第一线性偏光板;

一第二线性偏光板,该第一线性偏光板比该第二线性偏光板更靠近该背光模块;

一第一位相差薄膜;

一液晶层,设置于第一透明玻璃基板和第二透明玻璃基板之间;及

多个像素,设置于该第一透明玻璃基板及该第二透明玻璃基板,各该像素包括:

一透射区域,该透射区域的该液晶层具有一第一厚度,当该像素操作于暗态时,该第一位相差薄膜的一相位延迟用以抵消对于一法线入射光在该透射区域的该液晶层的该相位延迟;及

一反射区域,该反射区域的液晶层具有一第二厚度,当该像素操作于该暗态时,该反射区域的该液晶层具有相对于该法线入射光的一相位延迟,该相位延迟介于 0.22λ 和 0.28λ 之间,其中 λ 为该法线入射光的波长。

19. 一种操作半透射半反射式液晶显示器的方法,该方法包括:

在该显示器的一像素的一透射区域中,当没有数据电压或对应于暗态的一数据电压施加于该像素时,通过一位相差薄膜对于一法线入射光提供一第一相位延迟,以补偿经过一液晶层的该法线入射光的一第二相位延迟,以达到暗态;以及

在该像素的一反射区域中,当没有数据电压或对应于暗态的一数据电压施加于该像素时,通过该位相差薄膜与该液晶层的一组合对于该法线入射光提供介于 0.22λ 和 0.28λ 之间的一相位延迟,以达到一暗态, λ 为该该法线入射光的波长。

20. 如权利要求 19 所述的方法,还包括通过在该透射区域施加一数据电压于一像素电极及该液晶层之间,并在该反射区域施加该数据电压于一反射电极及该像素电极之间,以在该液晶层产生多个边缘电场,该些边缘电场具有多个分量,该些分量平行于该液晶层的表面,其中该像素电极、该反射电极及该共同电极皆位于相对该液晶层的同一侧。

半透射半反射式液晶显示器及其操作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液晶显示器及其操作方法,且特别涉及一种半透射半反射式液晶显示器及其操作方法。

背景技术

[0002] 以下是关于广视角半透射半反射式液晶显示器的描述。

[0003] 在某些实施例中,半透射半反射式液晶显示器包括数个像素。各个像素具有通过背光单元发光的透射区域及通过环境光发光的反射区域。液晶单元设置在下玻璃基板和上玻璃基板之间,这些玻璃基板置于下圆偏光板和上圆偏光板之间。下圆偏光板可包含第一线性偏光板、第一半波片及第一四分之一波片。上圆偏光板可包含第二线性偏光板、第二半波片及第二四分之一波片。液晶层通过基板内部表面的下配向层和上配向层来配向,使得液晶层起始时配向于基板的同一方向。板状像素电极形成于透射区域的下基板上。连接像素电极的导电金属反射层形成于反射区域。在上基板上,共同电极形成于透射区域及反射区域。

[0004] 如上述实施例,从背光单元发出的光线在透射区域中穿越液晶单元一次,而从顶边进入的环境入射光线在反射区域中穿越液晶单元两次。为了补偿它们的光程路径差异,介电凸块形成于反射区域中,以使让反射区域中的液晶层厚度大约为透射区域中的液晶层厚度一半。当透射区域的相位延迟 $\Delta n \cdot d_t$ 大约为 $1/2 \lambda$ (其中 $\Delta n = n_e - n_o$, n_e 、 n_o 为液晶材料的异常折射率及正常折射率),且在反射区域部分大约为 $1/4 \lambda$ 时(其中 λ 为入射光波长),透射区域将产生最大透射率,而反射区域将产生最大反射率。当施加高电压时,液晶分子将重新配向而垂直于基板,在反射区域和透射区域中将产生可忽略的相位延迟,以达到共同的暗态。

发明内容

[0005] 根据本发明的一方面,提出一种半透射半反射式液晶显示器,包括第一玻璃基板、第二玻璃基板、第一线性偏光板、第二线性偏光板及位相差薄膜。第一玻璃基板比第二玻璃基板更靠近背光模块。第一线性偏光板比第二线性偏光板更靠近背光模块。位相差薄膜介于第一线性偏光板及第二线性偏光板之间。显示器包括位在第一基板及第二基板之间的数个像素,各个像素包括透射区域和反射区域。透射区域具有第一厚度的液晶层。当没有施加数据电压或施加相对于暗态的电压时,位相差薄膜具有相位延迟,以补偿在透射区域中对于法线入射光在液晶层的相位延迟,使其达到暗态。反射区域具有第二厚度的液晶层。当没有数据电压或相对于暗态的数据电压施加于像素时,位于反射区域的位相差薄膜及液晶层的组合相对于法线入射光的相位延迟范围介于 0.22λ 和 0.28λ 之间,以使其达到暗态,其中 λ 为光线的波长。

[0006] 实施例可包括一或多个以下特征。当像素操作于暗态时,液晶层的液晶分子实质上平行于玻璃基板。第一线性偏光板的透射轴垂直于第二线性偏光板的透射轴。液晶层具

有配向方向,配向方向相对于第二线性偏光板的透射轴的角度为 40 度到 50 度。位相差薄膜包括具有主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z 的双轴拉伸膜,其中 $n_x > n_y$ 且 $n_z > n_y$ 。在某些实施例中,位相差薄膜具有折射率 $n_x = n_z$ 。位相差薄膜的 n_z 轴实质上垂直于第一线性偏光板及第二线性偏光板的至少其中之一,且位相差薄膜的 n_y 轴实质上平行于液晶层的配向方向。

[0007] 在反射区域中,第二线性偏光板、位相差薄膜及液晶层的组合形成圆偏光板。像素包括在透射区域和反射区域中的像素电极、反射区域的反射电极及共同电极。其中像素电极、反射电极及共同电极皆设置于相对于液晶层的同一侧。在某些实施例中,像素电极包含条状结构,且像素电极设置在共同电极和液晶层之间。各个条状结构具有介于 2 μm 到 8 μm 的宽度,及介于 2 μm 到 10 μm 的间距。在某些实施例,共同电极包含条状结构,且共同电极位在像素电极和液晶层之间。

[0008] 显示器的控制器通过单一灰阶伽马控制曲线驱动透射区域和反射区域。当像素操作于亮态时,在透射区域中第一厚度的液晶层,将使透射区域具有最大亮度。其中在透射区域增加或减少液晶层的厚度将会造成像素亮度降低。在某些实施例中,液晶层包括负介电质各向异性液晶材料。液晶层具有一起始表面配向角度,其相对于条状电极的长边方向为 55 度到 85 度。在某些实施例中,液晶层包括正介电质各向异性液晶材料,像素电极包括条状结构且设置于共同电极及液晶层之间。液晶层具有一起始表面配向角度,其相对于条状电极的长边方向为 5 度到 35 度。在某些实施例中,液晶层包括正介电质各向异性液晶材料,共同电极包括条状结构且设置于像素电极及液晶层之间。液晶层具有一起始表面配向角度,其相对于条状电极的长边方向为 5 度到 35 度。

[0009] 显示器包括第一补偿膜及第二补偿膜,第一补偿膜比第二补偿膜靠近背光单元,第一补偿膜及第二补偿膜设置在液晶层的不同侧。第一补偿膜及第二补偿膜的折射率用以补偿第一线性偏光板及第二线性偏光板在离轴入射光的有效角的偏移,并减少离轴光的漏出。第一补偿膜及第二补偿膜包括正单轴 A 板及负 A 板。正单轴 A 板具有折射率 $n_x > n_y = n_z$,而负 A 板具有折射率 $n_y < n_x = n_z$ 。第一补偿膜及第二补偿膜的光轴不是平行就是垂直于第一线性偏光板及第二线性偏光板的透射轴。显示器包括第二位相差薄膜,第二位相差薄膜包括单轴 C 板。单轴 C 板设置于第一线性偏光板及第二线性偏光板之间,并具有折射率 $n_x = n_y \neq n_z$ 。

[0010] 根据本发明的另一方面,提出一种半透射半反射式液晶显示器,包括第一透明玻璃基板、第二透明玻璃基板、第一线性偏光板、第二线性偏光板及第一相位差薄膜。第一玻璃基板比第二玻璃基板靠近背光模块。第一线性偏光板比第二线性偏光板靠近背光模块。显示器包括数个像素。像素设置于第一基板及第二基板之间,各个像素包括透射区域和反射区域。透射区域中具有第一厚度的液晶层,当像素操作于暗态时,第一位相差薄膜的相位延迟可以抵消在透射区域对于法线入射光在液晶层的相位延迟。反射区域具有第二厚度的液晶层,当像素操作于暗态时,反射区域的液晶层相对于法线入射光的相位延迟介于 0.22λ 到 0.28λ ,其中 λ 为光线的波长。

[0011] 数个实施例可包括一或多个以下特征。第一位相差薄膜设置于第一线性偏光板及液晶层之间。第一线性偏光板具有透射轴,第一线性偏光板的透射轴垂直于第二线性偏光板的透射轴。液晶层具有配向方向,配向方向相对于第二线性偏光板的透射轴的角度在 40 度到 50 度之间。第一位相差薄膜包含双轴拉伸膜,双轴拉伸膜具有主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z ,其

中 $n_x > n_y$ 且 $n_z > n_y$ 。第一位相差薄膜的 n_z 轴实质上垂直于第一线性偏光板及第二线性偏光板的至少其中之一。第一位相差薄膜的 n_y 轴实质上平行于液晶层的配向方向。

[0012] 像素包含像素电极、反射电极及共同电极。像素电极位于透射区域和反射区域,反射电极位于反射区域。像素电极、反射电极及共同电极皆位于液晶层的同一侧。像素电极包括条状结构,共同电极为板状,且像素电极设置在共同电极和液晶层之间。共同电极包含条状结构,像素电极为板状,且共同电极设置在像素电极和液晶层之间。显示器包括第二位相差薄膜(例如:单轴 C 板),其设置在第一线性偏光板及第二线性偏光板之间,且具有折射率 $n_x = n_y \neq n_z$ 。相对于液晶层与背光模块,第一位相差薄膜及第二位相差薄膜皆比较靠近背光模块。

[0013] 根据本发明的另一方面,提出一种半透射半反射式液晶显示器的操作方法包括以下步骤。在显示器的像素的透射区域中,当没有数据电压或一对应于暗态的数据电压施加于像素时,通过位相差薄膜提供第一相位延迟于法线入射光,以补偿穿越液晶层的光线的第二相位延迟,使其达到暗态。在像素的反射区域中,当没有数据电压或对应于暗态的数据电压施加于像素时,通过位相差薄膜与液晶层的组合提供介于 0.22λ 和 0.28λ 之间的相位延迟于法线入射光,使其达到暗态, λ 为光线的波长。

[0014] 实施例可包括一或多个以下特征。此方法包括提供第一线性偏光板和第二线性偏光板。第一线性偏光板比第二线性偏光板靠近背光模块,第一线性偏光板及第二线性偏光板位于液晶层的不同侧。液晶层具有配向方向,配向方向相对于第二线性偏光板的透射轴的角度在 40 度到 50 度之间。采用位相差薄膜的步骤包括采用双轴拉伸膜,其具有主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z ,其中 $n_x > n_y$ 且 $n_z > n_y$ 。位相差薄膜的 n_z 轴实质上垂直于第一线性偏光板及第二线性偏光板的至少其中之一,且位相差薄膜的 n_y 轴实质上平行于液晶层的配向方向。此方法包括在反射区域采用线性偏光板、位相差薄膜和液晶层的组合以形成圆偏光板。

[0015] 此方法包括通过在透射区域施加数据电压于像素电极及共同电极之间,以在液晶层产生数个边缘电场。这些边缘电场包括数个分量。这些分量平行于液晶层表面。像素电极、反射电极和共同电极皆位于液晶层的同一侧。在某些实施例中,产生边缘电场的步骤包括施加数据信号到具有条状结构的像素电极及板状结构的共同电极。像素电极设置于共同电极及液晶层之间。在某些实施例,产生边缘电场的步骤包括施加参考电极到具有条状结构的共同电极及具有板状结构的像素电极。共同电极设置于像素电极及液晶层之间。此方法包括通过单一灰阶伽马控制曲线,驱动透射区域和反射区域。

[0016] 此方法包括通过第一补偿膜及第二补偿膜补偿第一线性偏光板及第二线性偏光板之间的离轴光的有效角度偏差,使得在透射区域中斜入射光穿越液晶层的相位延迟被补偿,且可减少光线的漏出。第一补偿膜比第二补偿膜靠近背光模块,第一补偿膜及第二补偿膜位于液晶层的不同侧。采用第一补偿膜及第二补偿膜的步骤包括采用具有折射率 $n_x > n_y = n_z$ 的正单轴 A 板及具有折射率 $n_y < n_x = n_z$ 的负 A 板。采用第一补偿膜及第二补偿膜的步骤包括采用具有平行或垂直线性偏光板透射轴的光轴的补偿膜。此方法包含具有 $n_x = n_y \neq n_z$ 的第二位相差薄膜(例如:单轴 C 板)。

[0017] 根据本发明的另一方面,提出一种半透射半反射式液晶显示器的操作方法,包括以下步骤。当像素操作于暗态时,以第一位相差薄膜提供第一相位延迟于法线入射光,以补偿穿越显示器的透射区域的像素的光线的第二相位延迟。当像素操作于暗态时,以位于反

射区域的液晶层的像素,提供介于 0.22λ 到 0.28λ 的相位延迟于法线入射光,其中 λ 为光线的波长。

[0018] 实施例可包括一或多个以下特征。采用第一位相差薄膜的步骤包括采用设置于线性偏光板及液晶层之间的第一位相差薄膜。第一线性偏光板比液晶层靠近背光单元。此方法包括采用第二位相差薄膜,其具有 $n_x = n_y \neq n_z$ (例如:单轴 C 板) 以减少离轴光漏出。

[0019] 根据本发明的另一方面,提出一种装置,包括位相差薄膜及数个像素。当像素操作于暗态时,各个像素具有抵消穿越显示器的透射区域的像素的法线入射光的相位延迟的功能。当像素操作于暗态,位相差薄膜及液晶层在反射区域的像素的组合提供介于 0.22λ 到 0.28λ 的相位延迟于法线入射光,其中 λ 为光线的波长。

[0020] 其他方面可包括其他上述特征和其他特征的组合,如方法、装置、系统、软件等。

[0021] 本发明包括如下所述一个或一个以上的优点。半透射半反射式液晶显示器不管在室内或户外使用皆可达到良好的视角。在本发明某些实施例,仅使用单一位相差薄膜即可达到广视角的效果,因此相对于使用多重位相差薄膜的其他设计,本发明的材料成本和制造复杂度可降低很多。位相差薄膜的特性非一定要类似半波片,因此选择位相差薄膜的参数有更多的弹性。

附图说明

[0022] 图 1 绘示半透射半反射式显示器的像素的一实施例的截面图。

[0023] 图 2A 绘示像素的俯视图。

[0024] 图 2B 绘示液晶层的配向方向。

[0025] 图 2C 绘示主折射率的定义。

[0026] 图 3A 和 3B 绘示关于显示器暗态和亮态的操作机构。

[0027] 图 4A 和 4B 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0028] 图 5A 到 7B 绘示对比图。

[0029] 图 8 到 10 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0030] 图 11 绘示像素的俯视图。

[0031] 图 12 绘示半透射半反射式显示器的像素的一实施例的截面图。

[0032] 图 13A 和 13B 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0033] 图 14A 到 16B 绘示对比图。

[0034] 图 17 到 19 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0035] 图 20 绘示半透射半反射式显示器的像素的一实施例的截面图。

[0036] 图 21A 绘示于亮态的液晶分子分布。

[0037] 图 21B 绘示像素的截面图的一部分。

[0038] 图 22A 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0039] 图 22B 到 22E 绘示对比图。

[0040] 图 23 到 25A 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0041] 图 25B 到 25E 绘示对比图。

[0042] 图 26 到 27 绘示 V-R 和 V-T 曲线。

[0043] 图 28 绘示半透射半反射式显示器的像素的一实施例的截面图。

- [0044] 图 29 绘示庞加莱球图。
- [0045] 图 30A 到 33B 绘示对比图。
- [0046] 图 34 绘示半透射半反射式显示器的像素的一实施例的截面图。
- [0047] 图 35 绘示绘示 V-R 和 V-T 曲线。
- [0048] 图 36A 和 36B 绘示对比图。
- [0049] 图 37 绘示 V-R 和 V-T 曲线。
- [0050] 图 38A 和 38B 绘示对比图。
- [0051] 图 39 绘示半透射半反射式显示器的像素的一实施例的截面图。
- [0052] 图 40 绘示 V-R 和 V-T 曲线。
- [0053] 图 41A 到 42 绘示对比图。
- [0054] 附图标记说明
- [0055] 100、380、670 : 像素
- [0056] 300、500、600、700、800、900 : 半透射半反射式液晶显示器
- [0057] 301a、501a、601a、701a、801a、901a : 下线性偏光板
- [0058] 301b、501b、601b、701b、801b、901b : 上线性偏光板
- [0059] 302、502、602、702、802、803、902、903 : 位相差薄膜
- [0060] 304a、504a、604a、704a、804a、904a : 下玻璃基板
- [0061] 304b、504b、604b、704b、804b、904b : 上玻璃基板
- [0062] 305、505、605、705、805、905 : 第一驱动电极
- [0063] 306、506、606、706、806、906 : 第二驱动电极
- [0064] 307、507、607、707、807、907 : 金属反射层
- [0065] 308a、308b、508a、508b、608a、608b、708a、708b、808a、808b、908a、908b : 配向层
- [0066] 309、509、609、709、809、909 : 液晶层
- [0067] 312、512、612、712、812、912 : 过度涂布层
- [0068] 310、510、610、710、810、910 : 保护层
- [0069] 320、520 (*「520」在说明书文中未出现过)、620、720、820、920 : 背光单元
- [0070] 321、521、621、721、821、921 : 透射区域
- [0071] 322、522、622、722、822、922 : 反射区域
- [0072] 326 : 薄膜晶体管
- [0073] 327 : 栅极线
- [0074] 328 : 数据线
- [0075] 331、332 : 折射率椭圆
- [0076] 333、334、335、338、344、346 : 线性偏振光线
- [0077] 336 : 圆偏振光
- [0078] 337 : 反射光
- [0079] 340、341、342、343、350、355、365、370、375、550、553、565、570、575、630、631、640、643、646、655、658、850、870、930 : 图示
- [0080] 345、347、348、349 : 椭圆偏振光
- [0081] 351、366、368、371、373、376、551、554、566、568、571、576、632、641、644、647、656、

659、851、871、931 :随电压变化反射曲线

[0082] 352、367、369、372、374、377、552、555、567、569、572、577、633、642、645、648、657、660、852、872、932 :随电压变化透射曲线

[0083] 353、553 :随电压变化标准化反射曲线

[0084] 354、554 :随电压变化标准化透射曲线

[0085] 357、358、359、360、361、362、557、558、559、560、561、562、635、636、637、638、649、650、651、652、740、745、750、755、760、765、770、775、860、861、880、881、940、945、950 : 对比图

[0086] 400、402 :多重条状电极

[0087] 625b、626b :曲线

[0088] 625a、626a :位置

[0089] 715a :下补偿膜

[0090] 715b :上补偿膜

[0091] 730 :庞加莱球图

[0092] 735 :庞加莱球

具体实施方式

[0093] 以下半透射半反射式液晶显示器的实施例使用少量(例如:一个)的补偿膜,仍然可以达到高对比的效果。

[0094] 第一实施例

[0095] 请参照图1,在某些实施例中,高亮度广视角半透射半反射式液晶显示器300包括数个像素100(图上仅显示一个),各个像素包括透射区域321及反射区域322。像素包括设置于下玻璃基板304a和上玻璃基板304b之间的液晶层309。当操作于透射模式时,背光单元320提供背光使透射区域321发光。当操作于反射模式时,环境光或非显示器发出的光源,在像素的反射区域322被反射金属层反射。显示器300的特色是使用单一负位相差薄膜302以增加视角。通过位相差薄膜302及位于透射区域321与反射区域322的液晶层309的参数决定,可以使得当没有像素电压施加于像素100上时(或是像素电压对应于暗态时),光线在不同的入射角,没有光线或极少的光线从透射区域321和反射区域322漏出。这样可使显示器300具有广视角且高对比的效果。

[0096] 液晶层309具有起始配向方向,其相对于上偏光板301b的透射轴的角度约为45度。透过透射区域321的液晶层309的厚度决定达到暗态时的最大亮度。在某些实施例中,将介于 0.5λ 到 0.7λ 之间的相位延迟 $d\Delta n$,经由透射区域321的液晶层309给予光源,其中 λ 为入射光的波长。当没有像素电压时(或是像素电压对应于暗态时),位相差薄膜302根据法线入射光,设计相位延迟,以完全抵消在透射区域321的液晶层309的相位延迟。这样可在透射区域321达成暗态。

[0097] 在以下的叙述中,当我们提到第一方向相对于第二方向角度“大约”n度时,这表示显示器是基于第一方向相对于第二方向的角度n度去设计。但因为制造误差,可能使第一方向相对于第二方向的角度与n度有些许的差异。词汇“法线入射光”表示光的行进方向垂直于基板平面。词汇“斜入射光”表示光的行进方向相对于基板平面非呈90度。

[0098] 在反射区域形成由介电质材料（如 SiO_x 、 SiN_x 或一些有机材料）形成的过度涂布层 312，让反射区域 322 的液晶层厚度 d_r 与在透射区域 321 的液晶层厚度 d_t 不一样。反射区域 322 的液晶层 309 的厚度选择，使得反射区域 322 中的位相差薄膜 302 与液晶层 309 的整体相位延迟相对于法线入射光大约为 $\lambda/4$ ，其中 λ 是入射光的波长。在某些实施例中，显示器以光波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 做设计。例如，经由反射区域 322 的液晶层 309，将介于 0.25λ 和 0.45λ 之间的相位延迟给予光源。当无施加像素电压（或像素电压对应于暗态）时，位相差薄膜 302、反射区域 322 的液晶层 309、和上偏光板 301b 形成圆偏光板，使得经由反射电极反射的环境光，无法通过线性偏光板 301b 而达到暗态。

[0099] 在仍然维持高图像品质前提下，使用位相差薄膜 302 使显示器 300 成本下降。（此成本下降是相对于使用多重位相差薄膜或使用液晶层内建的位相差薄膜）。

[0100] 显示器 300 包含由聚酰亚胺 (polyimide) 材料形成的两个配向层 308a 和 308b，其分别形成于基板 304a、304b 内部表面。配向层 308a、308b 的配置使得起始时液晶层 309 的液晶分子的光轴配向于实质上平行下玻璃基板 304a 的方向。

[0101] 由氧化铟锡 (ITO) 或氧化铟锌 (IZO) 之类的透明导电材料制成的第一平面电极 305 形成于下玻璃基板 304a 上。在本实施例中，第一平面电极 305 作为共同电极。在反射区域 322 中，由导电金属（如铝或银）制成的金属反射层 307 形成于第一平面电极 305 的上方，且电性连接于第一平面电极 305。由介电质材料（如 SiO_x 或 SiN_x ）形成的保护层 310 涂布于第一平面电极 305 和金属反射层 307 上。由透明导电材料（如氧化铟锡 (ITO) 或氧化铟锌 (IZO)）制成的拉长条状电极 306 彼此电性连接，且条状电极 306 形成于保护层 310 上且作为像素电极 306。

[0102] 在本实施例中，位相差薄膜 302 为双轴延伸高分子薄膜，其具有主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z ，其中 $n_x > n_y$ 和 $n_z > n_y$ （ n_x 、 n_y 和 n_z 的定义将提供于后）。位相差薄膜 302 在透射区域 321 和反射区域 322 延展。位相差薄膜 302 的 n_z 轴实质上沿着垂直于二线性偏光板 301a、301b 的方向排列，而位相差薄膜 302 的 n_y 轴实质上平行于液晶层 309 的配向方向。

[0103] 相较于使用三个位相差薄膜的显示器（例如 J. Matsushima 等人发表于 2007 年 Technical Digest of IDW 第 1511-1514 页的“Novel transfective IPS-LCDs with three retardation plates”），图 1 的显示器 300 具有数个特性与优点：

[0104] 显示器 300 仅使用一个负位相差薄膜（相较于使用三个）。这减少了显示器 300 的材料成本和制造复杂度。

[0105] 液晶层 309 具有实质上平行于负位相差薄膜 302 的起始配向方向，且液晶层 309 的起始配向方向相对于上偏光板透射轴的角度大约为 45 度。

[0106] 负位相差薄膜和反射液晶层的整体相位偏移大约为 $\pi/2$ ，其相似于四分之一波片。在反射区域 322 内，液晶层 309 本身的相偏移非必要为 $\pi/2$ 。例如，在反射区域 322 内的液晶层 309 具有一延迟（例如：195nm），其比四分之一波片（例如：135nm）大。此情形让显示器 300 具有更好的反射率和制造误差容忍度。

[0107] 位相差薄膜 302 的性质非必要像二分之一波片一样（例如：具有 π 相偏移量）。

[0108] 图 2A 是图 1 中像素 100 的俯视图。薄膜晶体管 (TFT) 326 操控像素 100 的开关。栅极线 327 形成于薄膜晶体管 326 的下方。当栅极线 327 打开薄膜晶体管 326 时，施加于每一像素的驱动电压由数据线 328 经由薄膜晶体管 326 的源极节点传到像素电极 306。驱

动像素电极 306 包括彼此连接的数个拉长条状电极。共同电极 305 形成于像素电极 306 之下。共同电极 305 为平面状结构且连接于共同电压位准。在某些实施例中,在显示器 300 中所有像素的共同电极 305 皆电性连接在一起。

[0109] 图 2B 绘示下基板 304a 上的液晶层 309 的配向方向。液晶层 309 的表面配向方向相对于条状电极 306 的垂直方向的角度为 ϕ 。在此,条状电极具有电极宽度 W 且相邻的条状电极的间距为 G 。

[0110] 图 2C 绘示图 1 中显示器 300 的位相差薄膜 302 的三维主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z 。请参照 Y. Fujimura 等人于 2003 年 SPIE proceedings 第 5003 卷第 96-105 页发表的“Improvement of optical films for high performance LCDs”。等向高分子薄膜的折射率椭圆 331 表示此等向高分子薄膜每个方向的折射率 n_x 、 n_y 和 n_z 都一样(也就是说 $n_x = n_y = n_z$)。经过在 n_x - n_z 平面的双轴延伸后,折射率椭圆 331 变成折射率椭圆 332,其中折射率椭圆 332 的主折射率 n_x 、 n_y 和 n_z ,其值具有 $n_x > n_y$ 和 $n_z > n_y$ 的特性。

[0111] 关于图 1 的显示器 300 采用的位相差薄膜 302, n_z 轴实质上平行于显示器 300 的 z 轴(z 轴垂直于偏光板平面 301a 和 301b),且折射率的选择为 $n_x > n_y$ 和 $n_z > n_y$ 。在一实施例中,双轴位相差薄膜作为单轴负 A 板, $n_y < n_x = n_z$ 。

[0112] 为了定义单一的位相差薄膜 302 的光学配置,我们设定位相差薄膜 302 的折射率 $n_y < n_x$ 且设定 n_y 沿特定方向。例如,第一位相差薄膜在 x - y 平面 $n_y > n_x$,且 n_y 在一方向呈 α 角度,光学上等同于第二位相差薄膜在 x - y 平面 $n_y < n_x$ 且 n_y 在一方向呈 $\alpha + 90$ 度。因此,关于位相差薄膜 302, $n_x > n_y$ 、 $n_z > n_y$ 和它的 n_z 轴垂直于偏光板表面的讨论,我们可以设定 $n_y < n_x$ 且仅设定 n_y 方向。

[0113] 图 3A 绘示显示器 300 关于暗态的操作机制。在图 3A 中,液晶层 309 起始时相对于 x 轴(定义该轴垂直于图 2B 显示的条状电极)配置一角度 ϕ ,且上位相差薄膜 302(折射率 $n_x > n_y$ 和 $n_z > n_y$)具有平行于 z 轴的 n_z 轴,以及实质上平行于液晶配向方向的 n_y 轴。下偏光板 301a 的透射轴与液晶配向方向 ϕ 夹 45 度。上偏光板 301b 的透射轴垂直于下偏光板 301a 的透射轴。

[0114] 起始时均相液晶层 309 相似于单轴正 A 板,其具有排列为 ϕ 度的光轴 n_x 且 $n_x > n_y = n_z$ 。图 3A 中,图 340 显示透射区域 321 中如何达到暗态。穿越下线性偏光板 301a 后,从背光模块 320 发出的光线变成角度 ϕ 为 45 度的线性偏光 333。因为液晶层 309 的光轴 n_x (其中 $n_x > n_y = n_z$)平行配置于位相差薄膜 302(其中 $n_x > n_y$ 且 $n_z > n_y$)的 n_y ,它们的平面相位延迟 $d(n_x - n_y)$ 互相抵消。上位相差薄膜 302 的输出光源 334 具有与光线 333 相同的偏光方向,且被上偏光板 301b 遮挡。

[0115] 图 341 绘示在反射区域 322 中如何达到暗态。起始时上偏光板 301b 的入射光具有一线性偏振光线 335,其平行于上线性偏光板 301b 的透射轴。透射轴与位相差薄膜 302 的 n_y 轴以及液晶层 309 的光轴夹 45 度。

[0116] 在反射区域中,上位相差薄膜 302 与液晶层 309 的整体相位延迟大约设计为 $\lambda/4$ 。经过反射区域 322 中的液晶层 309 后,光线 335 转换成圆偏振光 336,而且经由反射电极 307 反射光线到上部。当光行进方向反转,反射光 337 与入射光 336 具有手性。光线 337 经过由液晶层 309 和位相差薄膜 302 形成的等效四分之一波平面,变成垂直于上线性偏光板 301b 透射轴的线性偏振光。光线 338 被上线性偏光板 301b 遮挡造成暗态。因此,当没有像素电

压施加于显示器 300 的像素 100 上时 (或是像素电压对应于暗态时),透射区域 321 和反射区域 322 具有相同的暗态。

[0117] 图 3B 绘示关于显示器亮态的操作机制。当高像素电压施加于电极 305 和 306 之间 (或是像素电压对应于亮态时),拥有强水平分量的边缘电场实质地让液晶分子旋转,把等效光轴从配向方向 ϕ 变成不一样的方向 ϕ' 。

[0118] 图 342 绘示透射区域 321 如何达到亮态。在光线 344 碰到上偏光板 301b 以前,从下线性偏光板发出的光线 344 会变成椭圆偏振光 345,接着部分椭圆偏振光 345 穿越上线性偏光板造成亮态。

[0119] 图 343 绘示反射区域 322 如何达到亮态。从上偏光板 301b 入射的线性偏振光 346 在到达反射电极 307 以前会变成椭圆偏振光 347,接着反射的椭圆偏振光 348 经过液晶层 309 和上线性偏光板 301b 之间,变成另一个椭圆偏振光 349,最后部分椭圆偏振光 349 穿过上线性偏光板 301b 形成亮态。

[0120] 随着施加于电极 305 和 306 之间像素电压的变化,经过液晶层光线的相位延迟也跟着变化,此变化使像素 100 显示不一样的灰阶。

[0121] 如下所述,图 4A 到图 11 绘示图 1 显示器 300 随电压变化反射率图、随电压变化透射率图、和透射及反射区域的对比图。不一样的参数值变化显示不一样的图。

[0122] 图 4A 中图 350 绘示图 1 中显示器 300 的随电压变化反射曲线 351 和随电压变化透射曲线 352。在此实施例中,电极的宽度 W 和间隙 G (如图 2B 所示) 分别为 $3\mu\text{m}$ 和 $4\mu\text{m}$ 。液晶材料使用 MLC-6608,默克 (Merck) 负介电质各向异性液晶材料具有下列系数:弹性常数 $K_{11} = 16.7\text{pN}$, $K_{33} = 18.1\text{pN}$,介电异向性 $\Delta\epsilon = \epsilon_{//} - \epsilon_{\perp} = -4.2$ 以及在 $\lambda = 550\text{nm}$ 时光双折射 $\Delta n = 0.083$ 。透射区域 321 的液晶层厚度 d_t 为 $4\mu\text{m}$,而反射区域 322 的液晶层厚度 d_r 为 $2.34\mu\text{m}$ 。

[0123] 液晶材料的配向角度设定为 $\phi = 10$ 度,且起始时液晶均一配置的倾斜角大约为 2 度。由负 A 板形成的位相差薄膜 302 有沿着 z 轴的 n_z 轴,和在 x - y 平面的 n_x 轴和 n_y 轴,其中 $n_y < n_x = n_z$ 。此例中, $n_x = n_z = 1.65$ 且 $n_y = 1.55$,且 n_y 轴平行于液晶配向方向。位相差薄膜 302 的厚度为 $3.32\mu\text{m}$ 。

[0124] 下偏光板 301a 具有透射轴 -35 度 (相对于图 2B 的 x 轴) 且上偏光板 301b 具有透射轴 55 度。反射区域 322 中的液晶层和位相差薄膜 302 的整体相位延迟大约为 $2.34\mu\text{m} \times 0.083 - 3.32\mu\text{m} \times 0.1 = -0.1378\mu\text{m} \sim -\lambda/4$,其中入射光假设为绿光 $\lambda = 550\text{nm}$ 。此例中,此二平行线性偏光板的最大透射率大约为 37%。

[0125] 图 4A 显示反射曲线 351 和透射曲线 352 皆可达到高光效率。在大约为 6V_{rms} ,透射率大约为 35% 而反射率大约为 31%,这代表透射区域 321 的效率达到 94% 而反射区域 322 达到 84%。

[0126] 图 4B,图 355 显示随电压变化标准化反射曲线 353 和随电压变化标准化透射曲线 354 实质上相互一致。这表示显示器 300 可经由使用单一驱动程序组件的单一灰阶伽马曲线被驱动。

[0127] 图 4A 及 4B 中显示的数据点由模拟得到。图 5A-10、13A、13B 中显示的数据点也由模拟得到。

[0128] 当图 1 的显示器 300 使用负 $\Delta\epsilon$ 液晶材料,图 5A 及 5B 分别显示透射区域 321 和反

射区域 322 的对比图 357、358。对比图 357 显示（图 5A），在透射区域 321 大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 70 度。对比图 358 显示（图 5B）在反射区域 322 大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 50 度。显示器的视角相当广。显示器可应用于许多方面，像是在行动装置上使用。在模拟产生图 5A 及 5B 的数据时，显示器 300 的参数相似于图 4A 及 4B。在此例中，位相差薄膜 302 具有折射率 $n_x = n_z = 1.65$ 和 $n_y = 1.55$ 。

[0129] 在某些例子，位相差薄膜 302 并非一定是单轴负 A 板。只要反射率达到标准 $n_x > n_y$ 和 $n_z > n_y$ ，则它的平面相位延迟即可补偿液晶层的相位延迟，以达到良好的暗态和广视角。在某些例子 $n_x = 1.65$ 和 $n_y = 1.55$ ，且 n_z 值设定在 1.60 到 1.70 之间。

[0130] 图 6A 及 6B 分别显示透射区域 321 的视角图 359 和反射区域 322 的视角图 360，其中位相差薄膜 302 的 n_z 为 1.70。其他参数与图 5A 及 5B 一样。如图 6A 所示，透射区域 321 中大于对比 10 : 1 的视锥延伸超过 50 度。如图 6B 所示，反射区域 322 中大于对比 10 : 1 的视锥延伸超过 40 度。

[0131] 图 7A 及 7B 分别显示透射区域 321 的视角图 361 和反射区域 322 的视角图 362，其中位相差薄膜 302 的 n_z 为 1.60 ($n_z > n_y$)。其他参数与图 5A 及 5B 一样。如图 7A 所示，透射区域 321 中大于对比 10 : 1 的视锥延伸超过 50 度。如图 7B 所示，反射区域 322 中大于对比 10 : 1 的视锥延伸超过 60 度。

[0132] 电极宽度和厚度可设定为不同值。图 8 的图 365 显示在使用负 $\Delta \epsilon$ 液晶材料下，随着不同的电极宽度 W 和间隙 G，随电压变化反射曲线 (V-R) 和随电压变化透射曲线 (V-T) 的变化。曲线 366、367 分别表达在 $W = 4\mu\text{m}$ 和 $G = 6\mu\text{m}$ 状况下的 V-R 曲线和 V-T 曲线。在 $V = 6\text{Vrms}$ 情况下，反射率大约为 28%，透射率大约为 34%。曲线 368、369 分别表达在 $W = 6\mu\text{m}$ 和 $G = 8\mu\text{m}$ 状况下的 V-R 曲线和 V-T 曲线。在 $V = 6\text{Vrms}$ 情况下，反射率大约为 22%，透射率大约为 28%。此例中，此二平行线性偏光板的最大光效率大约为 37%。

[0133] 图 9 的图 370 显示在使用负 $\Delta \epsilon$ 液晶材料下，随着不同液晶层 309 的液晶层厚度的 V-R 曲线和 V-T 曲线，其中 $W = 3\mu\text{m}$ 、 $G = 4\mu\text{m}$ 。V-R 曲线 371 表示，当反射区域 322 的液晶层厚度 d_R 为 $3.34\mu\text{m}$ 时的随电压变化反射率 (V-R) 特性。V-T 曲线 372 表示，当透射区域 321 的液晶层厚度 d_T 为 $5\mu\text{m}$ 时的随电压变化反射率特性。当 $V = 6\text{Vrms}$ 时，透射率大约为 35%，反射率大约为 20%。

[0134] V-R 曲线 373 表示，当反射区域 322 中的液晶层厚度 d_R 为 $1.84\mu\text{m}$ 时，随电压变化反射率 (V-R) 的特性。V-T 曲线 374 表示，当透射区域 321 中的液晶层厚度 d_T 为 $3.5\mu\text{m}$ 时，随电压变化反射率的特性。在这些条件下，当 $V = 6\text{Vrms}$ 时透射率大约为 35%，反射率大约为 30%，此光效率很高。

[0135] 显示器的结构的表面配向角度是具有韧性的。图 10 的图 375 显示，在配向角度 $\phi = 30$ 度，并使用负 $\Delta \epsilon$ 液晶材料下的 V-R 曲线 376 和 V-T 曲线 377。除了配向角度 ϕ 不一样外，图 10 的模拟参数和图 2A 一样。V-R 曲线 376 和 V-T 曲线 377 皆表示显示器结构需要更高的驱动电压。在 $V = 7\text{Vrms}$ 下，反射率大约为 27%，透射率大约为 33%。

[0136] 图 2A 显示一个像素结构的例子，其中共同电极 305 为平面电极，且像素电极 306 具有多重条状 400 电性连接薄膜晶体管 326。参照图 11，在某些实施例中，像素电极和共同电极的位置和构造可以互相交换。在此，像素 380 包括具有平面电极的形状的像素电极 305，其连接于薄膜晶体管 326，且具有多重条状电极 402 的共同电极 306 电性连接参考电

压。当栅极线 327 将薄膜晶体管 326 打开,驱动电压从数据线 328 传到像素 380。共同电极 306 和像素电极 305 的电压差,在液晶单元区域产生具有强水平分量的边缘电场让液晶分子旋转,影响像素 380 显示的灰阶。

[0137] 第二实施例

[0138] 图 1 的显示器 300 使用负介电质各向异性液晶材料。在某些实施例,正介电质各向异性液晶材料亦可被使用。

[0139] 图 12 为使用正介电质各向异性液晶材料的高亮度广视角半透射半反射式液晶显示器 500 的截面图。显示器 500 结构相似于图 1 的显示器 300,且包括多个像素,并且各个像素区分为透射区域 521 和反射区域 522。液晶层 509 设置在二配向层 508a 和 508b 之间,此两个配向层设置在下玻璃基板 504a 和上玻璃基板 504b 之间,这些玻璃基板依序介于第一线性偏光板 501a 和第二线性偏光板 501b 之间。

[0140] 过度涂布层 512 形成在反射区域 522 的内,用以减少反射区域 522 中的液晶层厚度 d_r 。下基板 504a 上形成平面状第一驱动电极 505,且金属反射电极 507 连接第一驱动电极。保护层 510 涂布于电极 505 和反射电极 507 上。第二驱动电极 506 为多重条状,其形成于保护层 510 上。

[0141] 位相差薄膜 502 设置在上玻璃基板 504b 和上线性偏光板 501b 之间。位相差薄膜 502 在透射和反射区域延展。在反射区域 522 中,位相差薄膜 502 和液晶层 509 的整体相位延迟的设计大约在 $\lambda/4$,其中 λ 为所欲入射光的波长。当无电压施加时,液晶层 509、位相差薄膜 502 及上线性偏光板 501b 一起形成圆偏光板,使反射区域 522 内达到暗态。

[0142] 在本实施例中,起始时液晶分子均配向于玻璃基板。在起始状态,当折射率达到下列条件: $n_x > n_y = n_z$ 时,液晶层 509 行为类似正单轴 A 板,正单轴 A 板具有沿着 z 轴的 n_z 轴,且光轴 n_x 轴在 x-y 平面沿着它的配向方向配置。位相差薄膜 502 可以是负 A 膜或双轴膜,这样的双轴延伸高分子薄膜的主折射率为 $n_x > n_y$ 及 $n_z > n_y$ 。当 $n_z = n_x$ 时,其就是单轴负 A 板。

[0143] 位相差薄膜 502 的 n_y 轴平行配向于液晶配向方向。当没有像素电压或一对应于暗态的像素电压施加于像素时,位相差薄膜 502 抵消透射区域中液晶层 509 的相位延迟,以达到暗态。当对应于灰阶的像素电压在电极 505 和 506 之间施加时,依据像素电压大小程度,使液晶分子旋转以得到透射区域 521 特定的透射率,以及反射区域 522 特定的反射率。

[0144] 图 13A 的图 550 显示图 12 显示器的 V-R 曲线 551 和 V-T 曲线 552。在本实施例中,液晶显示器 500 使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料 MLC-6686,其具有以下参数:弹性常数 $K_{11} = 8.8\text{pN}$, $K_{33} = 14.6\text{pN}$,介电异向性 $\Delta\epsilon = \epsilon_{//} - \epsilon_{\perp} = +10$ 以及在 $\lambda = 550\text{nm}$ 时光双折射 $\Delta n = 0.095$ 。透射区域中的液晶层厚度 d_t 为 $3.5\mu\text{m}$,而反射区域中的液晶层厚度 d_r 为 $2.05\mu\text{m}$ 。起始液晶配向方向 ϕ 大约为 80 度。位相差薄膜 502 的 n_y 轴也是 80 度,且主折射率为 $n_y < n_x$ 和 $n_y < n_z$,其中 $n_x = n_z = 1.65$ 及 $n_y = 1.55$ 。位相差薄膜 502 的厚度为 $3.33\mu\text{m}$ 。透射区域 521 中液晶层的相位延迟被位相差薄膜 502 抵消。反射区域 522 中的液晶层和位相差薄膜 502 的整体相位延迟大约为 $3.33 \times (-0.1) + 2.05 \times 0.095 = -0.1374\mu\text{m}$,此数据在 550nm 接近四分之一波长 (137.5nm)。上偏光板 501b 的透射轴与配向方向角度为 45 度,而下线性偏光板 501a 的透射轴垂直于上线性偏光板 501b。电极的宽度 W 及间隙 G 分别为 $3\mu\text{m}$ 及 $4\mu\text{m}$ 。

[0145] 比较图 13A 和 4A 时,可以发现相较于使用负液晶材料的显示器 300,显示器 500 在透射区域 521 和反射区域 522 的光效率皆降低。这是因为介于电极之间的边缘电场有些垂直的电场分量,让部分液晶层区域的液晶分子倾斜造成相位损失。然而,因为正液晶材料具有更大的介电异向性 $\Delta \epsilon$,造成导通电压下降到大约为 5Vrms。在 5Vrms 状况下,透射率大约为 30%,反射率大约为 26%,其中最大值大约为 37% (此值在二平行线性偏光板得到)。

[0146] 参照图 13B,图 553 显示标准化 V-R 曲线 554 和标准化 V-T 曲线 555。曲线 554 和 555 互相有良好的叠合性,表示显示器仅需用单一灰阶控制伽马曲线即可驱动透射和反射模式。

[0147] 图 14A 显示当操作于透射模式,显示器 500 的对比图 557。显示器 500 透射区域中大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 70 度。在本实施例中,位相差薄膜 502 为具有厚度 3.33um 的负 A 板,且折射率为 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 、 $n_z = 1.65$ 。此薄膜的 n_y 轴沿液晶表面配向方向设置,角度为 80 度。

[0148] 图 14B 显示当操作于反射模式中,显示器 500 的对比图 558。显示器 500 反射区域中大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 50 度。

[0149] 只要 n_z 值大于 n_y 值且 n_y 轴沿着液晶配向方向设置,则位相差薄膜 502 非必要是单轴 A 板。

[0150] 图 15A 表示当位相差薄膜 502 折射率为 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 和 $n_z = 1.70$ 时,显示器 500 操作于透射模式中的对比图 559。图 15A 模拟用的参数除了 n_z 值不一样外,其余皆与图 14A 一样。透射区域中大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 55 度。

[0151] 图 15B 表示当显示器 500 操作于反射模式中,对应的对比图 560。显示器 500 的反射区域中大于对比 10 : 1 的视锥延伸超过 40 度。图 15A 和 15B 模拟用的参数除了 n_z 值不一样外,其余皆与图 14A 和 14B 相同。

[0152] 图 16A 表示当位相差薄膜 502 折射率为 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 且 $n_z = 1.60$ 时,显示器 500 操作于透射模式中的对比图 561。显示器 500 的透射区域中大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 45 度。

[0153] 图 16B 表示当显示器 500 操作于反射模式中,对应的对比图 562。显示器 500 的反射区域中大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 60 度。图 16A 及 16B 模拟用的参数除了 n_z 值不一样外,其余皆与图 14A 及 14B 相同。

[0154] 显示器 500 的电极宽度 (W) 和间隙 (G) 可有不同的变化。随着改变正 $\Delta \epsilon$ 液晶材料显示器中的宽度 W 和间隙 G,图 17 的图 565 绘示 V-R 曲线和 V-T 曲线。V-R 曲线 566 和 V-T 曲线 567 分别代表当 $W = 4\mu\text{m}$ 、 $G = 6\mu\text{m}$ 时,在显示器 500 中,随电压变化反射率特性和随电压变化透射率特性。V = 5Vrms 时,反射率大约为 25%,透射率大约为 28%。

[0155] 当显示器 500 的 $W = 6\mu\text{m}$ 且 $G = 8\mu\text{m}$ 时,V-R 曲线 568 和 V-T 曲线 569 分别代表随电压变化反射率特性和随电压变化透射率特性。在 V = 5Vrms 时,反射率大约为 23%,透射率大约为 26%。此处最大光效率大约为 37%,此值从二平行线性偏光板得来。

[0156] 当透射区域 521 中的液晶层厚度 d_t 大约为 4.0um 且反射区域 522 中的液晶层厚度 d_r 大约为 2.55um 时,图 18 的 570 图绘示 V-R 曲线 571 和 V-T 曲线 572。所使用的是正 $\Delta \epsilon$ 液晶材料。电极 506 有电极宽度 $W = 3\mu\text{m}$ 和电极间隙 $G = 4\mu\text{m}$ 。在此例中 V = 5.5Vrms,反射率大约为 28% 且透射率大约为 30%。图 18 模拟用的参数除了液晶层厚度的值不一样外,

其余皆与图 13A 相同。

[0157] 图 19 的 575 图表示显示器 500 的 V-R 曲线 576 和 V-T 曲线 577, 其中显示器 500 使用正 $\Delta \epsilon$ 液晶材料且配向方向 $\Phi = 60$ 度。曲线 576 和 577 表示显示器 500 在此结构下 (相较于图 13A 的结构), 需要更高的驱动电压。在 $V = 7V_{rms}$ 下, 反射率大约为 27%, 透射率大约为 24.5%。图 19 模拟用的参数除了配向角度不一样外, 其余皆与图 13A 相同。

[0158] 第三实施例

[0159] 高亮度广视角半透射半反射式液晶显示器 600 具有位相差薄膜 602 设置于下玻璃基板 604a 和下线性偏光板 601a 之间, 图 20 为一例子表示显示器 600 的像素 670 的截面图。

[0160] 像素 670 分为透射区域 621 和反射区域 622。均一配向的液晶层 609 设置在玻璃基板 604a 和 604b 之间。用来将液晶分子配向的二配向层 608a 和 608b 形成于二玻璃基板 604a 和 604b 的内部表面。在下玻璃基板 604a 上, 由透明导电材料制成且平面状的第一电极 605 形成于透射区域 621 中, 而金属反射层 607 形成于反射区域 622 中, 此金属反射层 607 电性连接于第一电极 605。保护层 610 涂布于第一电极 605 和金属反射层 607 上, 另外多个条状的第二电极 606 形成于保护层上方。

[0161] 在反射区域 622 中, 过度涂布层 612 使液晶层厚度 d_r 小于透射区域 621 的液晶层厚度 d_t , 以补偿反射区域 622 和透射区域 621 的光程路径差。二玻璃基板 604a 和 604b 介于二线性偏光板之间: 第一线性偏光板 601a 靠近于背光模块 620, 第二线性偏光板 601b 靠近于观看者。下偏光板 601a 的透射轴相对于液晶配向方向的角度为 45 度, 且下偏光板及上偏光板 601a、601b 皆相互交叉。

[0162] 显示器 600 的一特征为: 位相差薄膜 602 设置在液晶层 609 和下线性偏光板 601a 之间, 且靠近于背光单元 620。在图 1 的显示器 300 中, 反射区域中的位相差薄膜和液晶层的总相位延迟相似于四分之一波板, 使反射模式达到良好的暗态。相较于显示器 600, 位相差薄膜 602 位于液晶层 609 之下且位相差薄膜 602 于反射模式没有作用。因此, 在显示器 600 中反射区域 622 的液晶层 609 必须有相似于四分之一波板的相位延迟, 以使它本身达到良好的暗态。液晶层 609 的光轴相对于上线性偏光板 601b 的透射轴, 角度大约为 45 度。

[0163] 显示器 600 的一特征为: 采用单一负位相差薄膜 602。显示器 600 的另一特征为: 液晶层 609 实质上具有起始配向方向平行于负位相差薄膜 602 的 n_y 轴 (其中负位相差薄膜 602 的折射率相似于上述定义的例子 $n_y < n_x$ 且 $n_y < n_z$), 且液晶层的起始配向方向与上偏光板的透射轴夹角大约为 45 度。

[0164] 在透射区域 621 中, 为了达到暗态, 液晶层 609 和位相差薄膜 602 必须相互补偿。因此, 达到暗态的结构相似于显示器 600 和 300。然而, 因为分布于亮态的液晶分子并不等同于均一单轴板, 而垂直方向是不对称, 所以显示器 600 和 300 于亮态的光学结构不一样。以下将有更详细的讨论。

[0165] 当显示器 600 操作在全亮态时, 其中施加于电极 605 和 606 之间的电压大约为 6.0Vrms 且负液晶材料被采用, 图 21A 的图 630 显示液晶分子的分布 (分子的方位角)。图 630 中曲线 625b 表示于条状电极 606 之间的位置 625a, 沿着 +z 轴从下表面到上表面穿越液晶层的液晶分子的分布状况 (如图 21B 所示)。曲线 626b 表示于条状电极 606 边缘位置 626a, 沿着 +z 轴从下表面到上表面穿越液晶层的液晶分子分布状况 (如图 21B 所示)。

[0166] 曲线 625b 和 626b 显示从 $z = 0$ 到 $z = 1$ (相对于液晶层的位置, 其中 $z = 0$ 在液

晶层 609 的下表面,而 $z = 1$ 位在液晶层的上表面)于垂直的 $+z$ 方向,方位角的分布并不对称。液晶层 609 的下半部(比较靠近条状电极 606)的液晶分子旋转比液晶层的上半部强烈。因此,当液晶层 609 堆积于位相差薄膜时,位相差薄膜位在液晶层 609 上方的结构(其中位相差薄膜靠近液晶的终端 $z = 1$),与位相差薄膜位在液晶层 609 下方的另一结构(其中位相差薄膜靠近液晶的终端 $z = 0$)相较,它们的显示器光学特性将不同。这可随着它们的光电表现不同而改变。

[0167] 图 22A 的 631 图显示使用负液晶材料 MLC-6608 的液晶层的 V-R 曲线 632 和 V-T 曲线 633,其中透射部分的液晶层厚度是 $4.0\mu\text{m}$,反射部分的液晶层厚度是 $1.66\mu\text{m}$ 。此处位相差薄膜 602 是负 A 板,折射率为 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 和 $n_z = 1.65$, n_y 轴沿着液晶配向方向 $\phi = 10$ 度。位相差薄膜 602 的厚度为 $3.32\mu\text{m}$,使它的相位延迟相似于液晶层 609。在 $V = 6\text{Vrms}$ 时 V-R 曲线为 632,反射率大约为 25%。在 $V = 6\text{Vrms}$ 时 V-T 曲线为 633,透射率大约为 20%。在此例中,电极宽度 W 和间隙 G (如图 2B 所示)分别为 $3\mu\text{m}$ 和 $4\mu\text{m}$ 。

[0168] 图 22B 表示显示器 600 操作于反射模式下的对比图 635,其显示大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 50 度。因为环境光不经过位相差薄膜 602,位相差薄膜 602 的参数不影响反射模式。图 22B 模拟用的参数皆与图 22A 相同。

[0169] 图 22C 表示显示器 600 操作于透射模块的对比图 636,其中位相差薄膜 602 具有折射率 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 、和 $n_z = 1.65$ 。亮态的透射率下降且对比超过 10 : 1 的视锥比在大部分方向超过 50 度的范围再稍微狭小一些(相较于显示器 300,其中大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 70 度,如图 5A 所示)。图 22C 模拟用的参数皆与图 22B 相同。

[0170] 为了补偿透射区域 621 中液晶层 609 的相位延迟,位相差薄膜 602 的 n_z 值非必要与 n_x 相同。图 22D 表示显示器 600 于透射模式中,操作于 n_z 等于 1.70 时的对比图 637。大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 40 度。图 22D 模拟用的参数除了 n_z 值之外皆与图 22C 相同。

[0171] 图 22E 表示显示器 600 操作于透射模块的对比图 638,其中 $n_z = 1.60$ 。大于对比 10 : 1 的视锥延伸大约到 40 度。注意位相差薄膜 602 的 n_z 值仅影响显示器 600 的离轴光表现,不影响法线入射光的表现。图 22E 模拟用的参数皆与图 22C 相同,除了 n_z 值之外。

[0172] 图 23 的 640 图表示,具有宽 $W = 6\mu\text{m}$ 和间隙 $G = 8\mu\text{m}$ 的电极的显示器 600 的 V-R 曲线 641 和 V-T 曲线 642,其中透射区域中液晶层厚度 $d_T = 4.0\mu\text{m}$,反射区域中液晶层厚度 $d_R = 1.66\mu\text{m}$,以及配向方向 $\phi = 10$ 度。除了电极的宽度 W 和间隙 G 不一样之外,图 23 模拟用的参数皆与图 22A 相同。在 $V = 6\text{Vrms}$ 下, V-R 曲线 641 和 V-T 曲线 642 显示反射率大约为 18%,透射率大约为 24%。

[0173] 图 24 的 643 图表示,具有配向角度 $\phi = 30$ 度且使用负 $\Delta\epsilon$ 液晶材料的显示器 600 的 V-R 曲线 644 和 V-T 曲线 645。在 $V = 6\text{Vrms}$ 下, V-R 曲线 644 和 V-T 曲线 645 显示反射率大约为 22%,透射率大约为 18%。图 24 模拟用的参数除了配向角度值之外皆与图 22A 相同。

[0174] 图 20 的显示器 600 可使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料。在某些实施例,液晶层 609 的配向方向大约为 80 度,正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料(例如:MLC-6686)具有双折射率 $\Delta n \sim 0.095$ 。透射区域 621 中的液晶层厚度 d_T 大约为 $3.5\mu\text{m}$ 。位相差薄膜 602 的厚度大约为 $3.33\mu\text{m}$,主折射率

$n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 、 $n_z = 1.65$ ，且 n_y 轴为 80 度，此角度平行于液晶配向方向。反射区域中的液晶层厚度 d_R 减少至大约为 $1.45\mu\text{m}$ ，使反射区域 622 中的液晶层 609 具有相似于四分之一波片的相位延迟。在反射区域 622，当没有像素电压或施加对应于暗态的像素电压时，结合液晶层 609 和上线性偏光板 601b 便具有相似于圆偏光板的相位延迟以达到暗态。如此一来，当没有像素电压或施加对应于暗态的像素电压时，显示器 600 在透射和反射模式具有相同的暗态。

[0175] 当高电压施加于电极 605 和 606 之间，具有高水平电场分量的边缘电场让液晶分子旋转，使得通过上线性偏光板 601a 的光具有椭圆偏振，让至少一部分的光在透射区域和反射区域中皆能通过上线性偏光板 601a。

[0176] 如下所述，图 25A 到图 27 表示使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料显示器 600 的模拟结果。

[0177] 图 25A 中 646 图表示使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料的显示器 600 的 V-R 曲线 647 和 V-T 曲线 648。图 25A 模拟用的参数皆与图 22A 相同。在 $V = 6V_{\text{rms}}$ 下，V-R 曲线 647 显示反射率大约为 26%，透射率下降至大约为 17.5%。透射率的下降归因于两因素：1) 由于它的正介电异相性 $\Delta\epsilon$ ，电极产生的边缘电场的垂直电场分量造成液晶分子倾斜，因此相位延迟减少；以及 2) 位相差薄膜 602 靠近带有电极的液晶表面时，此处靠近表面的液晶分子受到强烈的扭转。在此例中，电极宽度 W 和间隙 G（如图 2B 所示）分别为 $3\mu\text{m}$ 和 $4\mu\text{m}$ 。

[0178] 曲线 647 和 648 与曲线 632 和 633（在图 22A）的比较说明：反射模式对于液晶材料的改变，不像透射模式那样敏感。可能是因为为了在反射模式达到较好的亮态，所以液晶分子在反射区域 622 大部分旋转约为 45 度（相似于使用负 $\Delta\epsilon$ 液晶材料的结构），亦或液晶分子倾斜以使得相位延迟可被忽略。因此，当使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶分子，液晶分子的倾斜和旋转皆会在反射区域 622 造成反射率变化。但这样的机制不发生在透射模式，透射模式当液晶分子统一旋转 45 度即达到最大透射率。

[0179] 图 25B 是操作于反射模式的显示器 600 的对比图 649，此对比图表示大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 50 度。因为没有位相差薄膜设置于液晶层区域上方，所以反射区域视角的表现与位相差薄膜的参数无关。图 25B 模拟用的参数皆与图 25A 相同。

[0180] 图 25C 是操作于透射模式中的显示器 600 的对比图 650，其中位相差薄膜 602 具有折射率 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 、和 $n_z = 1.65$ 。亮态的透射率下降且对比超过 10 : 1 的视锥比在大部分方向超过 50 度的范围再稍微狭小一些，相较于图 22C 而言。图 25C 模拟用的参数皆与图 25A 相同。

[0181] 图 25D 是操作于透射模式中的显示器 600 的对比图 651，其中位相差薄膜 602 具有折射率 $n_z = 1.70$ 。图 25D 模拟用的参数皆与图 25C 相同。大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 40 度。

[0182] 图 25E 是操作于透射模式中的显示器 600 的对比图 652，其中位相差薄膜 602 具有折射率 $n_z = 1.60$ 。图 25E 模拟用的参数皆与图 25C 相同。大于对比 10 : 1 的视锥延伸也超过 40 度。请注意 n_z 值会影响显示器的离轴表现，但不影响显示器法线入射光的表现。

[0183] 图 26 的图 655 表示，电极宽度和间隙各为 $W = 6\mu\text{m}$ 和 $G = 8\mu\text{m}$ 的显示器 600 的 V-R 曲线 656 和 V-T 曲线 657。除了电极宽度 W 和间隙 G 不一样外，其他像是液晶层厚度和配向角度等参数和图 25A 一样。于透射模式中使用正液晶材料，较大的 W 和 G 的组合造成

较小（与 $W = 3\mu\text{m}$ 且 $G = 4\mu\text{m}$ 的图 25A 比较）的导通电压大约为 $4V_{\text{rms}}$ ，但透射率下降至大约为 17%。对于反射模式在 $7V_{\text{rms}}$ 时，反射饱和值大约为 23%。

[0184] 图 27 的 658 图表示当配向角度设定为 60 度而非 80 度时，电极宽度和间隙各为 $W = 3\mu\text{m}$ 和 $G = 4\mu\text{m}$ 的显示器 600 的 V-R 曲线 659 和 V-T 曲线 660。这样的配向角度使导通电压变大且透射率降低（与图 25A 配向角度 80 度比较）。在 $V = 7V_{\text{rms}}$ 时，反射率大约为 25% 且透射率大约为 17%。

[0185] 第四实施例

[0186] 在某些实施例，显示器的视角可因增加两片补偿膜而改善。图 28 为含有位相差薄膜 702、二补偿膜 715a 和 715b 的显示器 700 的截面图。当位相差薄膜补偿相位延迟起因液晶层时，本文“位相差薄膜”和“补偿膜”可交换使用。显示器 700 的每一像素分为透射区域 721 和反射区域 722。起始时均相配位的液晶层 709 设置于二配向层 708a 和 708b 之间，此二配向层置于下玻璃基板 704a 和上玻璃基板 704b 之间。

[0187] 为了补偿在透射和反射区域的光程路径差，过度涂布层 712 形成于反射区域 722。平面状的第一驱动电极 705 形成于下基板 704a 上（相似于图 1 的反射电极 307），且金属反射层 707 电性连接电极 705。保护层 710 涂布于电极 705 和金属反射层 707。条状电极 706 形成在保护层 710 上。二玻璃基板 704a 和 704b 设置在靠近背光单元 720 的下线性偏光板 701a 和靠近观看者的上线性偏光板 701b 之间。第一线性偏光板及第二线性偏光板相互交错。

[0188] 位相差薄膜 702 设置于上玻璃基板 704b 和上线性偏光板 701b 之间，且延伸至透射和反射区域。反射区域 722 在位相差薄膜 702 和液晶层 709 的相位延迟设计大约为 $\lambda/4$ ，其中 λ 为所欲入射光的波长。当没有电压或施加对应于暗态的电压，在反射区域 722 的位相差薄膜 702、液晶层 709 和上线性偏光板 701b 形成圆偏光板，使反射模式达到暗态。

[0189] 由单轴正 A 板制成的第一补偿膜 715a 设置于下线性偏光板 701a 和下基板 704a 之间。由单轴负 A 板制成的第二补偿膜 715b 设置于位相差薄膜 702 和上线性偏光板 701b 之间。单轴第一补偿膜 715a 的光轴平行配置于下线性偏光板 701a 的透射轴，而第二补偿膜 715b 的光轴平行配置于上线性偏光板 701b 的透射轴。因为补偿膜 715a 和 715b 的光轴平行于邻近偏光板的透射轴，此二补偿膜在法入射角不会影响显示器的光电表现。补偿膜 715a 和 715b 补偿下和上的偏光板的角度差异（也就是说对法线入射光而言，二偏光板相互交叉，但对于离轴入射光就不再互相垂直），并经由液晶层给予斜入射光相位延迟，可帮助改善显示器 700 的视角。

[0190] 图 29 中庞加莱球图 730，绘示在庞加莱球 732 上从下偏光板到上偏光板入射光的偏振路径，显示补偿膜 715a 和 715b 的补偿机制。设计使用单轴膜的补偿膜的解释可在 X. Zhu 等人于 2006 年 Journal of Display Technology 第 2 卷第 20-20 页所发表的“Analytical solutions for uniaxial-film-compensated wide-view liquid crystal displays”上找到。

[0191] 当从偏离法方向（或 z 轴）的角度，例如相较于下线性偏光板 701a 的透射轴，以极角为 70 度和方位角 -45 度观看显示器 700，下线性偏光板 701a 和上线性偏光板 701b 的吸收轴不再相互垂直（也就是说下和上线性偏光板有角度偏差）。在庞加莱球图 730，点 P 表示下线性偏光板 701a 的吸收轴，点 A 表示上线性偏光板 701b 的吸收轴。庞加莱球 732 上

点 T (以点 O 为中心相对于点 P) 表示从背光单元 720 的偏振光可通过下线性偏光板 701a。点 P 和点 A 不重叠表示显示器仅具有二线性偏光板,而在离轴方向,通过下线性偏光板 701a 的光线将不完全被上线性偏光板 701b 吸收,造成离轴光线漏出。

[0192] 通过在显示器 700 使用另外两个补偿膜 715a 和 715b,可实质上减少离轴光线的漏出。在庞加莱球图 730,通过下线性偏光板 701a 的光线将经由点 T 而先具有偏振。因为下单轴 A 板 715a 具有光轴,沿着上线性偏光板 701b 吸收轴设置,代表具有偏振性质的光线的点 T 在通过补偿膜 715a 后,将沿着 AO 轴 (通过点 A 和点 O) 旋转至点 B。

[0193] 接着光线经过液晶层 709 和位相差薄膜 702。液晶层 709 具有沿着线 OE 的光轴,因此当光线经过液晶层 709,光的偏振在庞加莱球 732 上将从点 B 移动到点 C。因为位相差薄膜 702 的 n_y 轴沿着液晶层 709 的配向方向,因此位相差薄膜 702 的相位延迟可抵消液晶层 709 的相位延迟。当光线经过位相差薄膜 702,庞加莱球 732 上光的偏振从点 C 移回到点 B。上单轴 A 板 715b 是负单轴薄膜,其光轴平行于下线性偏光板 701a 的吸收轴,且沿着 OP 轴使偏振光从点 B 转换成点 A。结果,离轴光线可被上线性偏光板 701b 完全吸收。

[0194] 图 28 的显示器 700 和使用三个位相差薄膜的显示器 (例如,由 J. Matsushima 等人于 2007 年 Technical Digest of IDW 第 1511 ~ 1514 页所发表的“Novel transfective IPS-LCDs with three retardation plates”) 完全不一样。首先,另外增加的二补偿膜 715a 和 715b,用来补偿离轴入射光于二线性偏光板造成的有效角度偏差。此处,补偿膜 715a 和 715b 的光轴设定不是平行于就是垂直于线性偏光板 701a 和 701b 的透射轴。补偿膜 715a 和 715b 不影响法线入射光,例如不会改变平行于 z 轴的光偏振。更重要地,在这种设计,对于平行于 z 轴的光线仅需一个负位相差薄膜 702 用来补偿液晶层 709。

[0195] 第二,液晶层 709 实质上具有平行于负位相差薄膜 702 的 n_y 轴的起始配向方向,且液晶层 709 的起始配向方向,相较于上偏光板的透射轴的角度大约为 45 度。

[0196] 第三,位相差薄膜 702 和液晶层 709 参数的选择具有弹性。例如,在液晶层 709 上方的位相差薄膜 702 非必要与四分之一波片具有相同性质。位相差薄膜 702 可具有相位延迟 (例如 330nm),不同于 $\lambda = 550\text{nm}$ 的半波长 275nm。例如,反射区域 722 中的液晶层 709 非必要与四分之一波片性质相同,只要负位相差薄膜 702 与反射液晶层 709 的整体相位延迟相似于四分之一波片的相位延迟。反射区域的液晶层具有相位延迟 (例如 :195nm) 大于四分之一波片 (135nm),这让显示器 700 具有优选反射率和制造误差。其他结构的差异和光电表现将如下所述。

[0197] 图 30A 和 30B 分别显示透射区域 721 和反射区域 722 的对比图 740 和 745。在模拟上,使用负介电异相性液晶材料 ($-\Delta \epsilon$),在透射区域 721 的液晶层 709 具有液晶层厚度 4um 而反射区域 722 具有液晶层厚度 2.34um。当没有施加像素电压 (或施加对应于暗态的像素电压) 时,设计位相差薄膜 702 的相位延迟,以完全抵消透射区域 721 中液晶层 709 的相位延迟,使透射区域 721 达到暗态。

[0198] 第一补偿膜 715a 相位延迟 $d \Delta n$ 大约等于 92.1nm 的正单轴 A 板,且它的光轴沿着上线性偏光板 701b 的吸收轴。第二补偿膜 715b 相位延迟 $d \Delta n$ 大约等于 -92.1nm 的负单轴 A 板,且它的光轴沿着下线性偏光板 701a 的吸收轴。

[0199] 如 740 图显示 (图 30A),在透射模式中,大于对比 10 : 1 的视锥在所有方向皆延伸超过 85 度。而在反射模式中,如 745 图显示 (图 30B),补偿效果并不明显。这可能因为

薄膜 715b 和薄膜 702 皆在反射模式对光线起作用。尽管如此,大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向仍延伸超过 40 度。

[0200] 某些实施例,显示器 700 使用正 $\Delta \epsilon$ 液晶材料。图 31A 和 31B 分别绘示,当在液晶层 709 使用正液晶材料时,显示器 700 在透射模式和反射模式的视角。透射区域 721 的液晶层厚度设定在 3.5 μm ,而反射区域 722 的液晶层厚度设定在 2.05 μm 。当没有施加像素电压(或对应于暗态的像素电压)时,设计位相差薄膜 702 的相位延迟,以完全抵消透射区域 721 中液晶层 709 的相位延迟,使透射区域 721 达到暗态。

[0201] 在此例,第一补偿膜 715a 相位延迟 $d\Delta n$ 大约等于 92.1nm 的正单轴 A 板,且光轴沿着上线性偏光板 701b 的吸收轴。第二补偿膜 715b 相位延迟 $d\Delta n$ 大约等于 -92.1nm 的负单轴 A 板,且光轴沿着下线性偏光板 701a 的吸收轴。如图 750 图显示的视角,对于透射模式,大于对比 10 : 1 的视锥在全部方向皆延伸超过 89 度。如图 755(图 31B),对于反射模式,大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 40 度。

[0202] 补偿膜 715a 和 715b 的光轴分别沿着线性偏光板 701a 和 701b 的透射轴设定,且不影响对显示器 700 在法线入射光的表现。为了达到广视角,位相差薄膜 702 的相位延迟,需要完全抵消透射区域中液晶层 709 在暗态的相位延迟。位相差薄膜 702 的位置影响亮态的透射率(如实施例三所述),但不影响暗态的透射率。此二补偿膜 715a 和 715b 可被使用在显示器,其中位相差薄膜 702 设置在液晶层 709 和下线性偏光板 701a 之间(具体来说,设置靠近于有电极的液晶表面那侧)。在此例中,当没有施加电压,反射区域 722 的液晶层 709 设计为有四分之一波板的特性。

[0203] 图 32A 和 32B 表示显示器中透射区域和反射区域各自的对比图 760 和 765。该显示器除了位相差薄膜 702 设置在靠近有驱动电极的液晶表面那侧(例如:在液晶层 709 和下线性偏光板 701a 之间),其他部分此显示器使用相似于图 28 中显示器 700 的负液晶材料结构。

[0204] 如图 32A 所示,虽然亮度下降(相较于图 30A),大于对比 10 : 1 的视锥在所有方向仍延伸超过 89 度。如图 32B,反射模式的视角延伸了(相较于图 31B),大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向仍延伸超过 70 度。

[0205] 图 33A 和 33B 分别显示透射区域和反射区域的对比图 770 和 775。除了使用正 $\Delta \epsilon$ 液晶材料,此显示器具有相似于图 32A 和 32B 的模拟结构。位相差薄膜 702 设置靠近于有驱动电极的液晶表面。如图 770 显示,对于透射模式,大于对比 10 : 1 的视锥在所有方向仍延伸超过 89 度。如图 775,对于反射模式,大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向仍延伸超过 70 度。相较于使用负 $\Delta \epsilon$ 液晶材料的相同结构,此结构的取舍关系到透射模式的亮度较低。

[0206] 第五实施例

[0207] 在某些实施例中,半透射半反射式液晶显示器使用单轴正 A 薄膜和负 C 薄膜,取代如上述例子的负 A 薄膜或双轴薄膜。

[0208] 图 34 为高亮度广视角液晶显示器 800 的像素的截面图。除了显示器 800 使用两片位相差薄膜 802 和 803 外,和显示器 300 具有相似的结构(图 1)。

[0209] 显示器 800 的每一像素具有透射区域 821 和反射区域 822,其中背光单元 820 设置于液晶层 809 下方当作光源。液晶层 809 夹在下玻璃基板 804a 和上玻璃基板 804b 之间。

例如由聚酰亚胺制成的配向层 808a 和 808b,各自形成于基板 804a 和 804b 的内部表面。起始时液晶分子本质地平行于下玻璃基板 804a,方向均一地配置光轴。

[0210] 由氧化铟锡 (ITO) 或氧化铟锌 (IZO) 之类的透明导电材料制成的第一平面电极 805,在下玻璃基板 804a 上形成。在反射区域 822,由导电金属像是铝或银制成的金属反射层 807,电性连接于第一平面电极 805。由介电质材料如 SiO_x 或 SiN_x 形成的保护层 810 涂布于第一平面电极 805 和金属反射层 807 上。在保护层 810 上,也是由透明导电材料像是氧化铟锡 (ITO) 或氧化铟锌 (IZO) 制成的条状电极组 806 形成第二电极。在反射区域 822 中由介电质材料如 SiO_x 、 SiN_x 或一些有机材料形成的过度涂布层 812,使反射区域 822 的液晶层厚度 d_R 与透射区域 821 的液晶层厚度 d_T 不一样。

[0211] 位相差薄膜 802 可为单轴或双轴拉伸高分子薄膜,且具有主折射率 $n_y < n_x$ 和 $n_z < n_x$,并设置于第一和第二线性偏光板 801a 和 801b 之间,覆盖透射区域 821 和反射区域 822。在此,位相差薄膜 802 的 n_z 轴本质地沿着垂直于二线性偏光板的表面的方向。在此例, n_y 和 n_z 皆小于 n_x 且它的 n_y 轴本质地平行于液晶层的配向方向。

[0212] 当没有像素电压施加于像素 100 上时(或是像素电压对应于暗态时),设计位相差薄膜 802,使透射区域的液晶层 809 在法向量角的相位延迟完全抵消,使得透射模式在二交错线性偏光板下形成暗态。在反射区域 822 中,位相差薄膜 802 和液晶层 809 的整体相位延迟大约设计为 $\lambda/4$,其中 λ 为入射光的波长。当没有施加电压,位相差薄膜 802 和液晶层 809 与上线性偏光板 801b 形成圆偏光板,使反射模式产生暗态。

[0213] 在某些例子,当 $n_x > n_y = n_z$ 时双轴位相差薄膜 802 变成单轴正 A 板。注意为了定义唯一 $n_y < n_x$ 和 $n_z < n_x$ 且 n_z 垂直于偏光板表面的位相差薄膜 802,我们可以设定折射率 $n_y < n_x$ 且沿着特定方向设定 n_y 折射率。位相差薄膜 803 为单轴 C 板,设置于薄膜 802 和液晶层 809 之间。在此,对于单轴 C 板,它的折射率满足: $n_x = n_y \neq n_z$ 。

[0214] 图 35 中 850 图显示使用负 $\Delta\epsilon$ 液晶材料的显示器 800 的 V-R 曲线和 V-T 曲线。在此,电极宽度 W 和间隙 G(如图 2)分别设定为 3 μm 和 4 μm 。液晶材料使用 MLC-6608。透射区域 821 中的液晶层厚度 d_T 设定为 4 μm 而反射区域 822 中的液晶层厚度设定为 2.34 μm 。液晶材料的配向方向为 $\phi = 10$ 度,且起始时液晶均一倾斜大约为 2 度。

[0215] 在此例中,位相差薄膜 802 为正 A 板且 n_z 轴沿着 z 轴并且 n_x 和 n_y 轴位在 x-y 平面,其中 $n_x > n_y = n_z$ 。在此, $n_y = n_z = 1.55$ 、 $n_x = 1.65$ 且 n_y 轴的配向平行于液晶配向方向。位相差薄膜 802 的厚度为 3.32 μm 。下偏光板 801a 的透射轴相对于 x 轴的角度为 -35 度,如图 2B,且上偏光板 801b 的透射轴相较于 x 轴的角度为 55 度。在此,反射区域 822 中的液晶层 809 和上位相差薄膜 802 的整体相位延迟大约为 $2.34 \times 0.083 - 3.32 \times 0.1 \mu\text{m} = -0.1378 \mu\text{m} \sim -\lambda/4$,其中入射光设定为绿光 $\lambda = 550\text{nm}$ 。

[0216] C 板 803 不影响法线入射光因为在 x-y 平面 $n_x = n_y$,但会影响显示器 800 的视角。图 36A 和 36B 分别表示透射模式和反射模式的对比图 860 和 861,其中 C 板具有折射率 $n_x = n_y = 1.50$ 、和 $n_z = 1.51$,且厚度大约为 28.5 μm 。在透射模式,大于对比 10 : 1 的视锥在大部分方向皆延伸超过 40 度。此处 C 板 803 可经由模拟和结构决定参数以提供最佳视角。

[0217] 图 34 的显示器 800 也可使用具有配向方向相对于 x 轴大约为 80 度的正液晶材料。此例中,正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料为 MLC-6686,具有光学双折射率 Δn 大约等于 0.095。透射区域

821 中的液晶层厚度 d_t 大约为 $3.5\mu\text{m}$ 。位相差薄膜 802 厚度大约为 $3.33\mu\text{m}$ ，且主折射率 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 、 $n_z = 1.55$ 而 n_y 相对于 x 轴为 80° 。反射区域 822 中的液晶层厚度降为 $2.05\mu\text{m}$ 。在此结构，反射区域 822 中的液晶层 809 和上位相差薄膜 802 的功能相似于四分之一波片，其中进一步和上偏光板 801b 组合的功能相似于圆偏光板。这让反射区域 822 具有暗态。当没有施加电压或是施加相对于暗态的电压于像素上，像素在透射和反射区域具有共同的暗态。

[0218] 图 37 表示使用正液晶材料且参数如上所述的显示器 800 的 V-T 曲线 872 和 V-R 曲线 871。图 38A 表示透射区域 821 的对比图 880。图 38B 表示反射区域 822 的对比图 881。在此两案例中，C 板具有折射率 $n_x = n_y = 1.50$ ，和 $n_z = 1.51$ 且厚度大约为 $28.5\mu\text{m}$ 。

[0219] 第六实施例

[0220] 在某些实施例，两片位相差薄膜可以设置靠近下基板 904a。图 39 图为高亮度广视角半透射半反射式液晶显示器 900 的像素截面图。像素分为透射区域 921 和反射区域 922。均一配向的液晶层 909 配置于二玻璃基板 904a 和 904b 之间。二配向层 908a 和 908b 形成于二玻璃基板的内部表面且将液晶分子配向。

[0221] 在下玻璃基板 904a，第一电极 905 由像是 ITO 或 IZO 的透明导电材料制成，以板状形成于透射区域 921；反射金属层 907 由像是铝或银形成于反射区域 922 当作反射镜。金属反射层 907 电性连接于电极 905。保护层 910 由像是 SiO_x 或 SiN_x 介电质材料涂布在电极 905 和 907 上，第二电极 906 在保护层 910 上以条状成形。

[0222] 在反射区域 922 中，由 $\text{SiO}-x$ 或 SiN_x 或有机材料形成的过度涂布层 912 用来调整液晶层厚度 d_R 使其与透射区域 d_t 不一样，用以补偿透射区域和反射区域的光程路径差。液晶层 909 设置于二玻璃基板之间，其依序设置于二线性偏光板之间：第一线性偏光板 901a 靠近背光单元 920，而第二线性偏光板 901b 靠近观看者。下偏光板 901a 的透射轴相对于液晶配向方向大约为 45° ，且下和上偏光板 901a 和 901b 的透射轴相互交错。

[0223] 当没有施加像素电压（或施加对应于暗态的像素电压），位相差薄膜 902 设计相位延迟，使透射区域 921 中液晶层 909 在法入射角的相位延迟完全抵消，以造成透射区域 921 的暗态。液晶层 909 本身在反射区域 922 的整体相位延迟大约 $\lambda/4$ ，其中 λ 为所欲入射光的波长。因此，当没有施加电压（或施加对应于暗态的像素电压），液晶层 909 和上线性偏光板 901b 的组合形成圆偏光板，造成反射区域 922 的暗态。

[0224] 在某些例子，当位相差薄膜 902 具有折射率 $n_x > n_y = n_z$ ，双轴位相差薄膜 902 变成单轴正 A 板。为了单一定义位相差薄膜 902 的光学配置 $n_y < n_x$ 、 $n_z < n_x$ 和 n_z 垂直于偏光板表面，我们可以设定折射率 $n_y < n_x$ 且沿某一特定方向设定它的折射率 n_y 。为了增大视角，另一个位相差薄膜 903 可以是单轴 C 板，其设置于薄膜 902 和下线性偏光板 901a 之间。在此例中，单轴 C 板具有折射率 $n_x = n_y \neq n_z$ 。

[0225] 图 40 表示显示器 900（图 39）中像素的 V-R 曲线 931 和 V-T 曲线 932，其中使用负液晶材料 MLC-6608。透射区域 921 的液晶层厚度为 $4.0\mu\text{m}$ 而反射区域 922 的液晶层厚度为 $1.66\mu\text{m}$ 。在此，位相差薄膜 902 为正 A 板，该正 A 板主折射率 $n_x = 1.65$ 、 $n_y = 1.55$ 、 $n_z = 1.55$ 且 n_y 轴沿着相对于 x 轴的液晶配向方向 $\phi = 10^\circ$ 。位相差薄膜 902（正单轴 A 板）的厚度为 $3.32\mu\text{m}$ ，使它的相位延迟相似于液晶层 909。

[0226] 图 41A 表示透射区域 921 的对比图 940，其中 C 板 903 具有折射率 $n_x = n_y = 1.50$ 、

$n_y = 1.51$ 且厚度大约为 $28.5\mu\text{m}$ 。图 41B 表示反射区域 922 的对比图 945, 它和图 20 显示器 600 的 635 图一样。当单一或多个位相差薄膜设置于下基板和下线性偏光板之间, 该单一或多个位相差薄膜即不影响反射区域的视角。

[0227] 在某些实施例, 图 39 的显示器 900 使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料, 其中液晶表面配向方向大约为 80° 。

[0228] 图 40 中 930 图表示使用负 $\Delta\epsilon$ 液晶材料的显示器 900 的 V-R 曲线 931 和 V-T 曲线 932。在此例中, 除了显示器 900 的正单轴 A 板 902 和一多出的位相差薄膜 903 (单轴 C 板) 之外, 显示器 900 的其他参数和显示器 600 一样 (图 20)。从法向量光得到的 V-R 曲线 931 和 V-T 曲线 932 分别和 V-R 曲线 632 和 V-T 曲线 633 (图 22A) 一样。

[0229] 图 41A 表示显示器 900 操作于透射模式的对比图 940。图 41B 表示显示器 900 操作于反射模式的对比图 945。比较 945 图和 635 图 (图 22B), 可发现显示器 900 和 600 的反射模式的视角相似。显示器 900 和 600 的透射模式的视角相异。

[0230] 图 42 表示使用正 $\Delta\epsilon$ 液晶材料的显示器 900 中透射模式的对比图 950。在此例中, C 板具有折射率 $n_x = n_y = 1.50$, 和 $n_z = 1.51$, 而且厚度大约为 $30\mu\text{m}$ 。

[0231] 如上所述的半透射半反射式液晶显示器具有广视角且高透射率高反射率的优点。在透射和反射模式中皆可使用单一灰阶控制伽马曲线。显示器不需使用液晶单元内部的位相差薄膜让工艺变得简单。显示器有多种应用, 像是可携式电子装置的轻便显示器。

[0232] 综上所述, 虽然本发明已多个实施例披露如上, 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。例如, 显示器的元件, 像是液晶层、偏光板薄膜、和配向层可使用和上述实施例不一样的材料和参数。当背光单元打开, 显示器可操作于透射模块, 另外一些环境光可被反射像素电极反射, 所以显示器可以同时操作于透射模式和反射模式。电极宽度和电极间隙可和上述实施例不同。共同电极和像素电极的几何形状可和上述实施例有所不同。例如, 共同和像素电极的条状和开口可具有不一样的宽度, 可被弯曲, 且可具有多样的形状。

[0233] 如上所述的液晶分子配向意指液晶分子指向物件的方向。分子不需总是指向同一方向。分子可倾向大部分时间指向一个方向 (被指向物件决定) 多于另一个方向。例如, 例如当我们提到液晶分子沿着特定方向配向, 我们意指平均的液晶分子指向物件所指向方向, 通常沿着特定方向配向, 但个别分子可能指向不同的方向。

[0234] 其他实施例和应用也在包含在权利要求内。

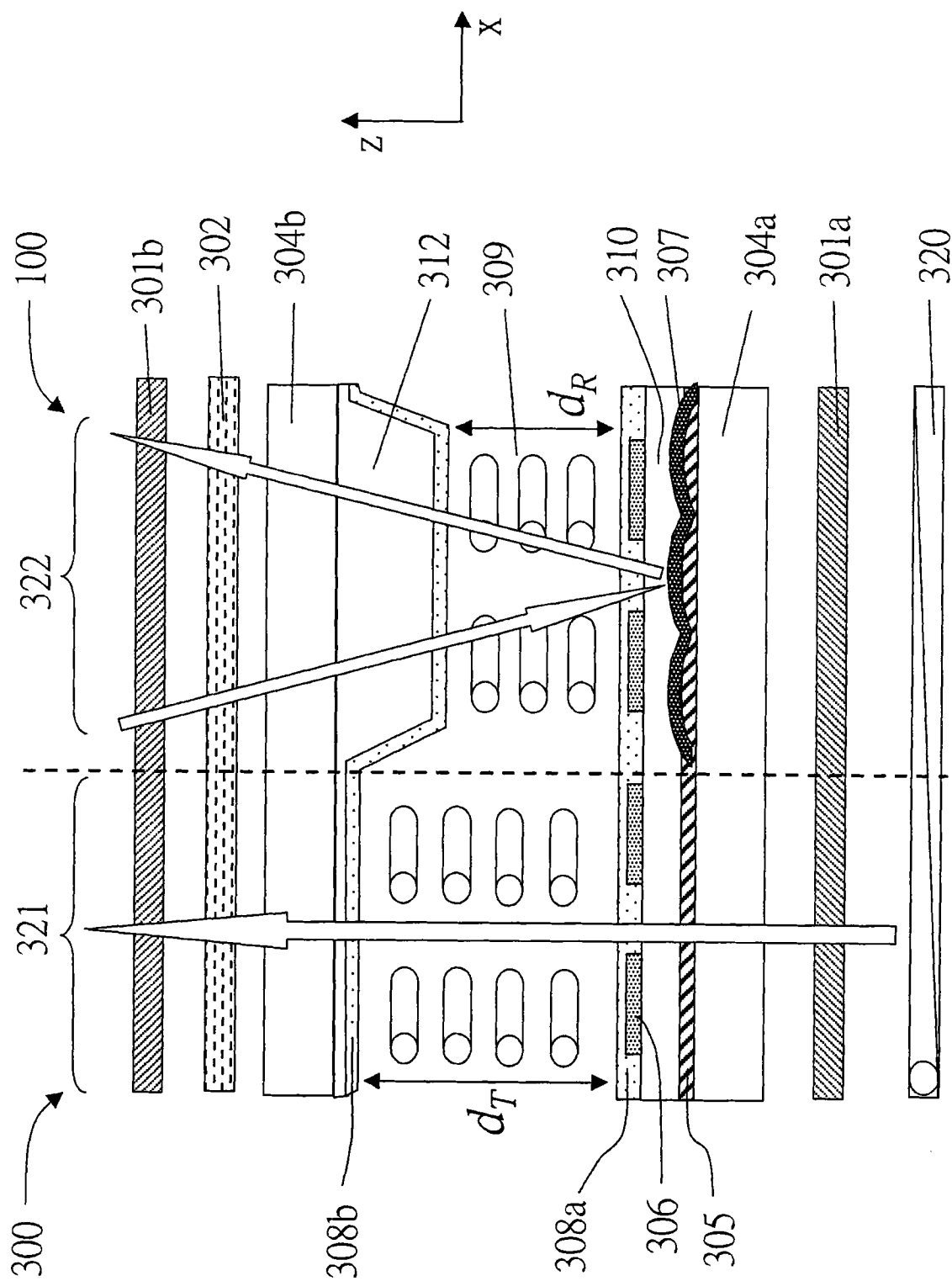


图 1

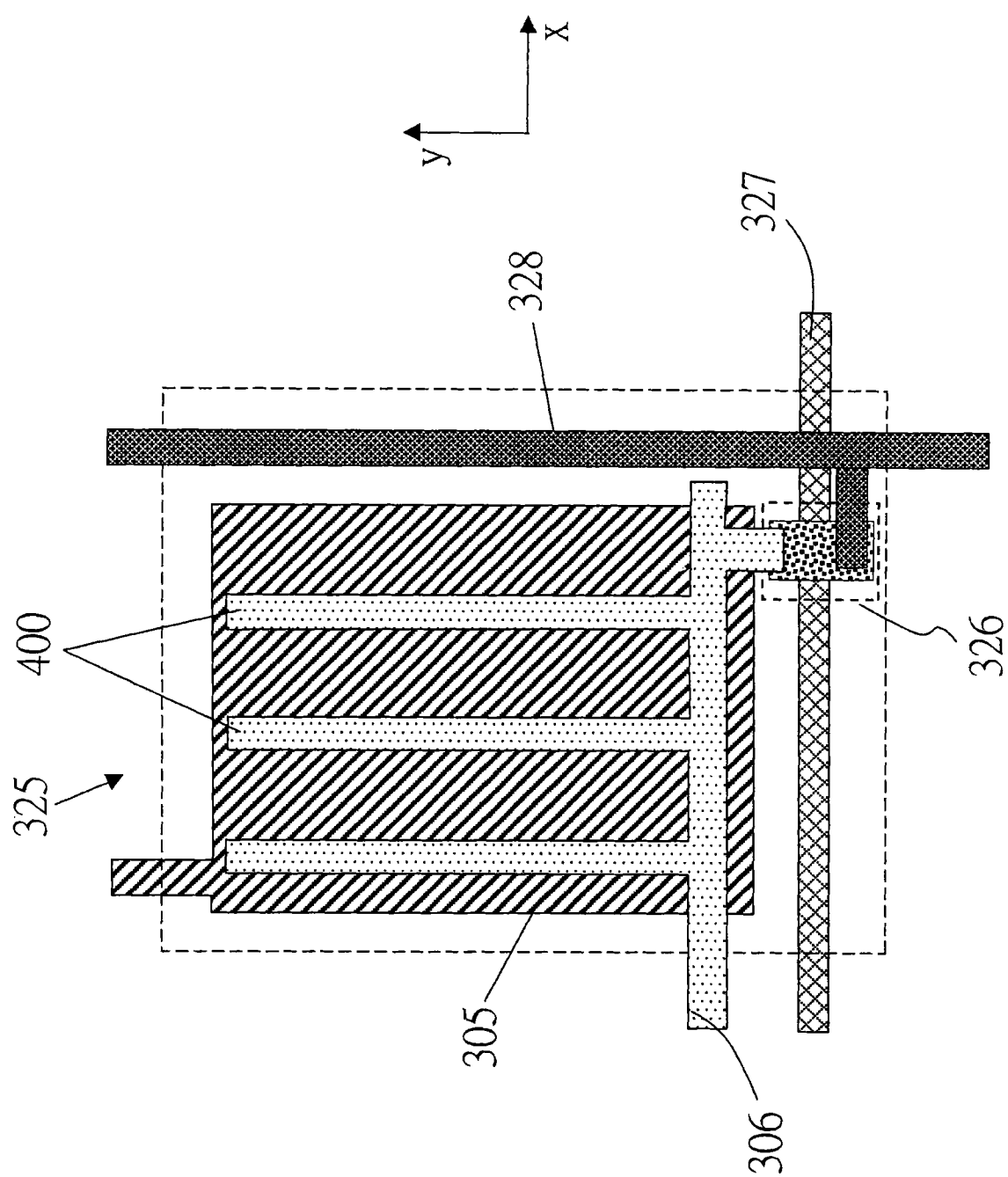


图 2A

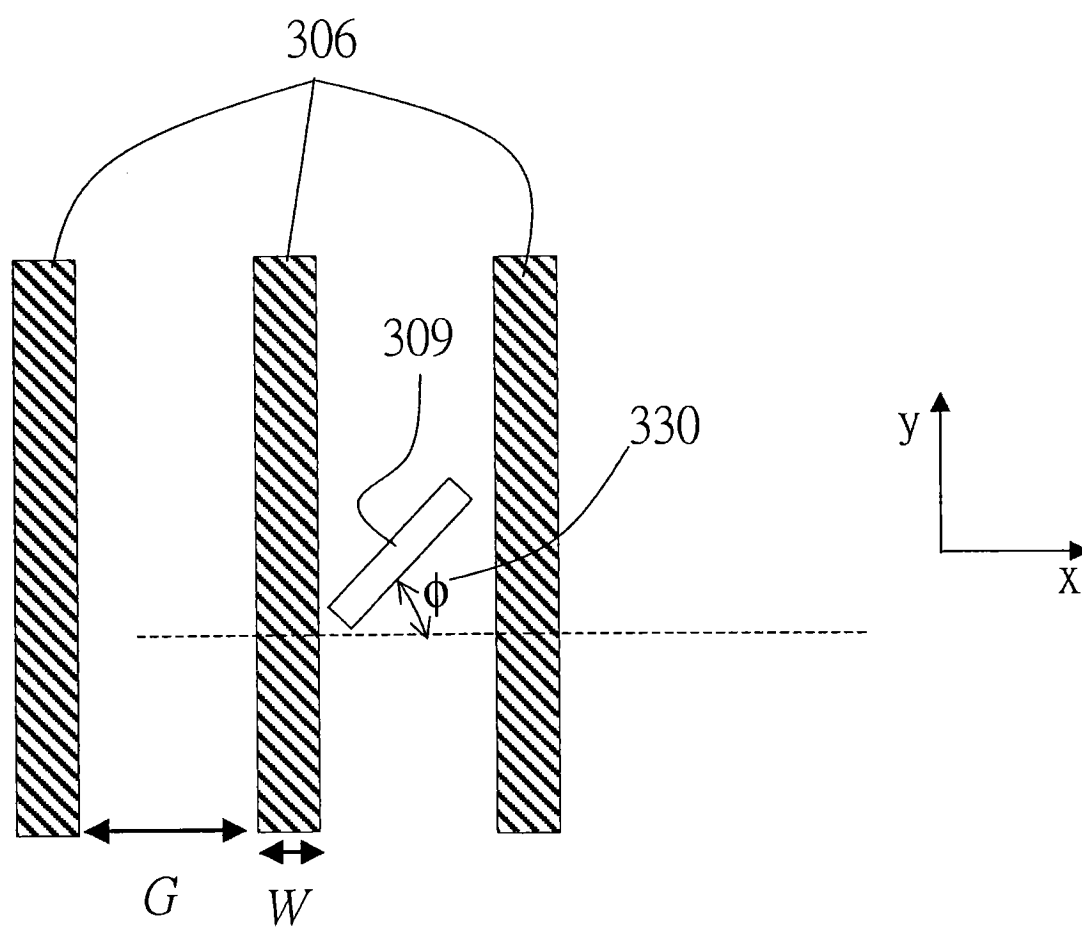


图 2B

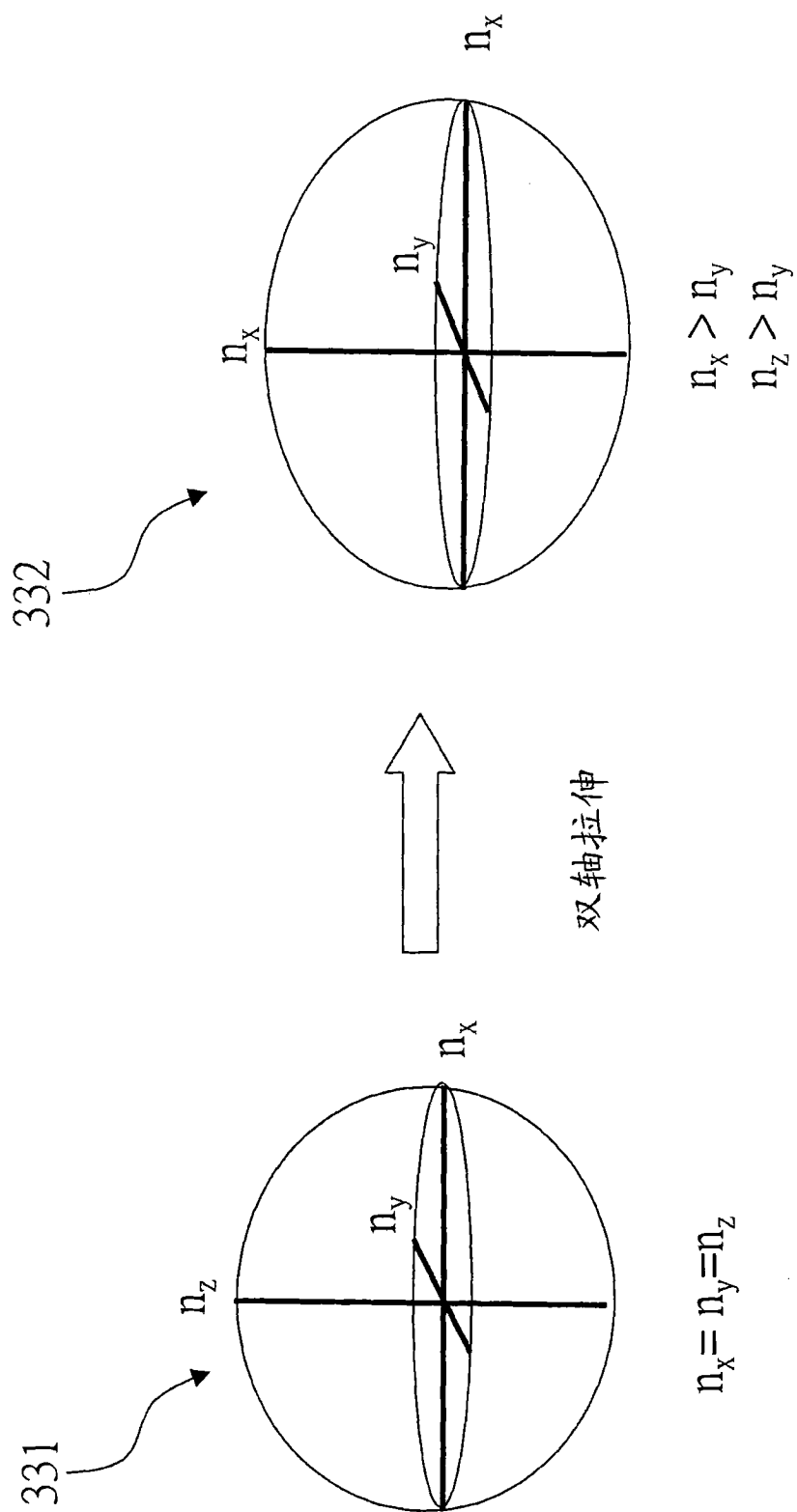


图 2C

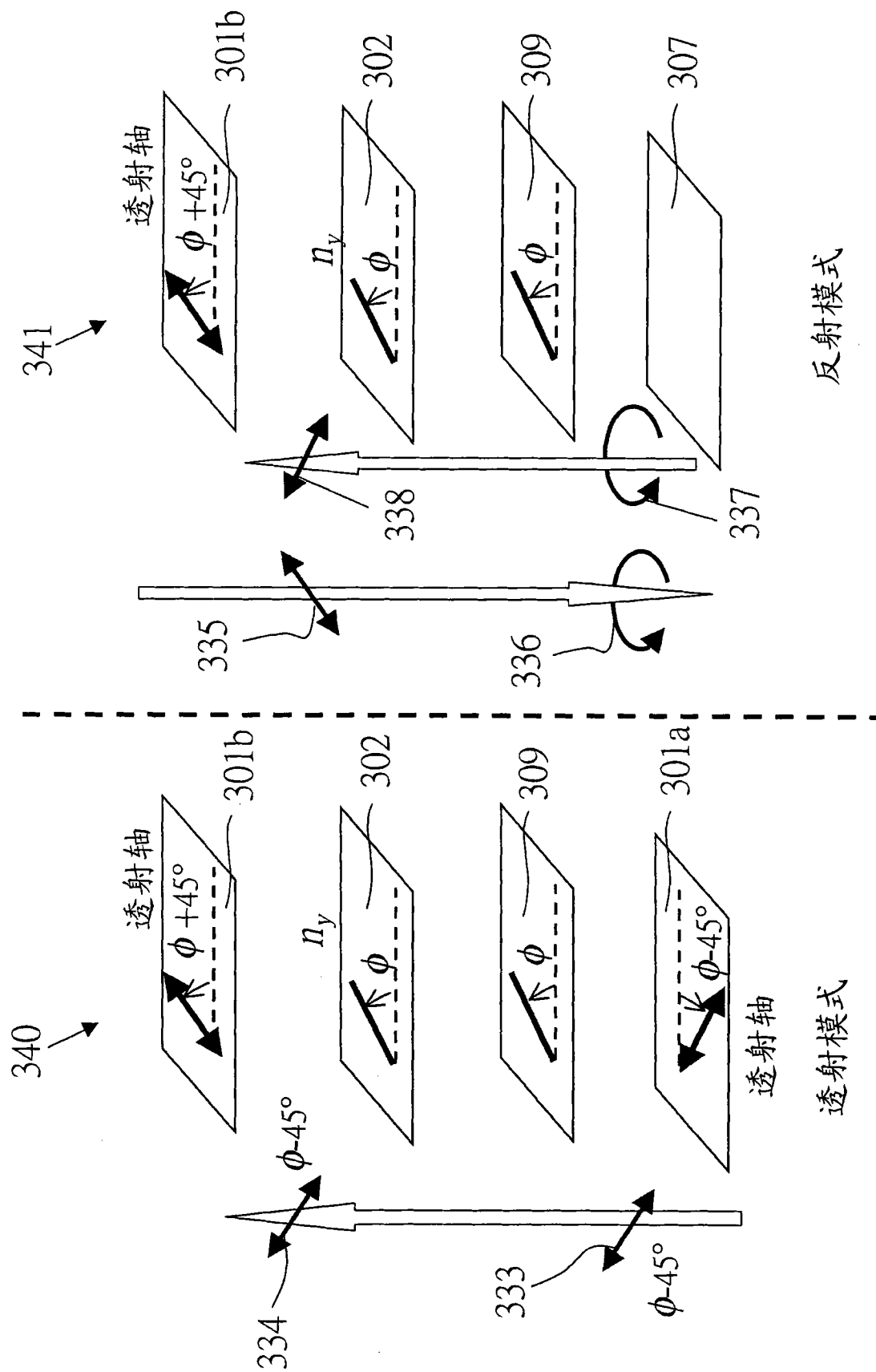


图 3A

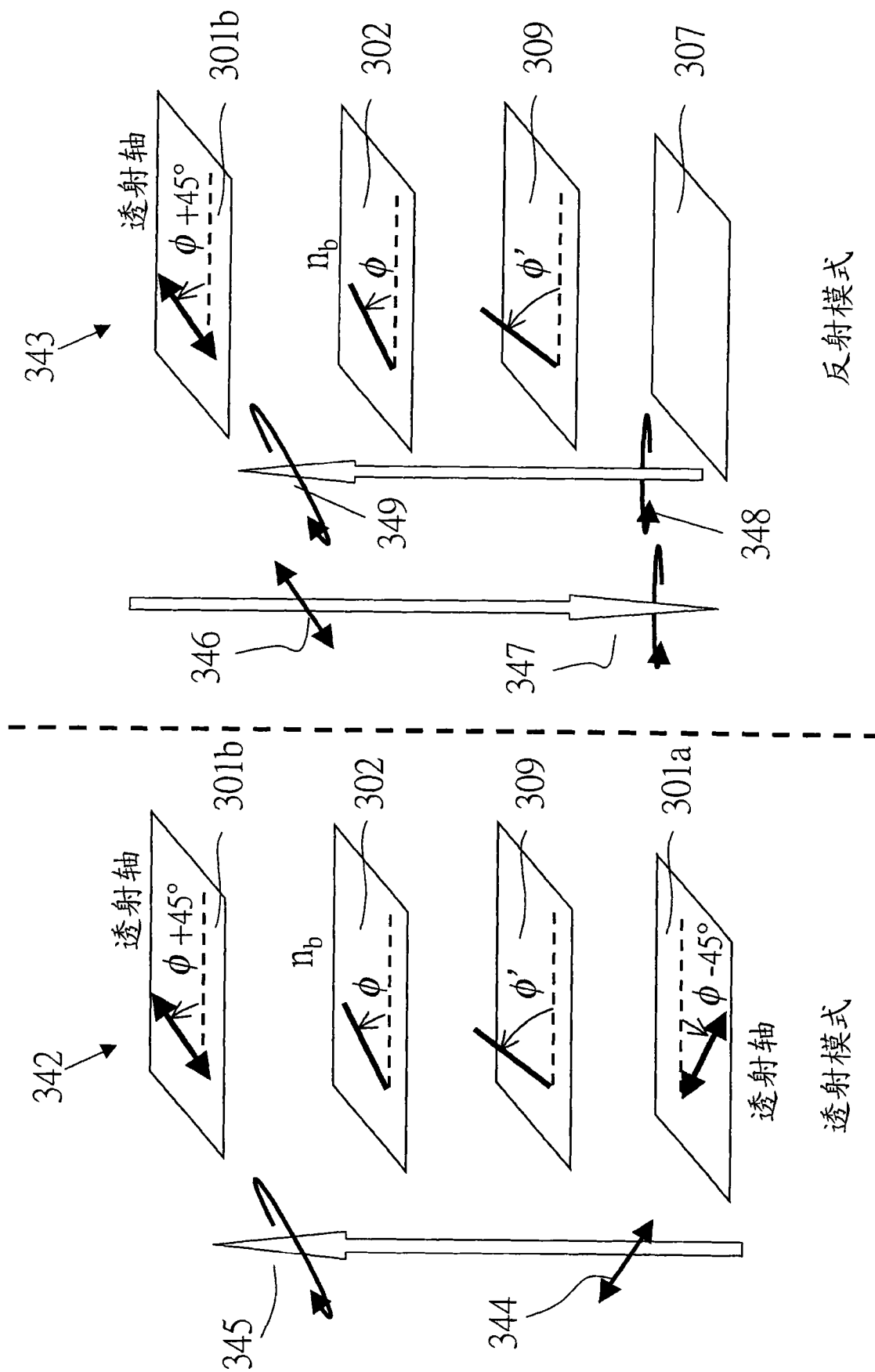


图 3B

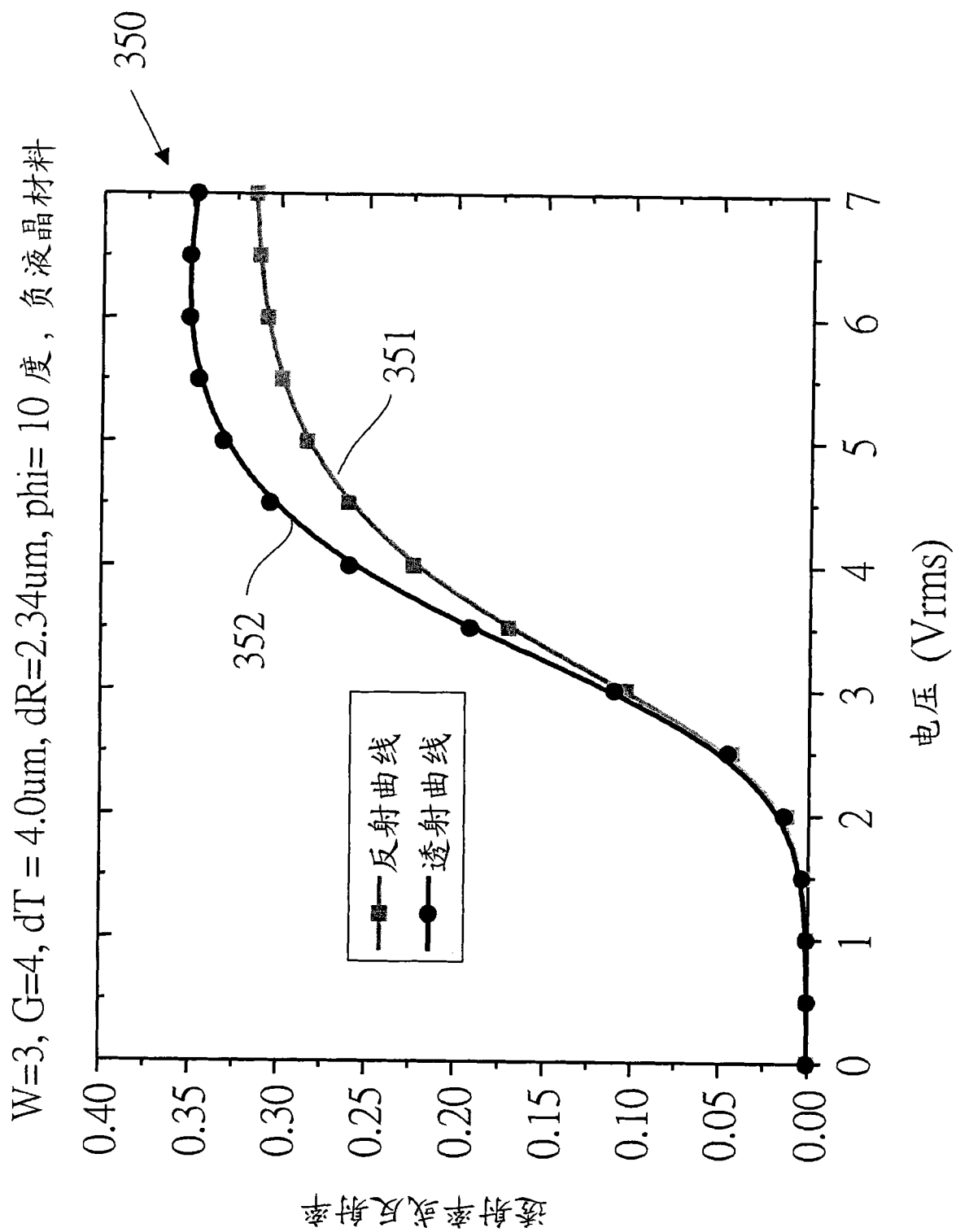


图 4A

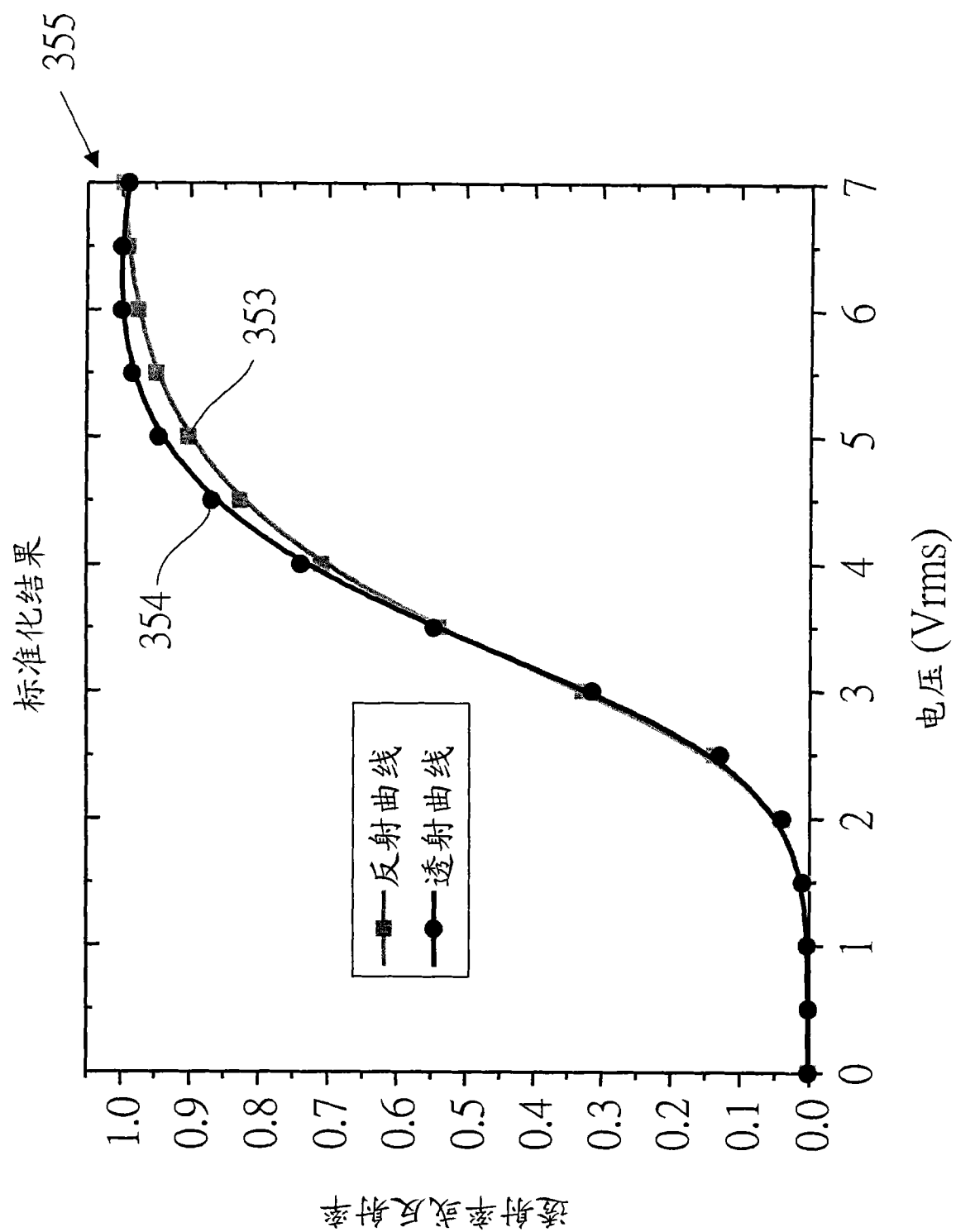


图 4B

透射模式的视角, $n_x=n_z=1.65, n_y=1.55$

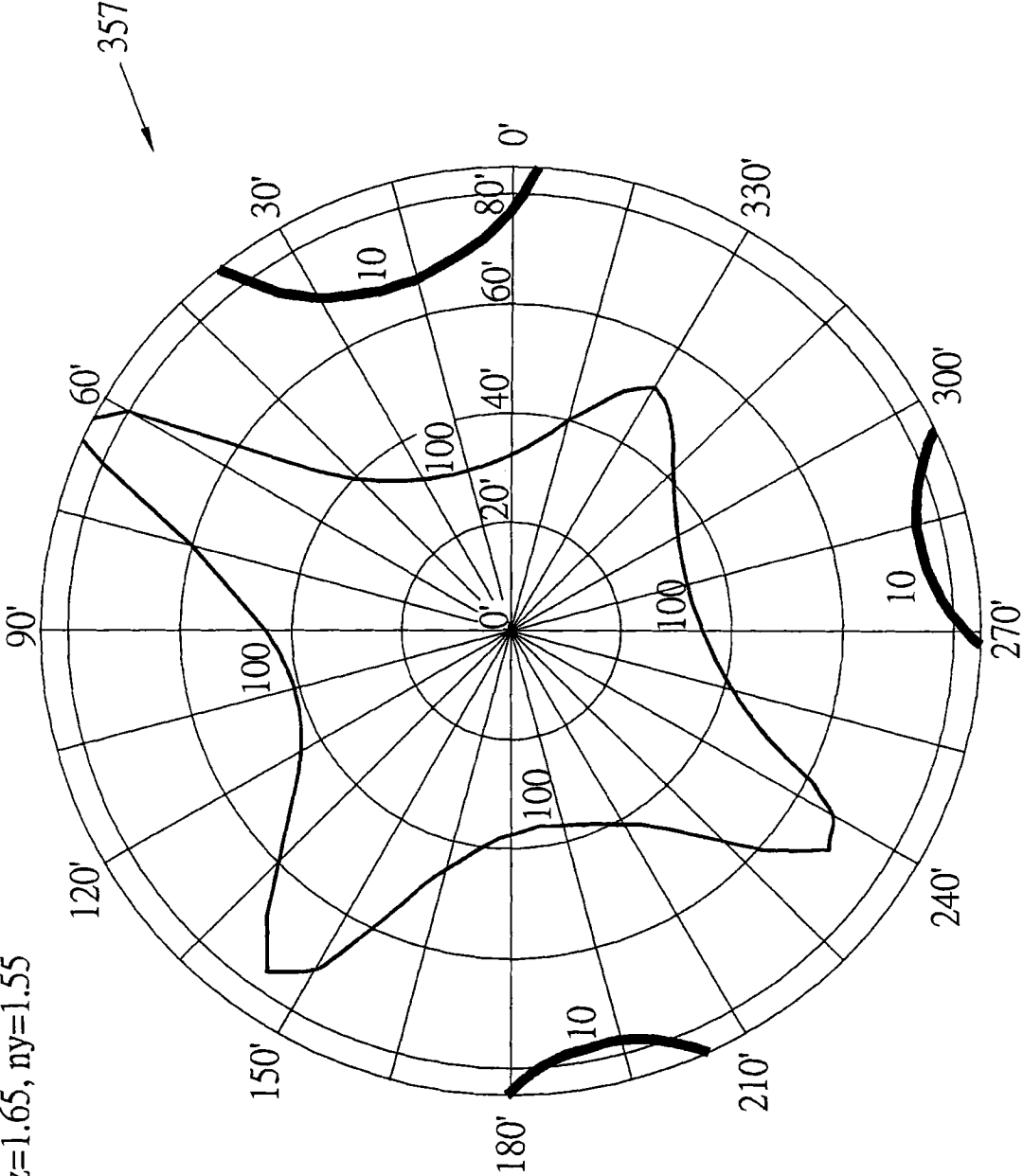


图 5A

反射模式的视角, $n_x=n_z=1.65$, $n_y=1.55$

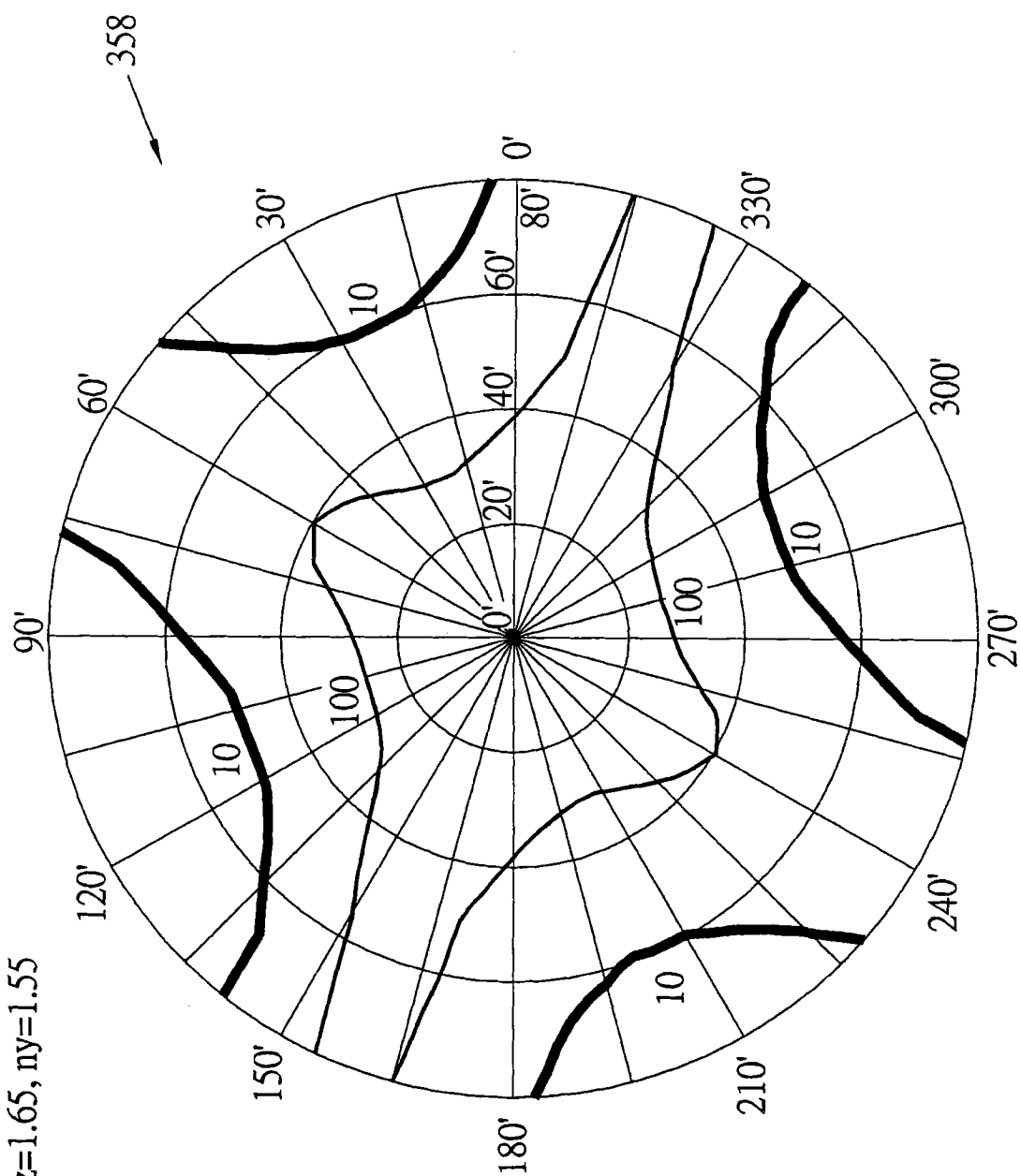


图 5B

透射模式的视角, $n_x=1.65$, $n_y=1.55$, $n_z=1.7$

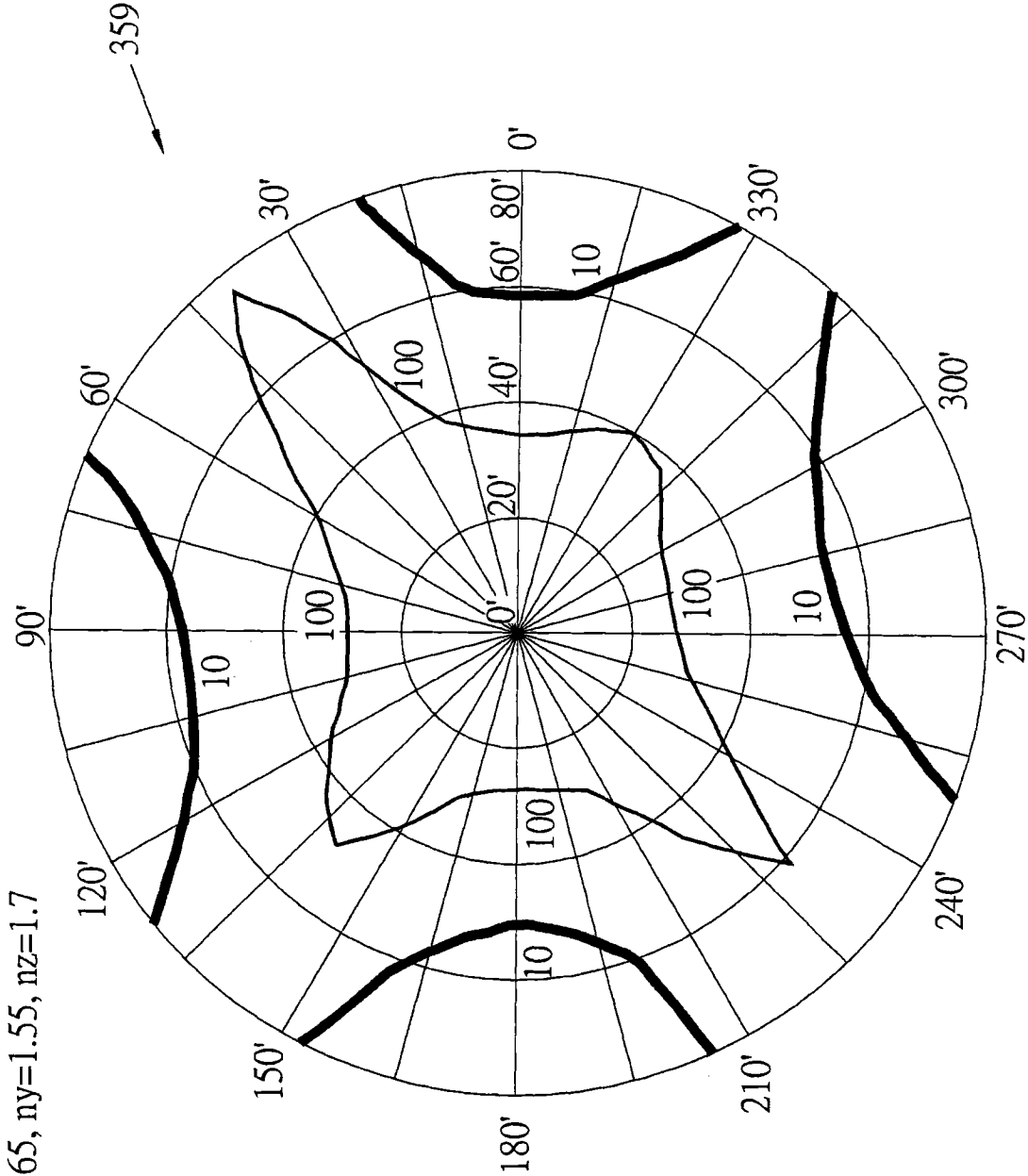


图 6A

反射模式的视角, $n_x=1.65$, $n_y=1.55$, $n_z=1.7$

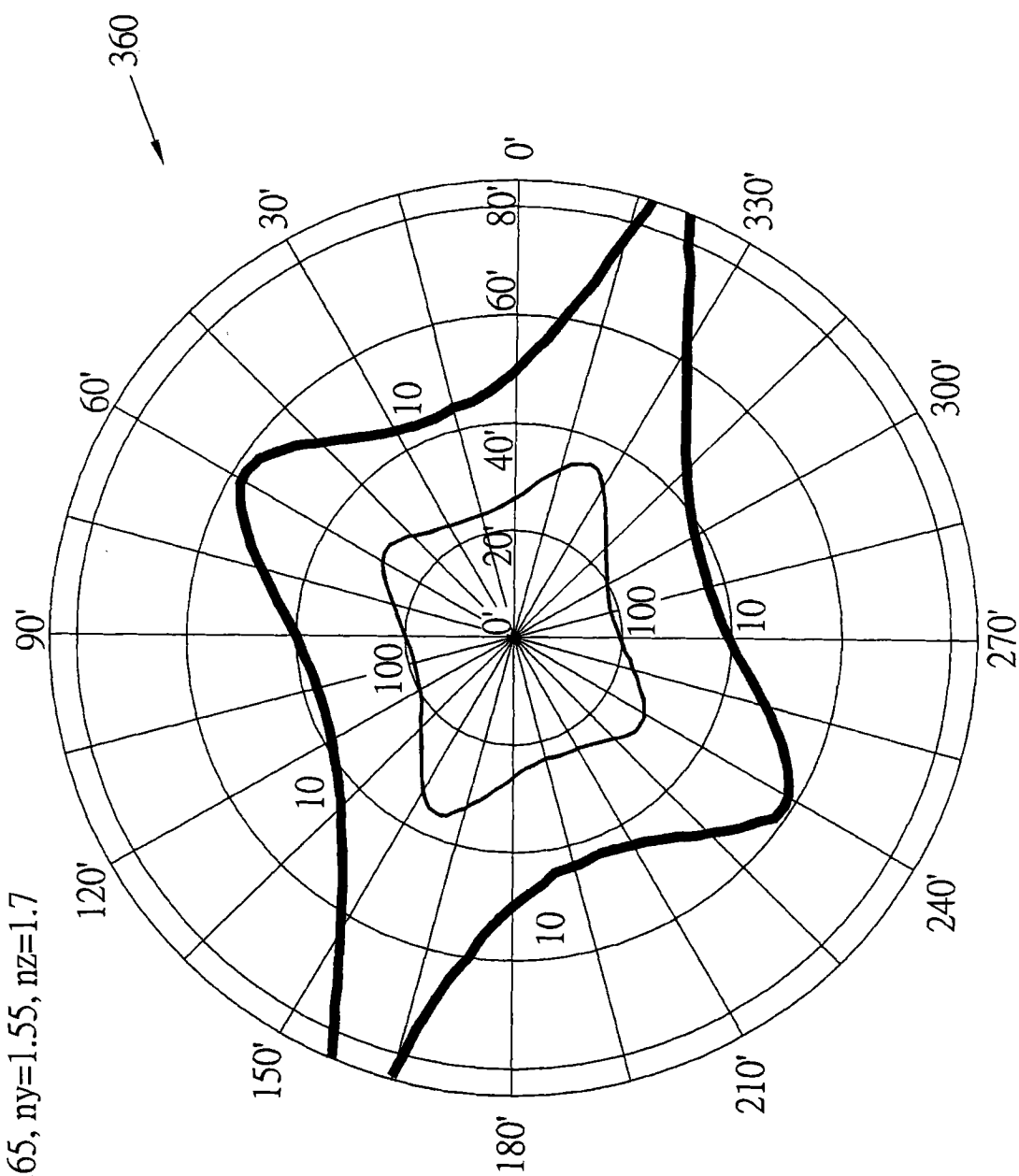


图 6B

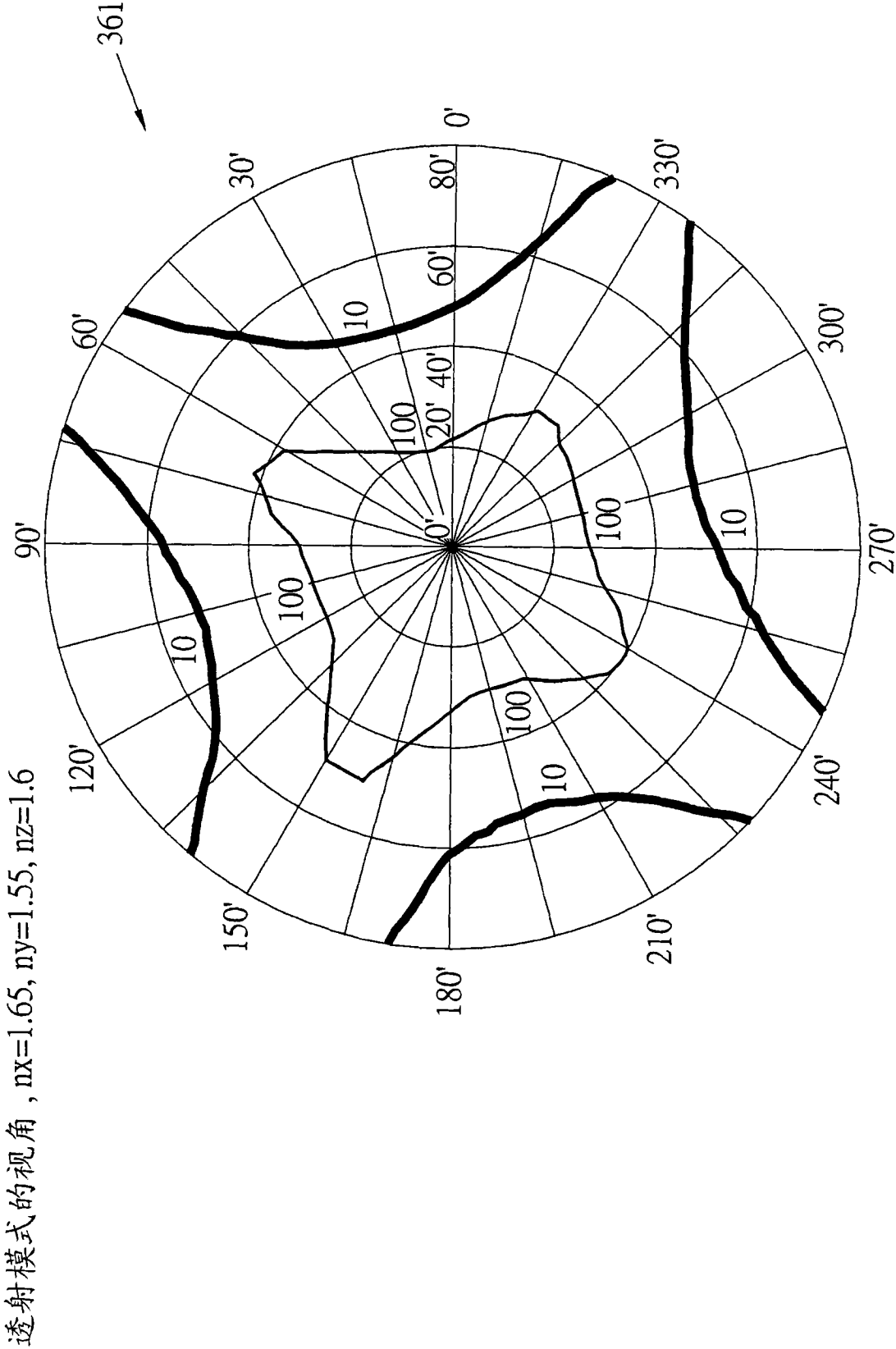


图 7A

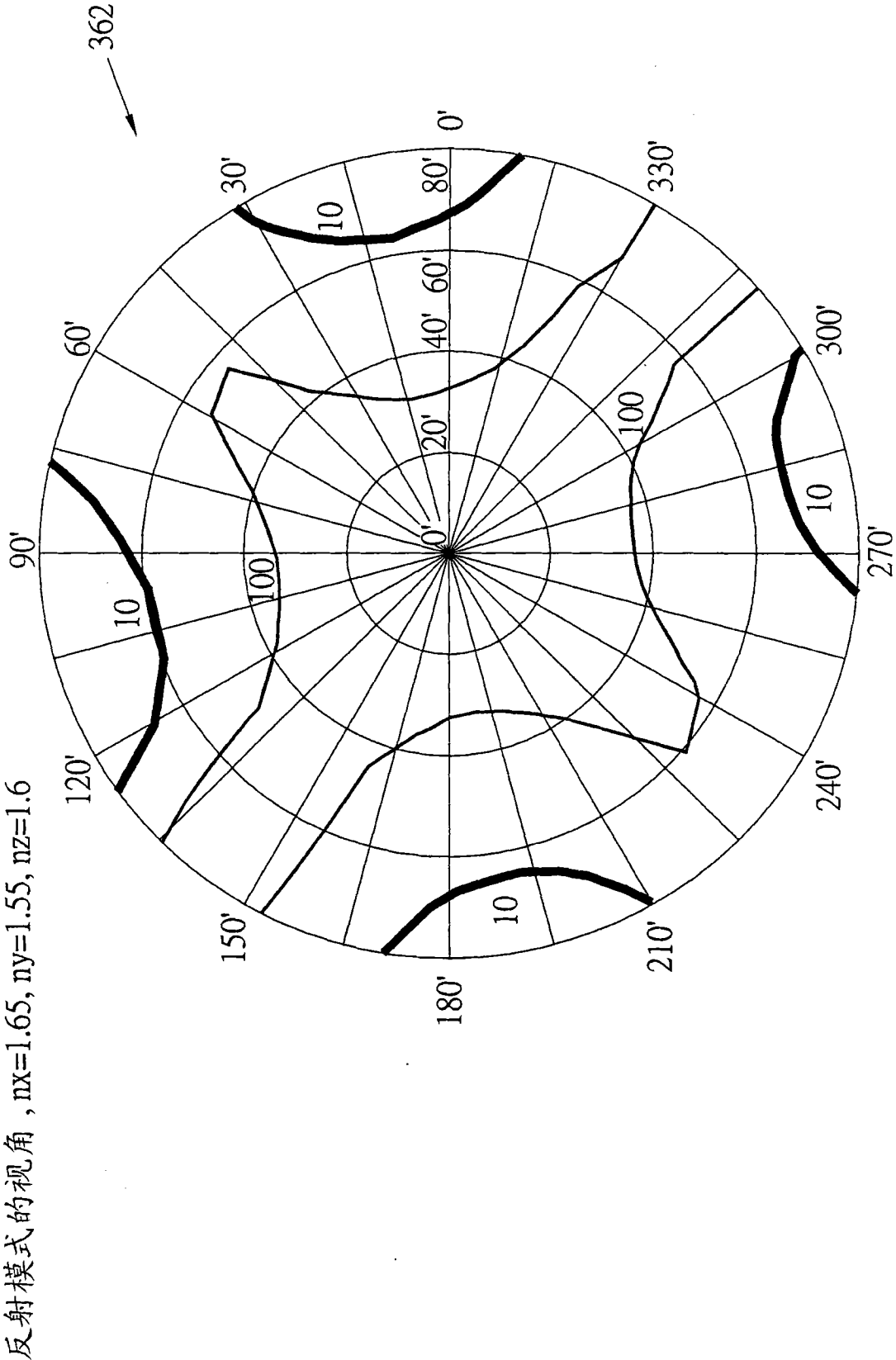


图 7B

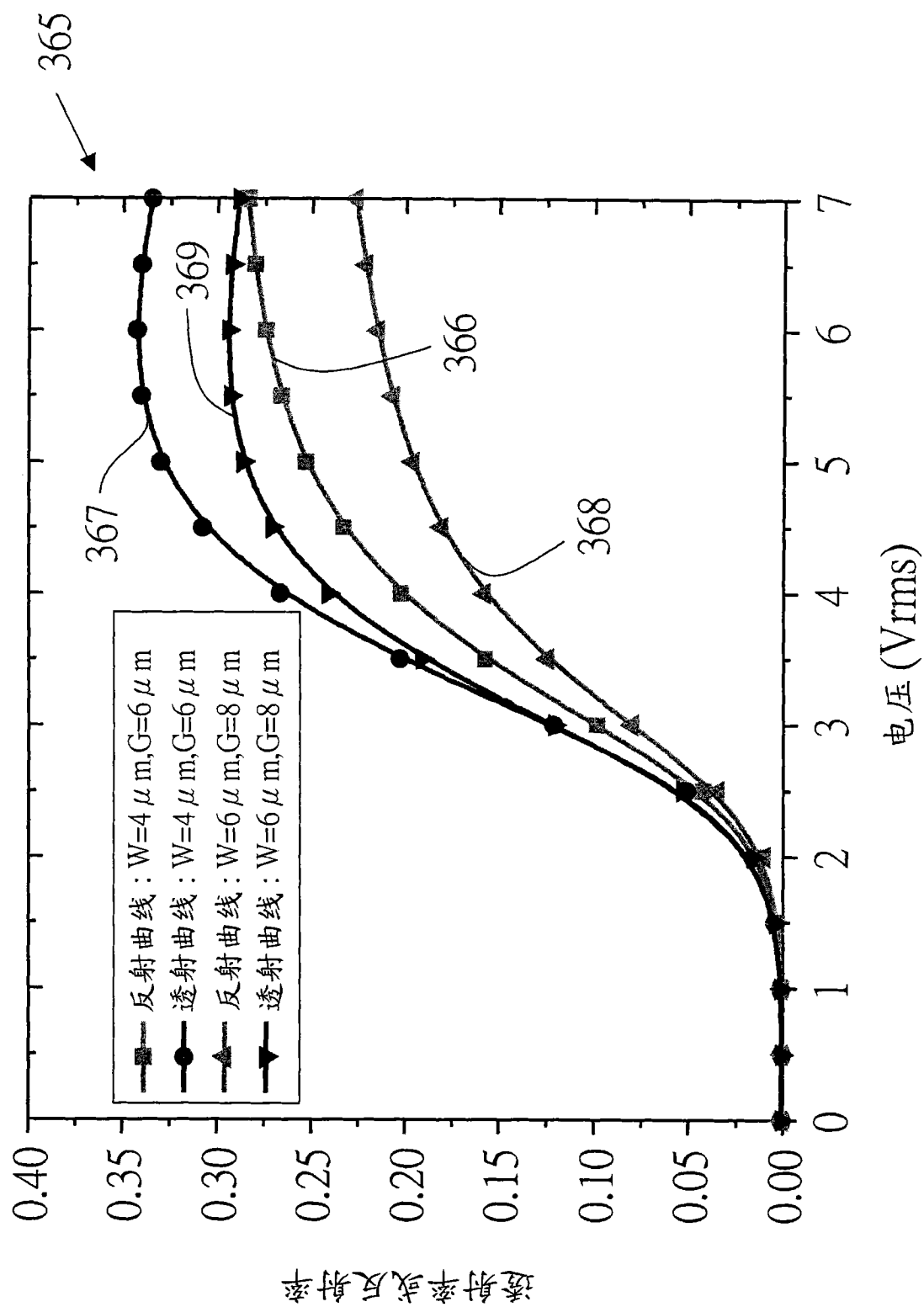


图 8

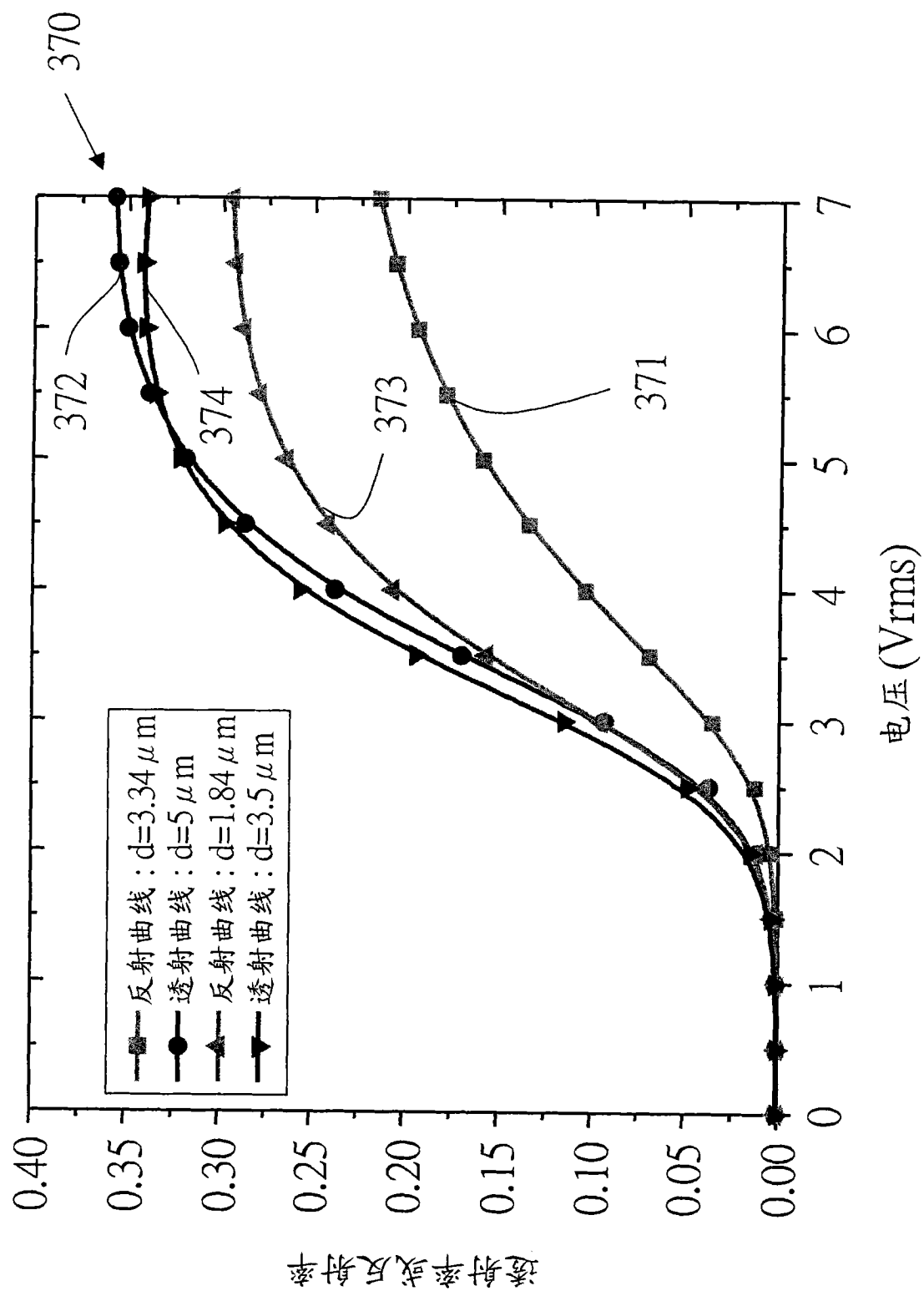


图 9

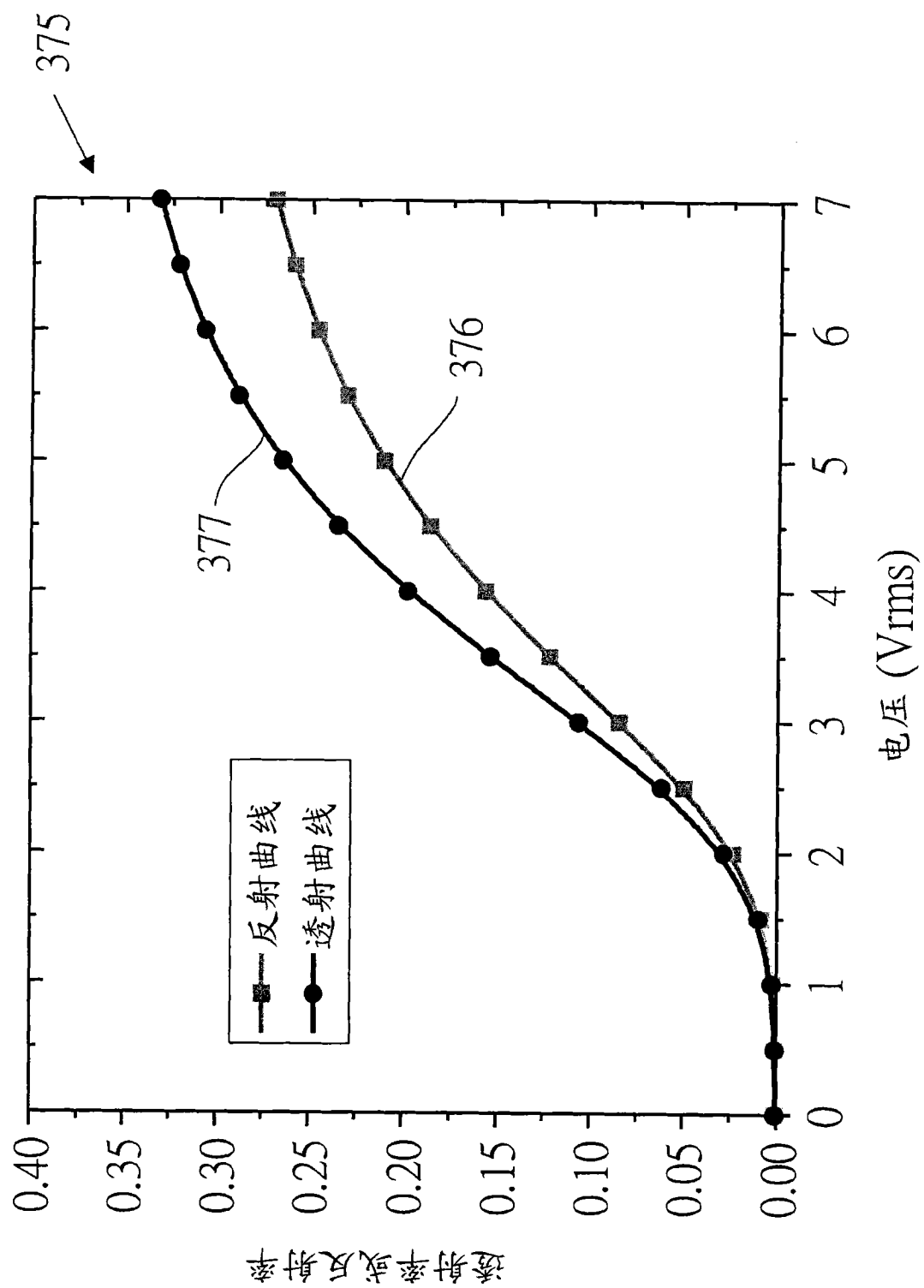


图 10

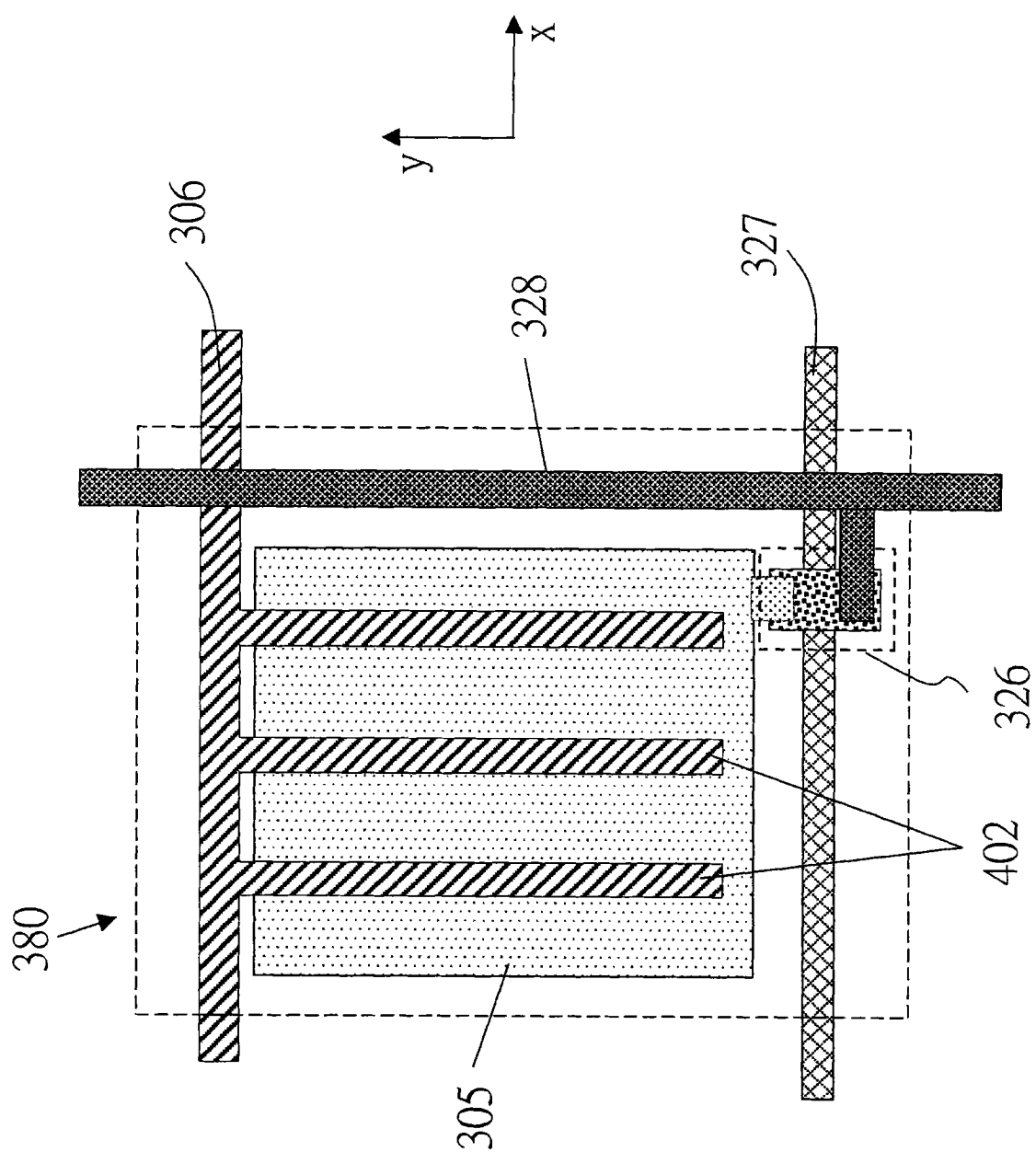


图 11

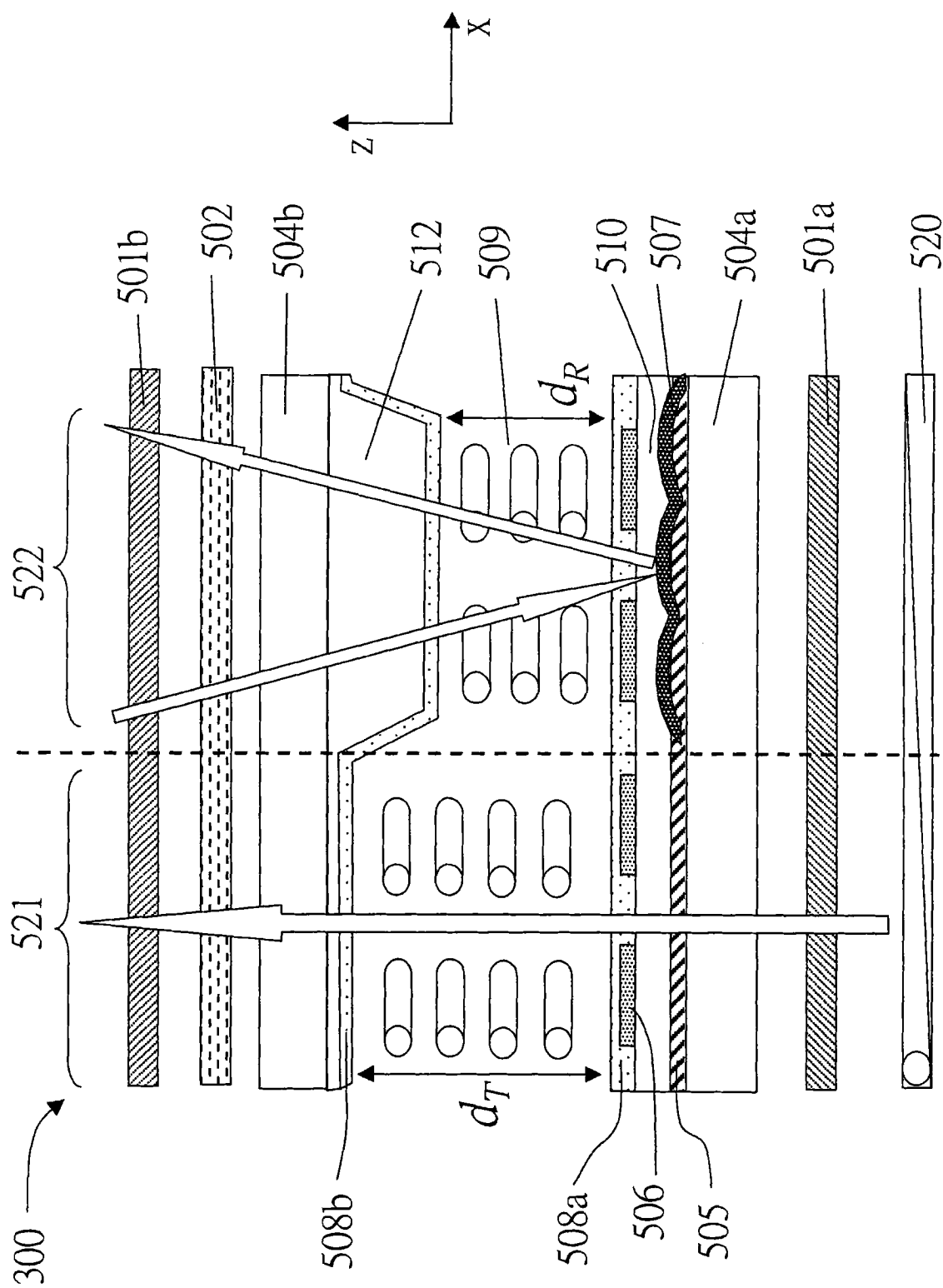


图 12

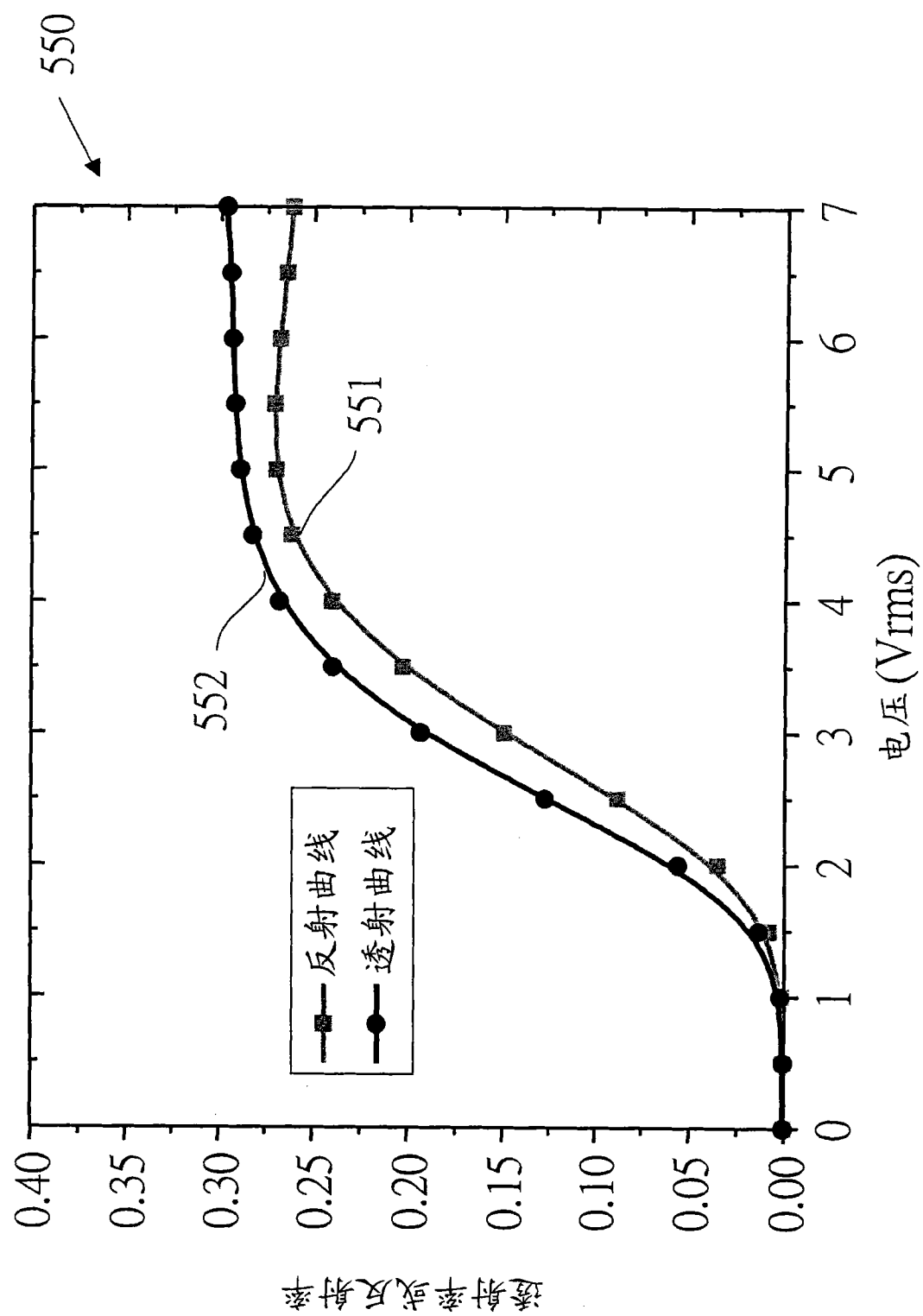


图 13A

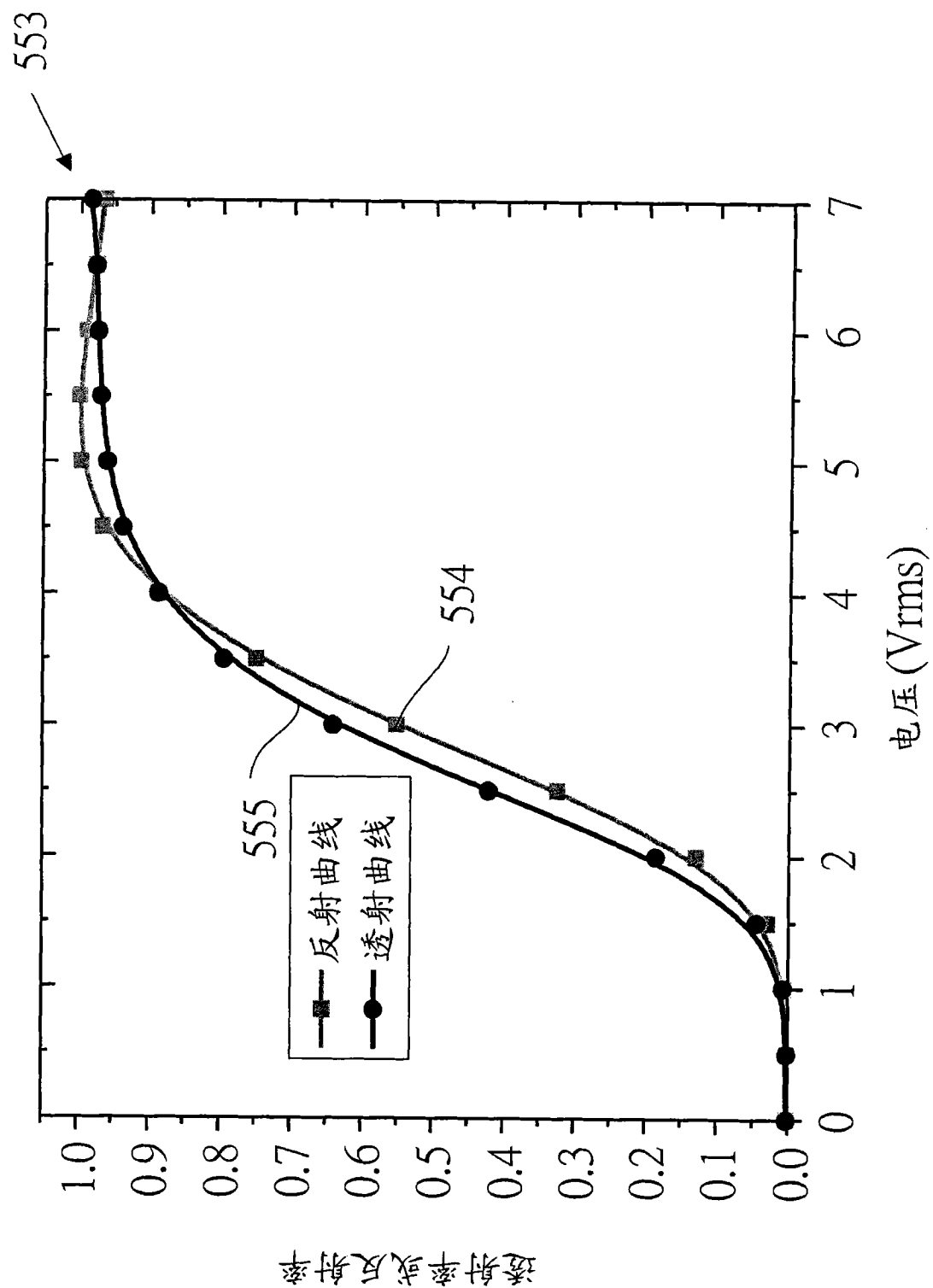


图 13B

透射模式的视角, $n_x=n_z=1.65$, $n_y=1.55$

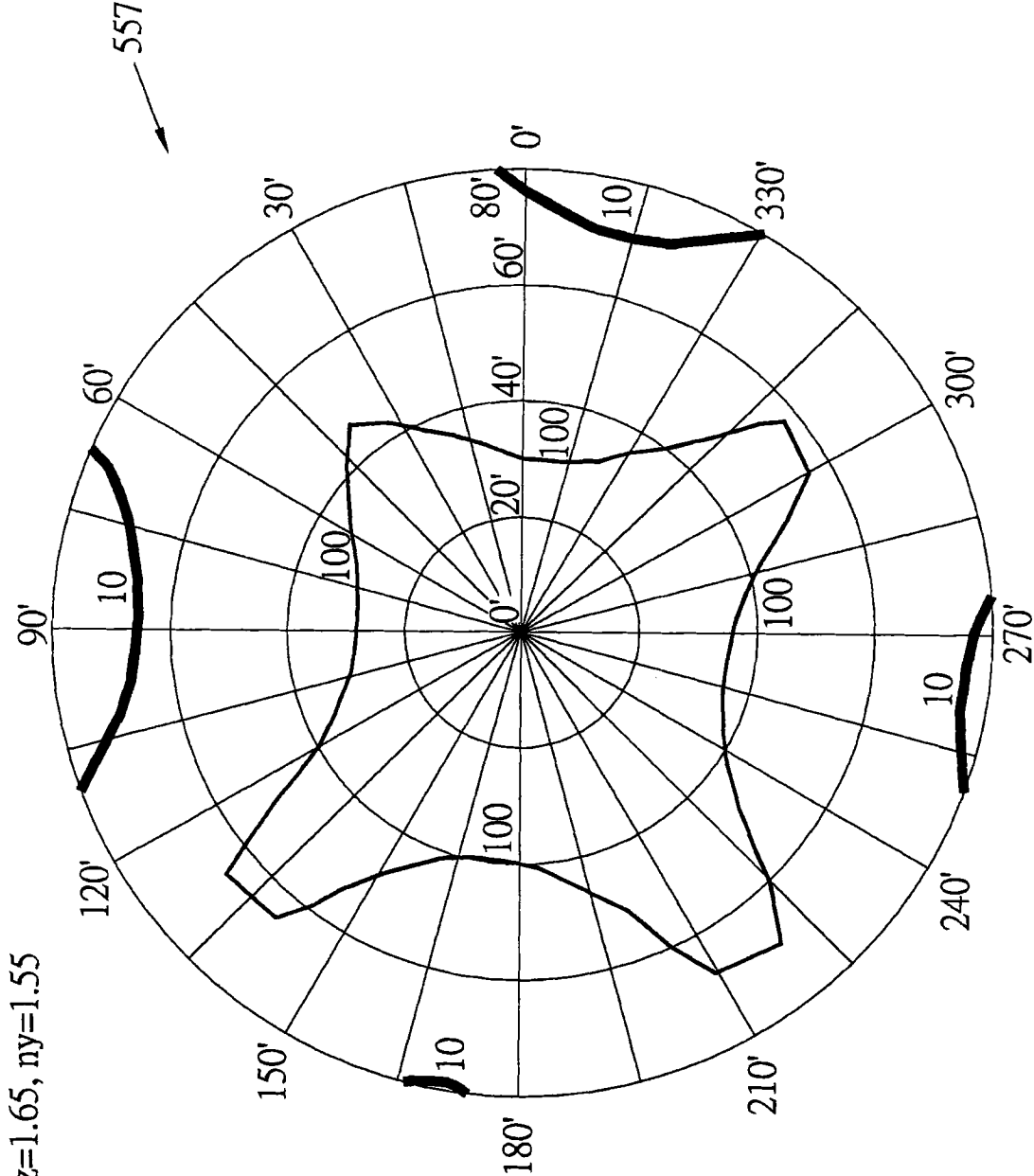


图 14A

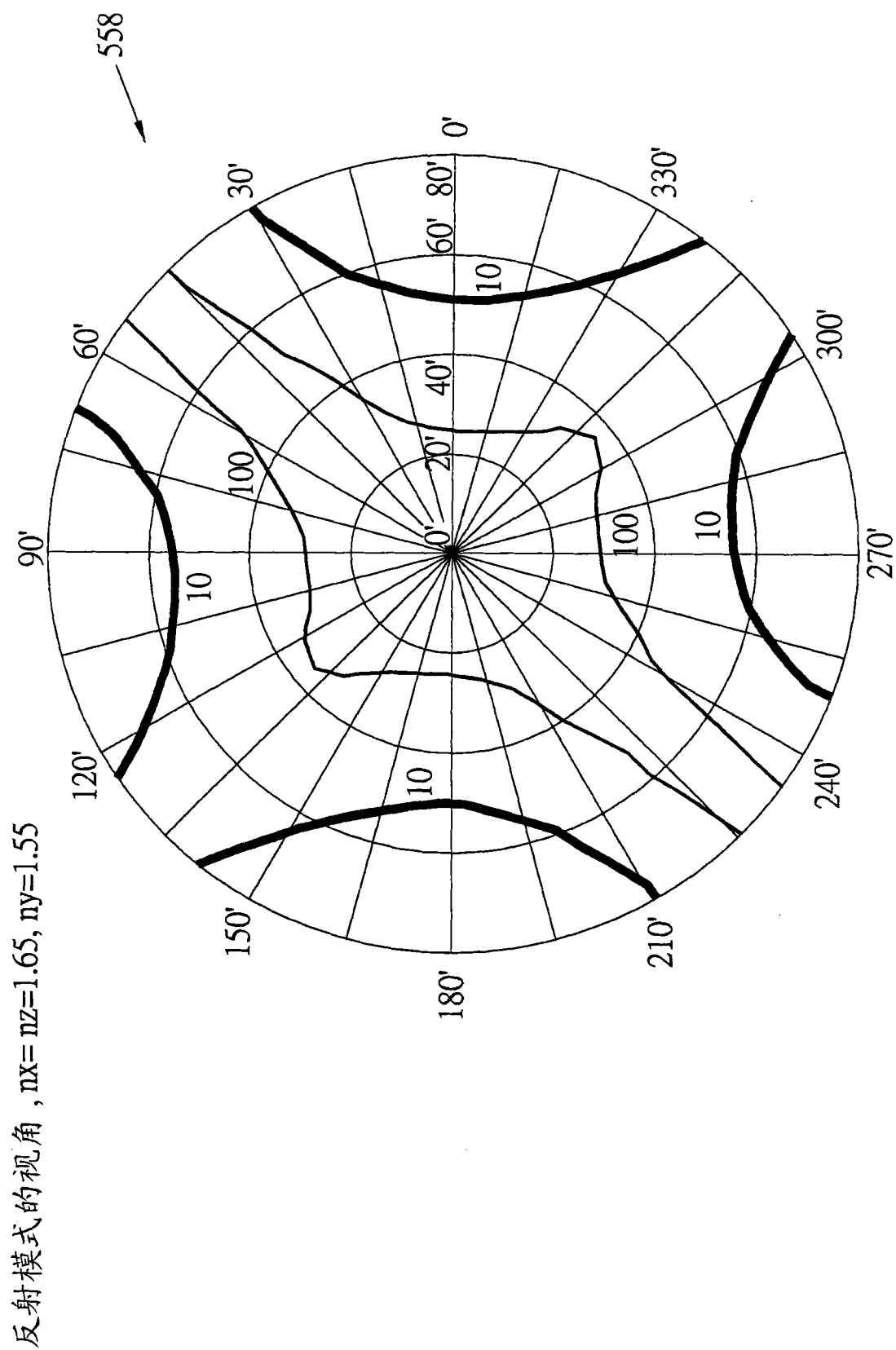


图 14B

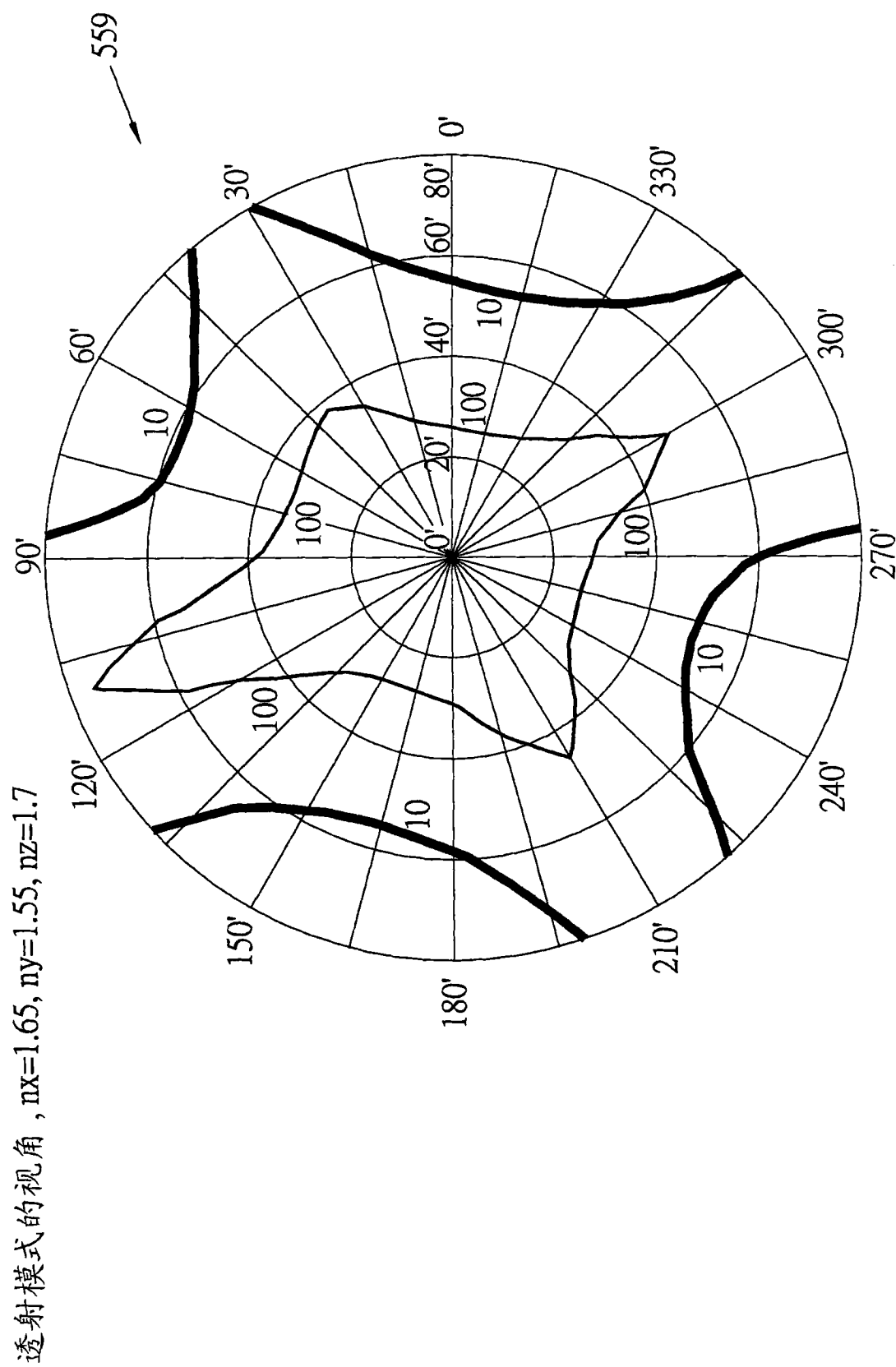


图 15A

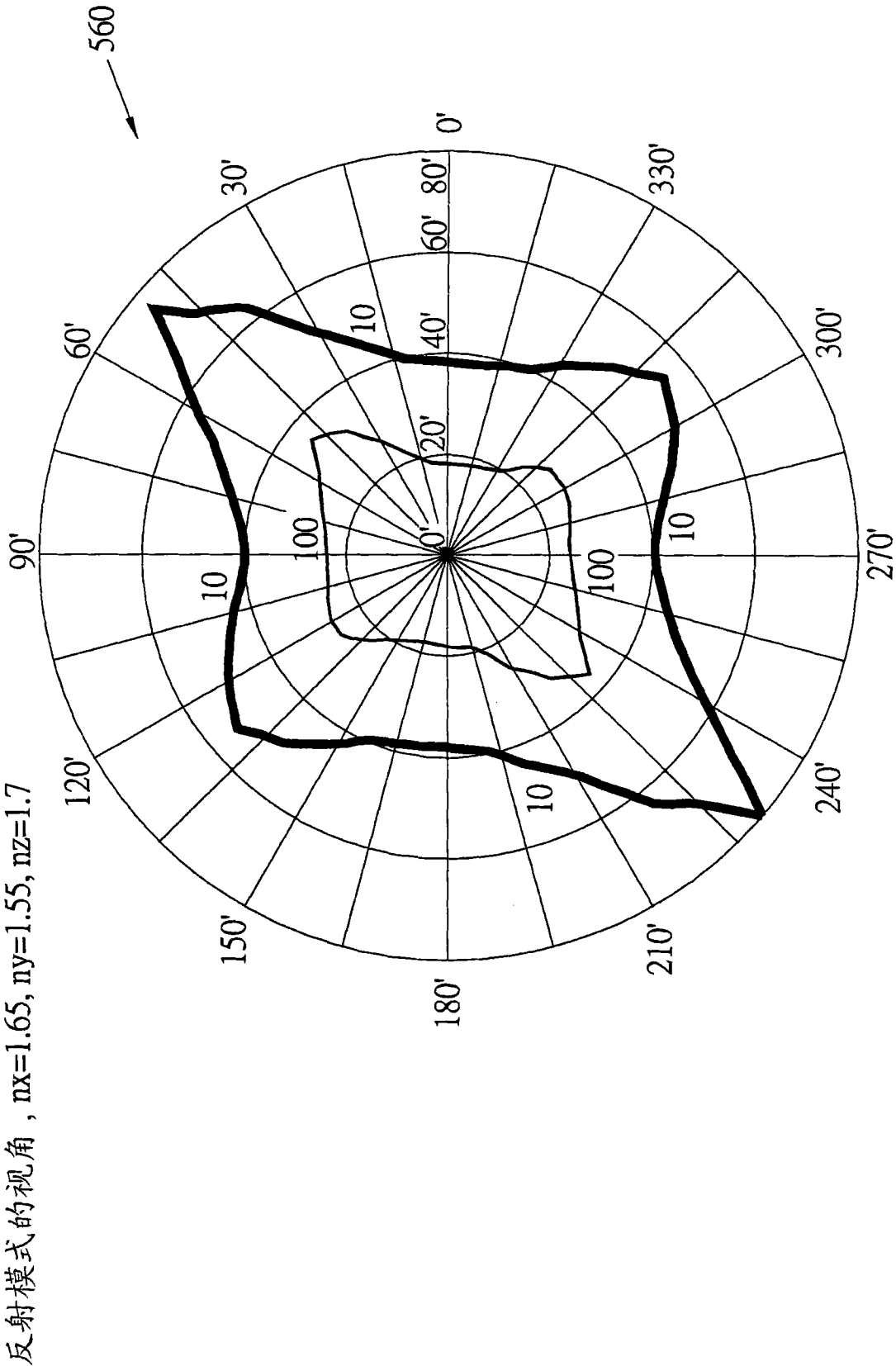


图 15B

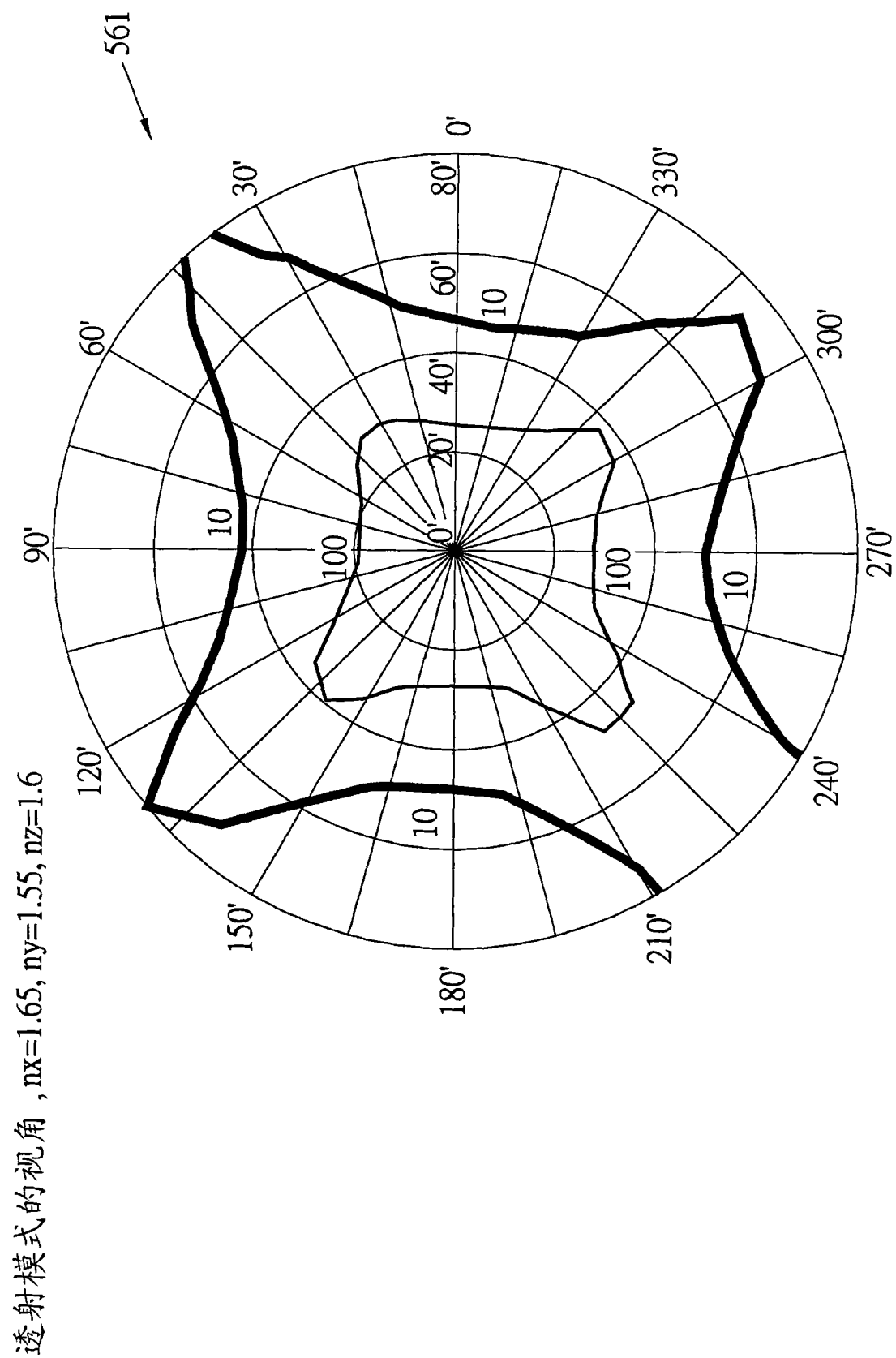


图 16A

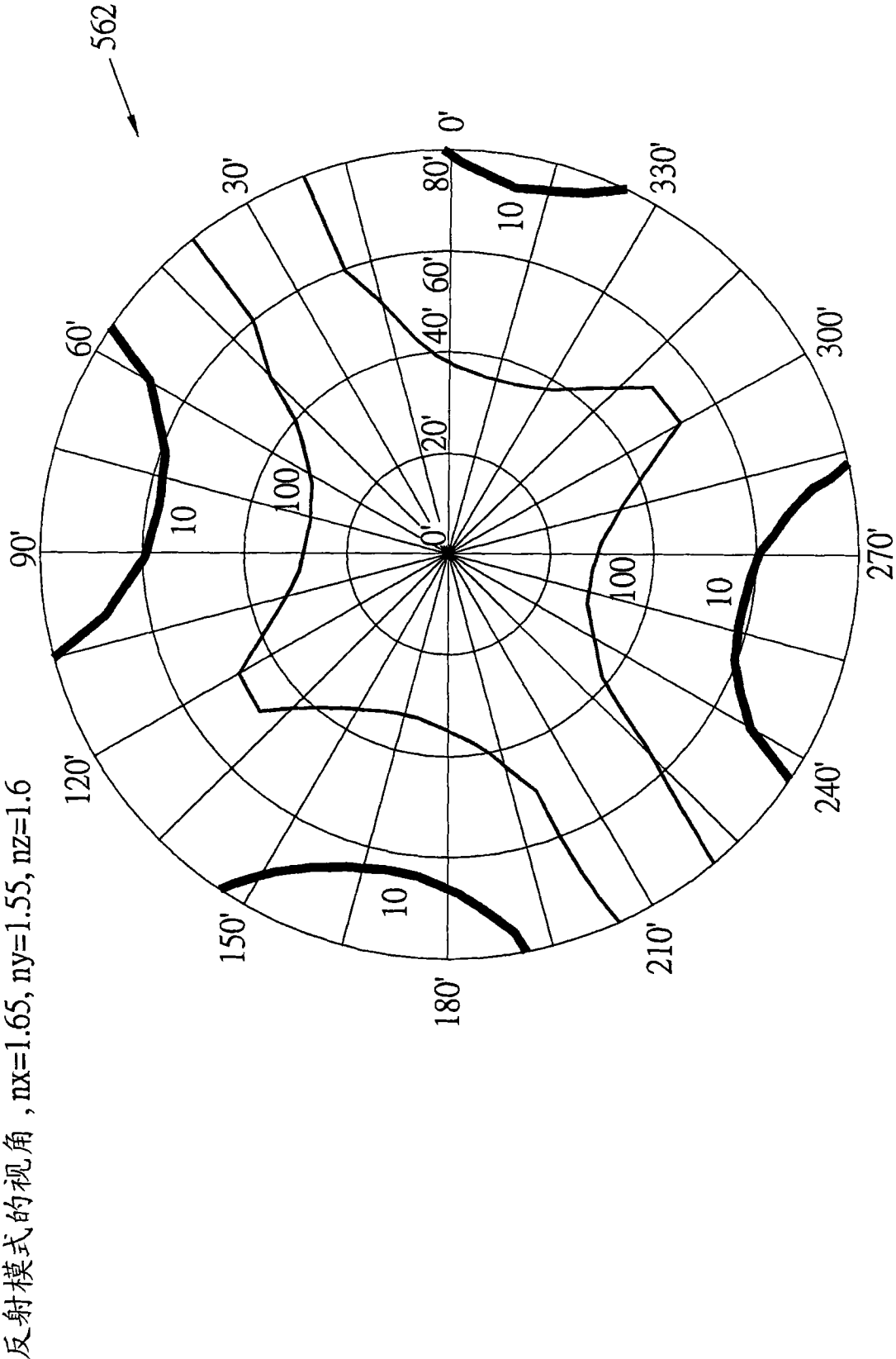


图 16B

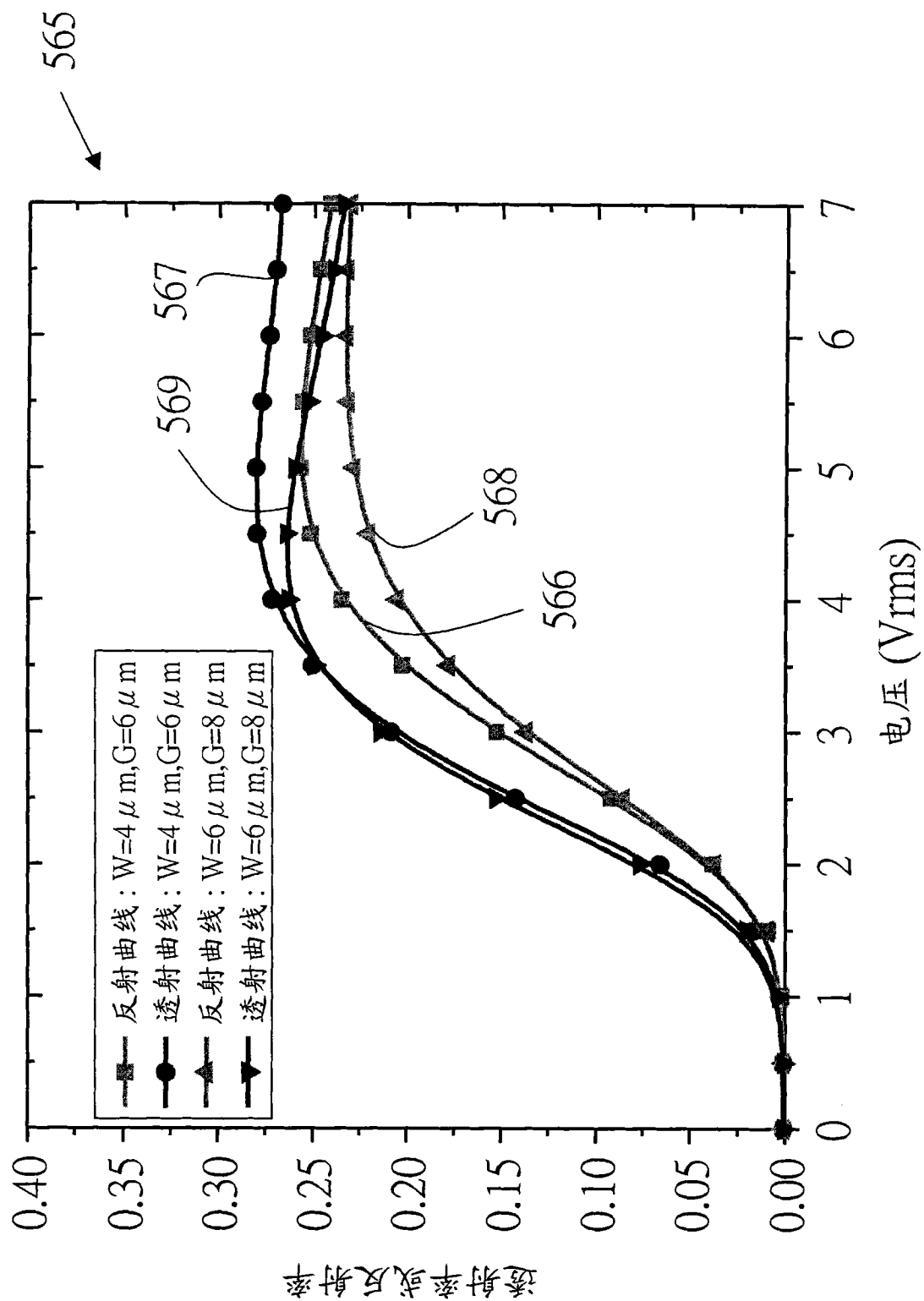


图 17

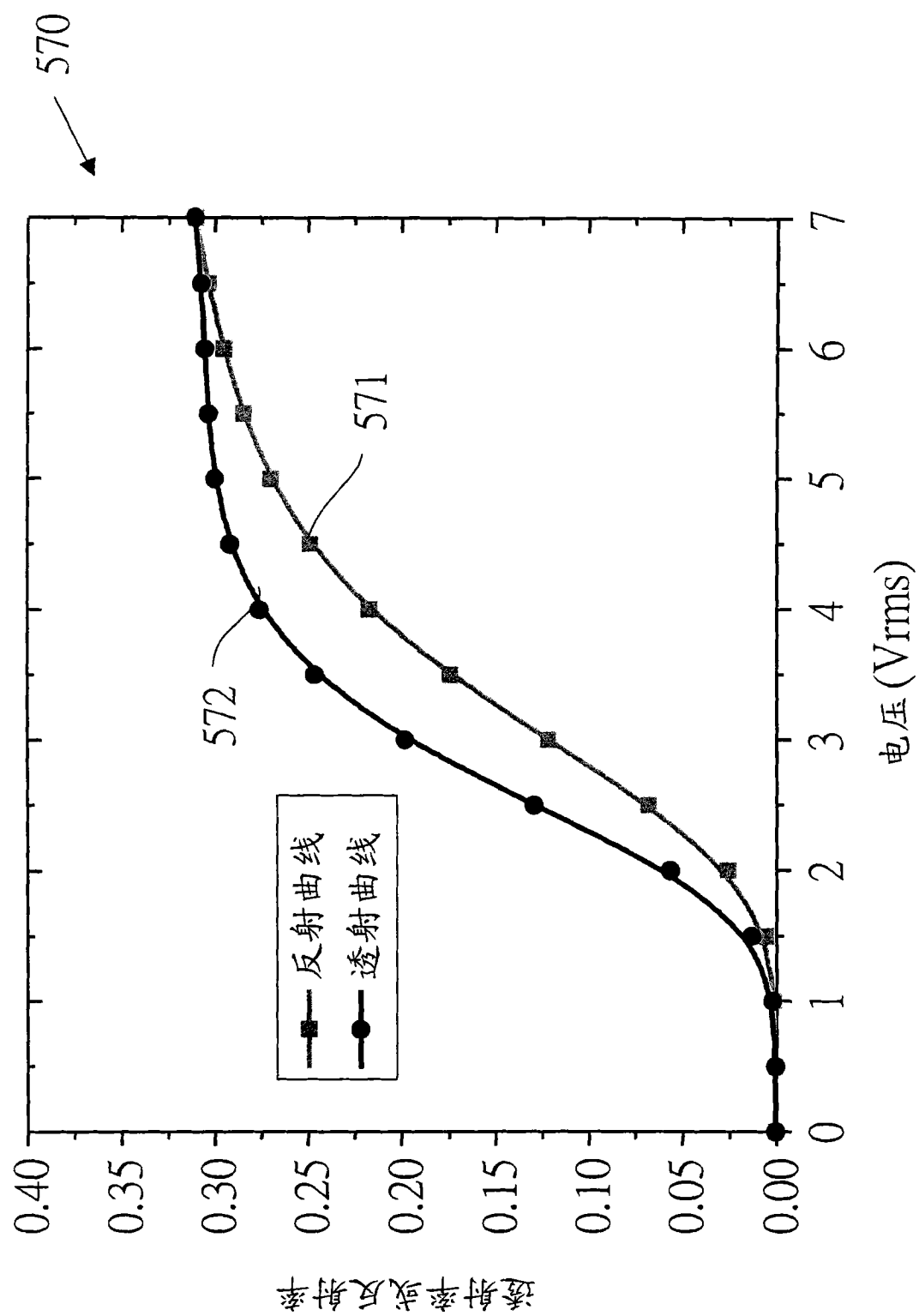


图 18

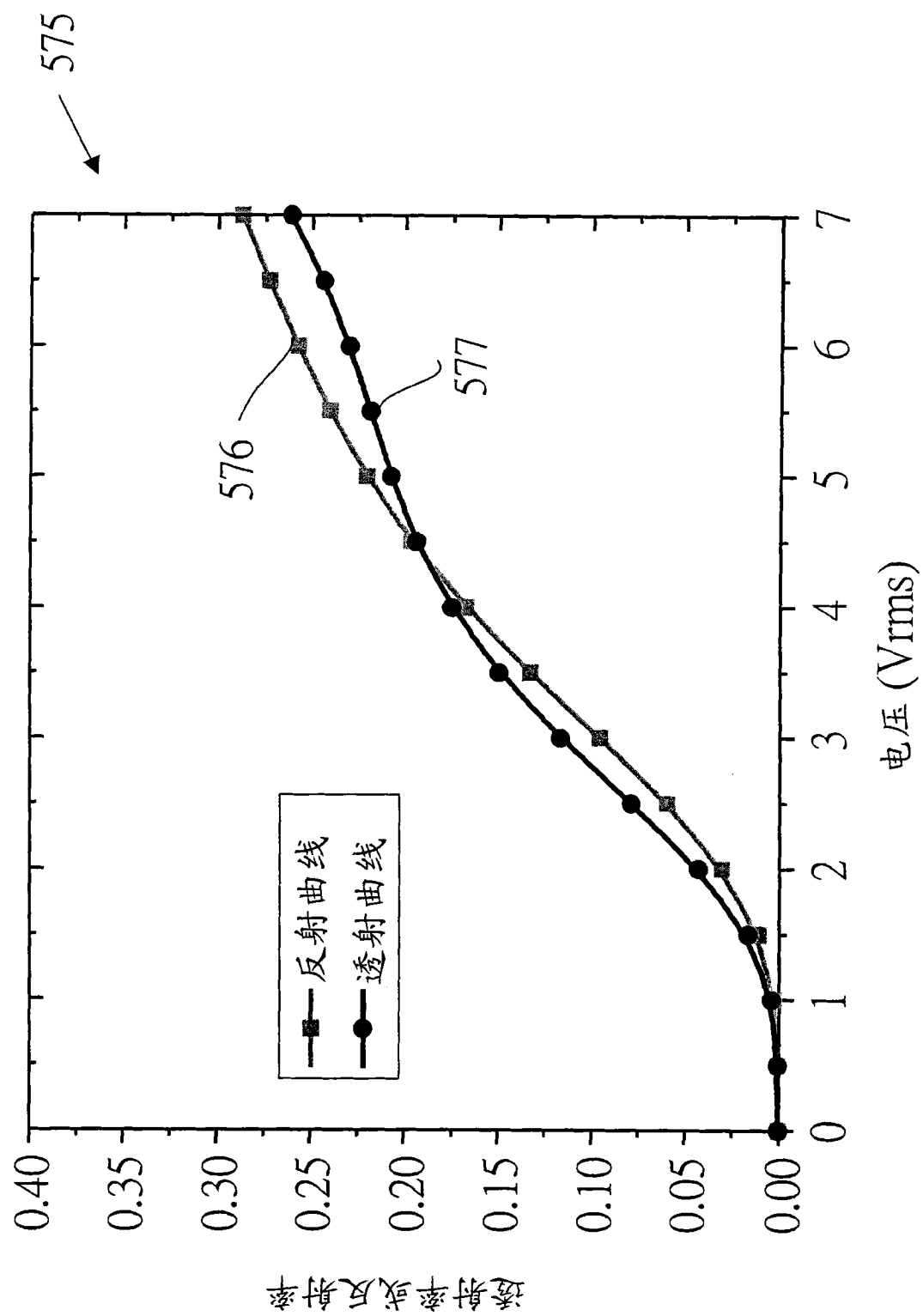


图 19

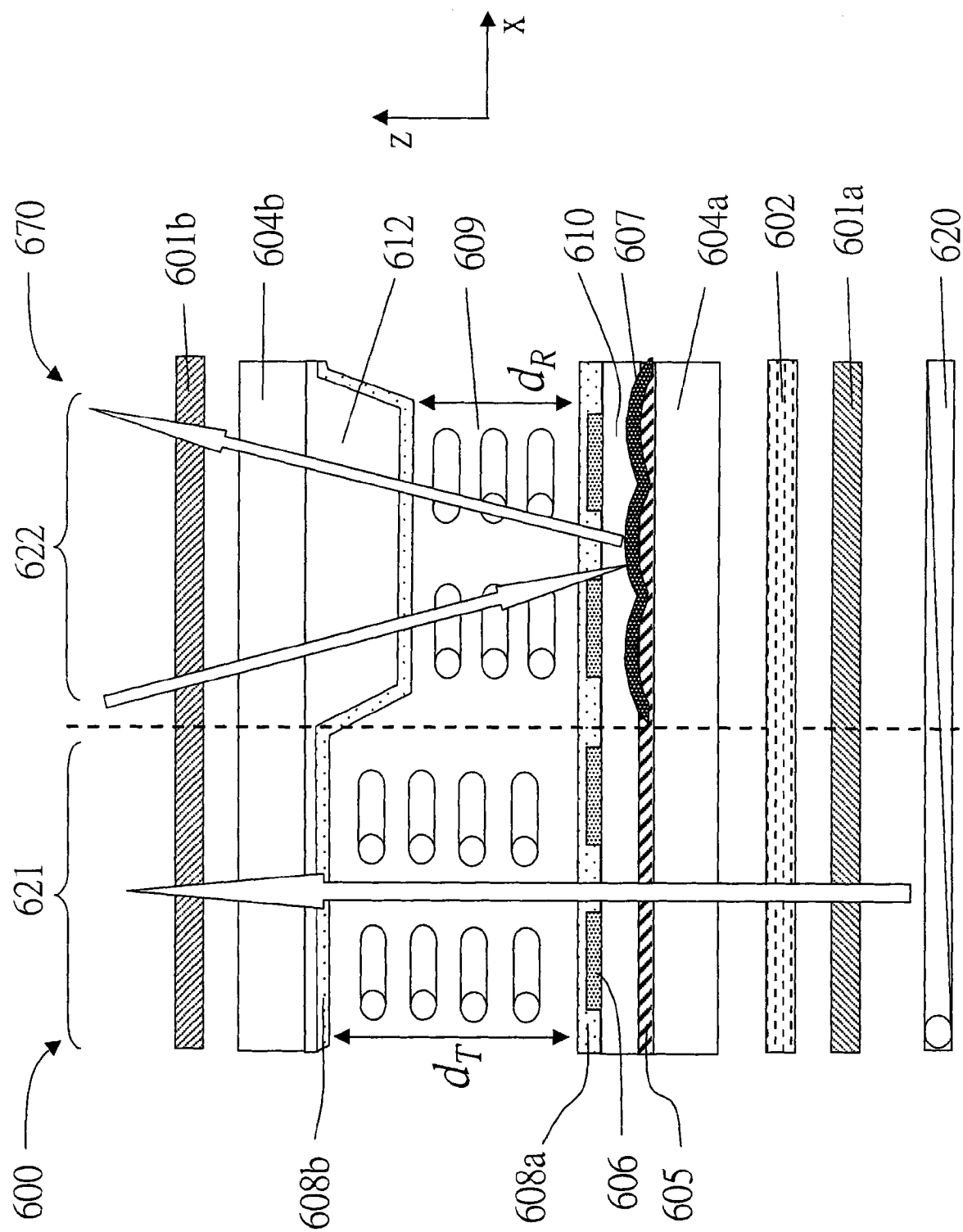


图 20

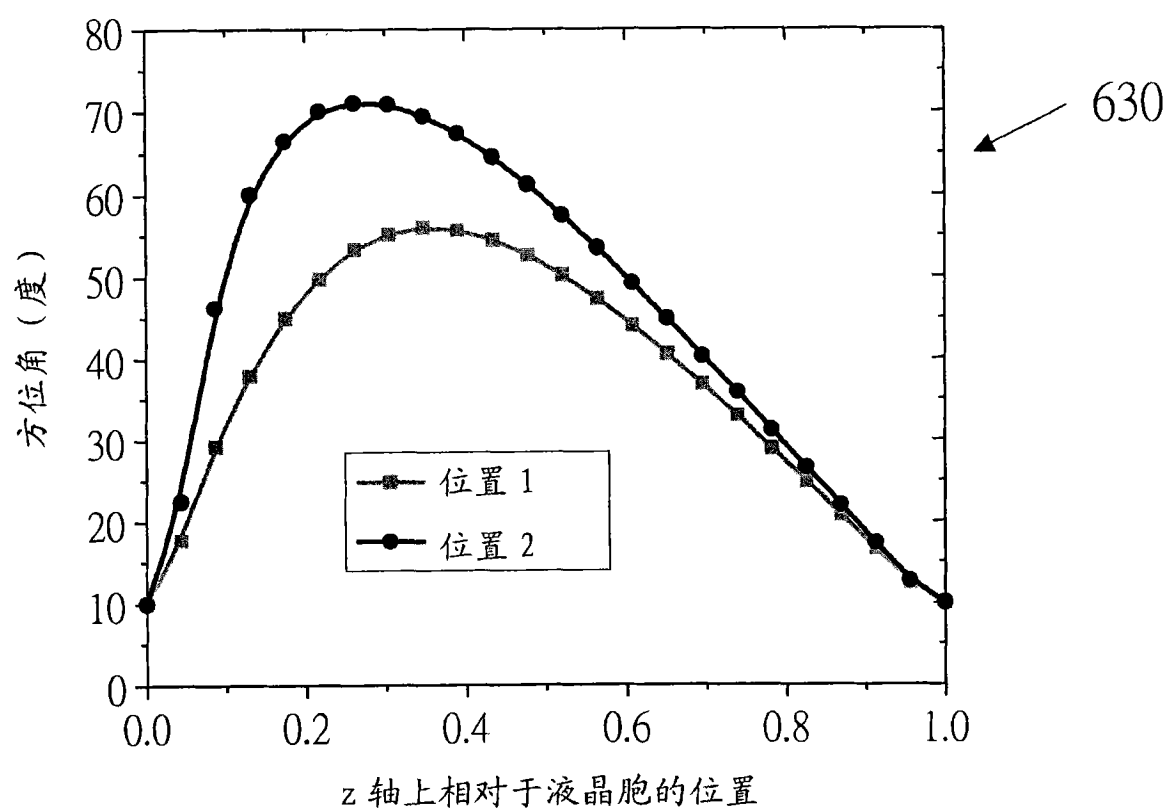


图 21A

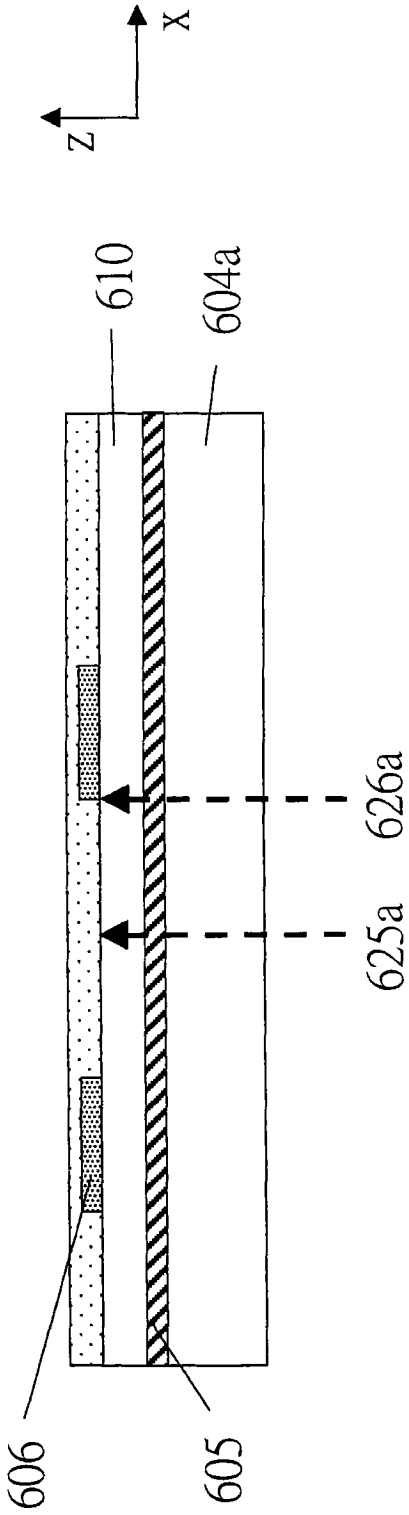


图 21B

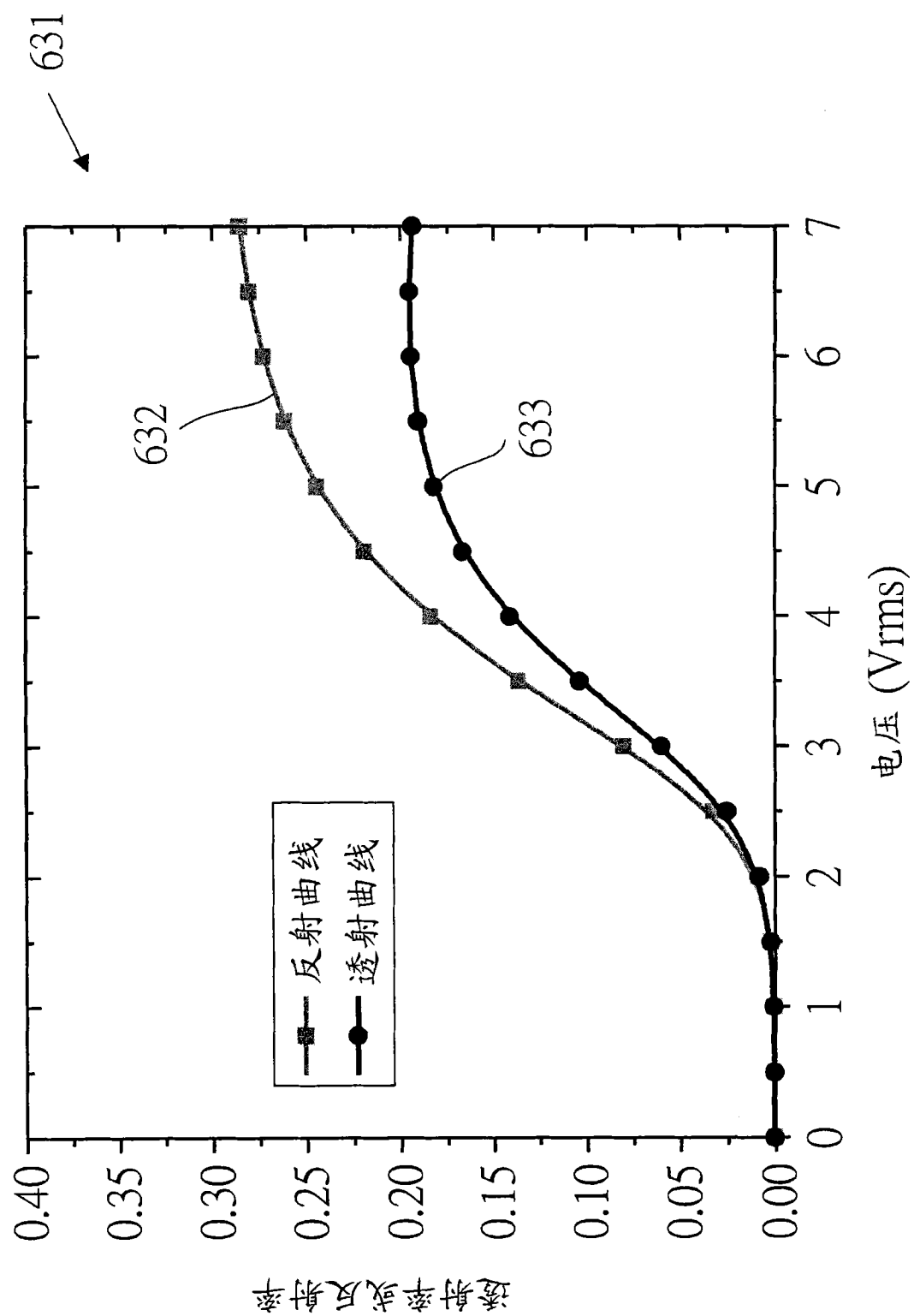


图 22A

反射模式的视角

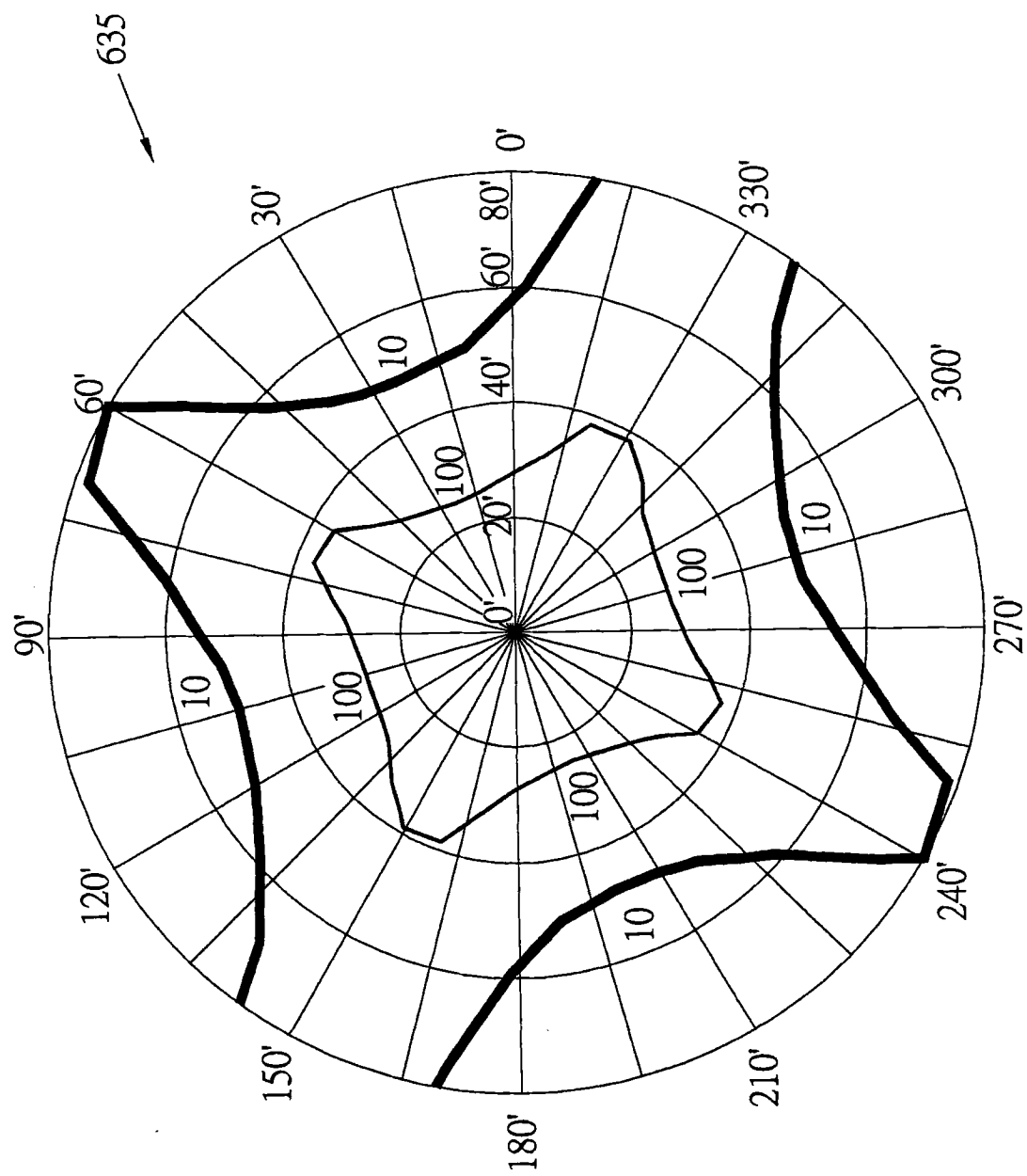


图 22B

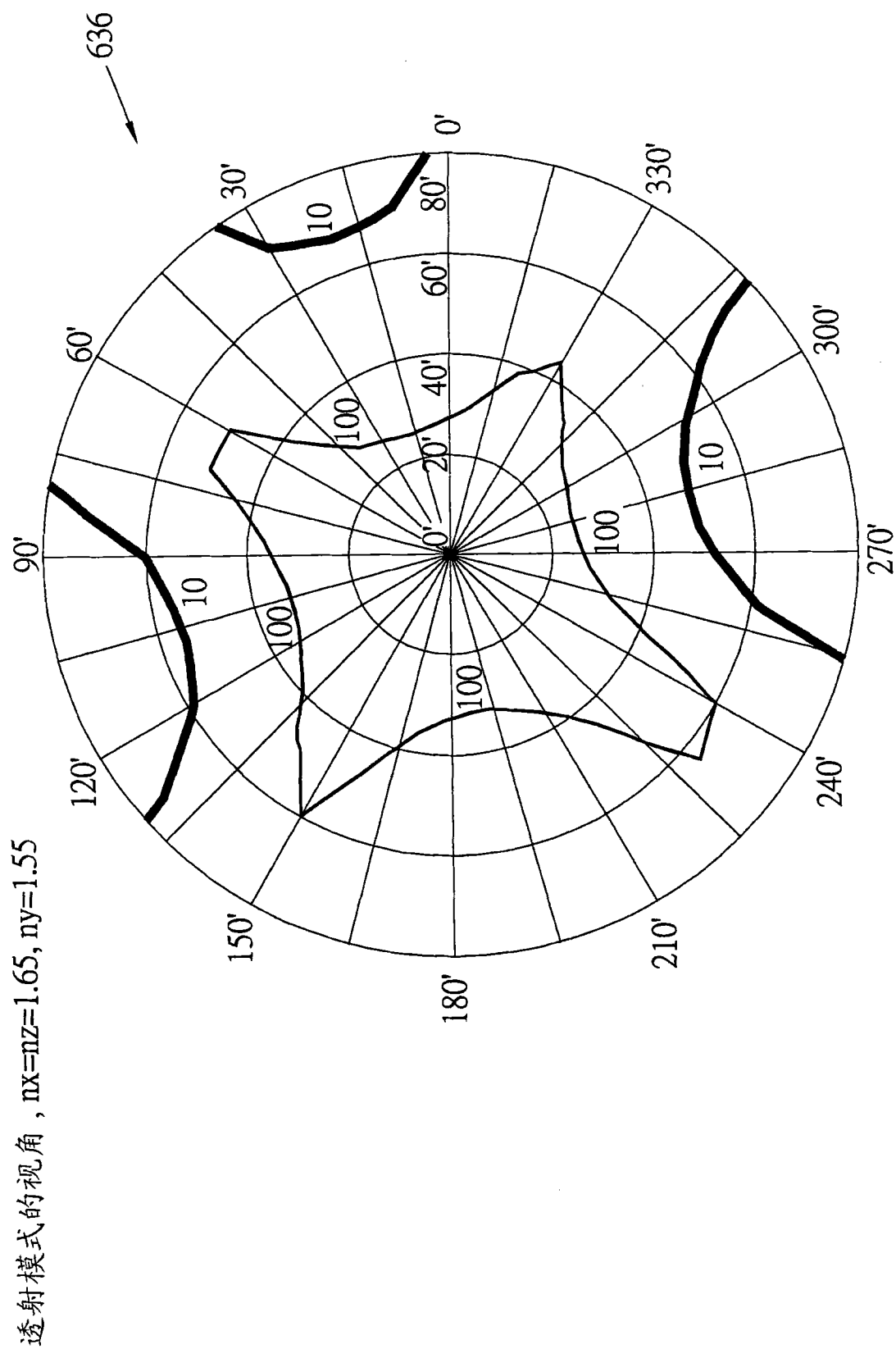


图 22C

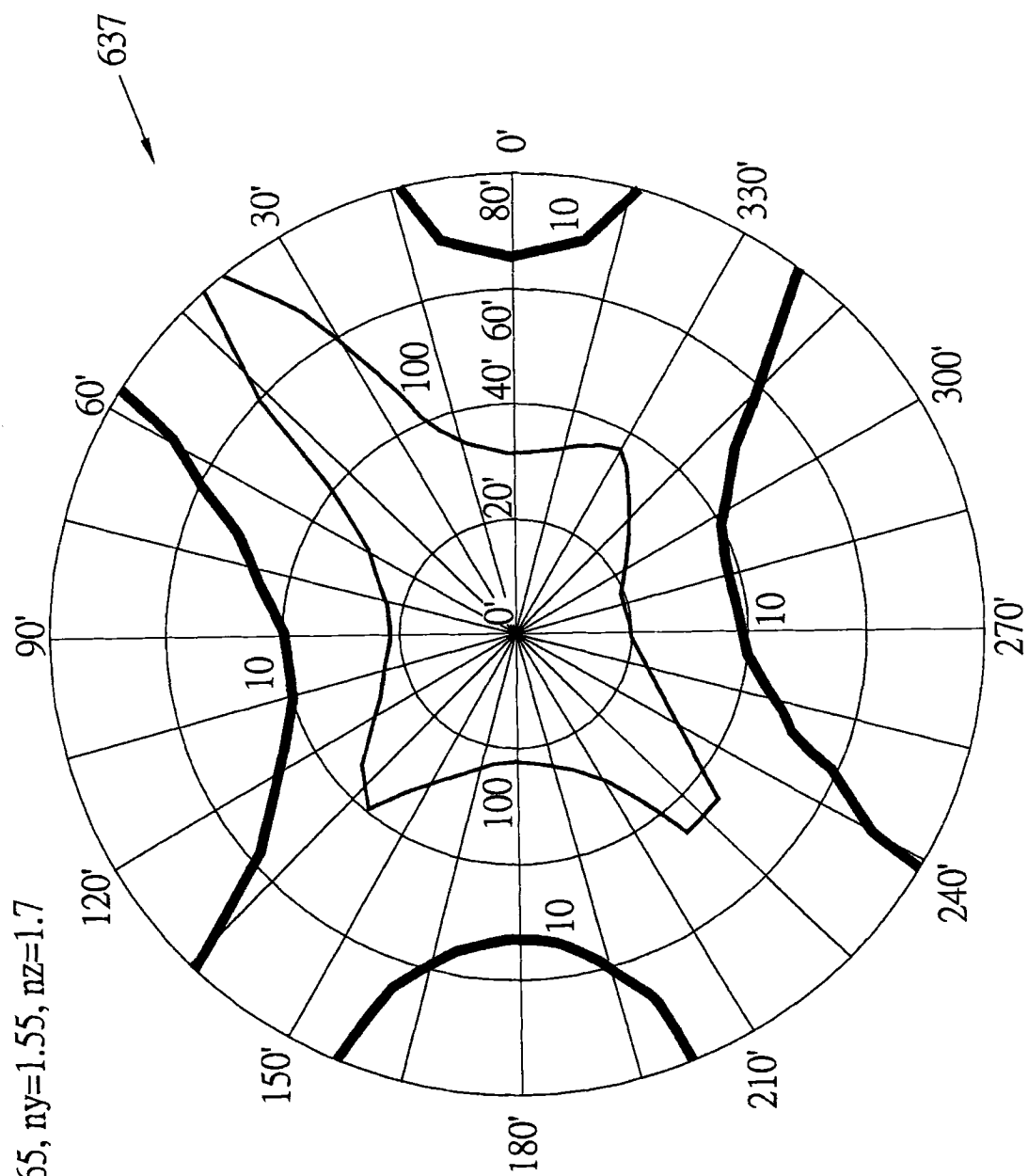


图 22D

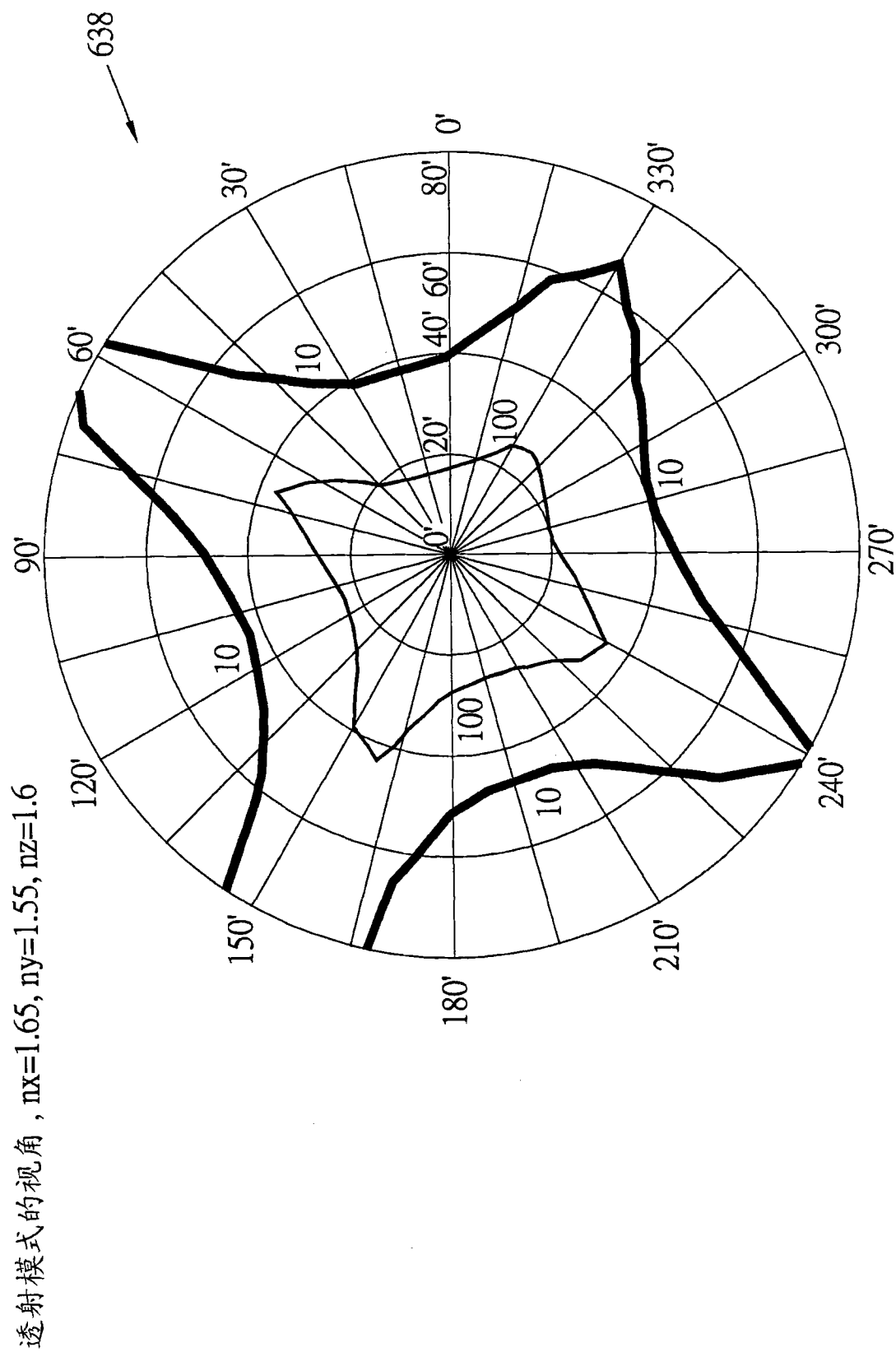


图 22E

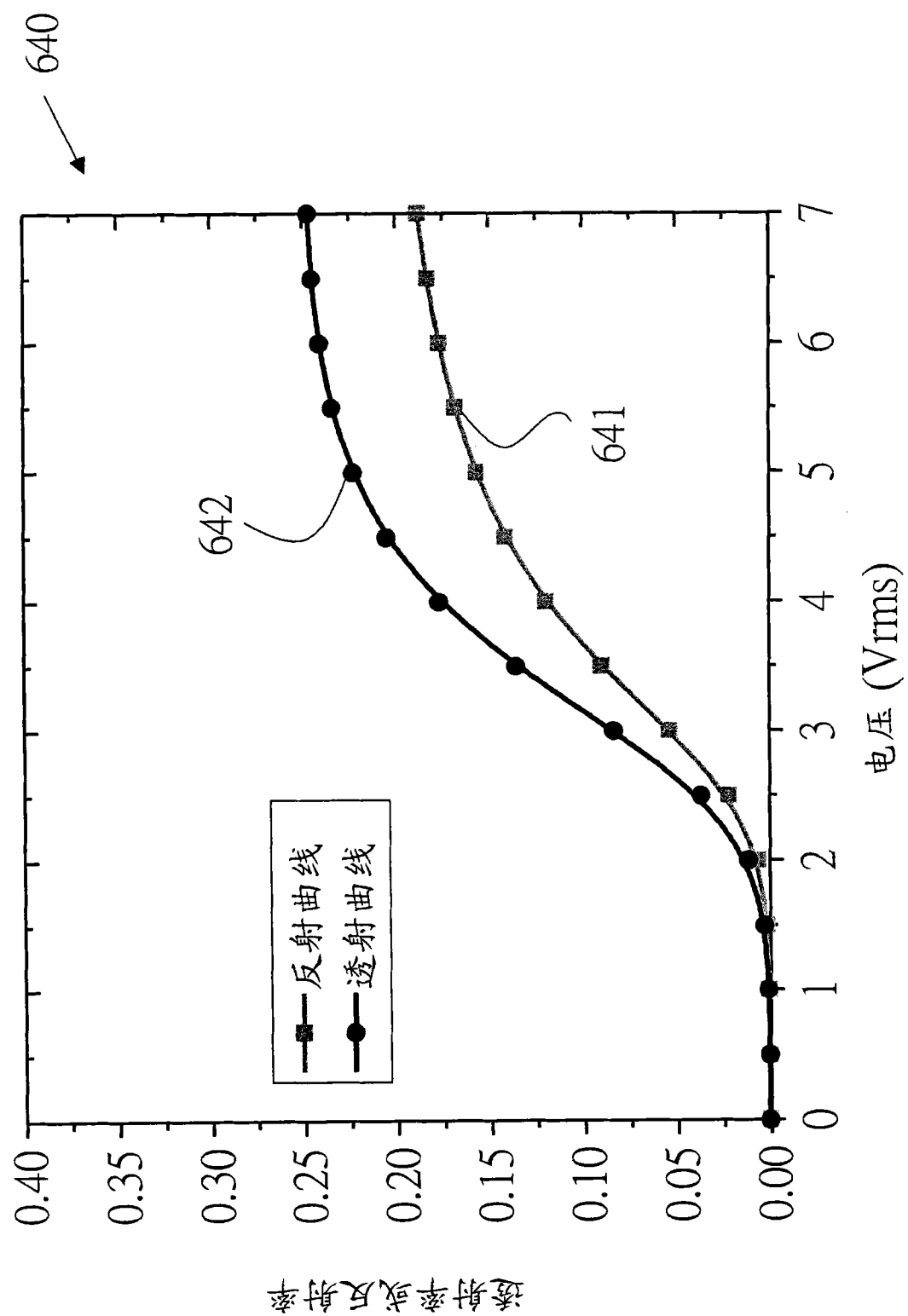


图 23

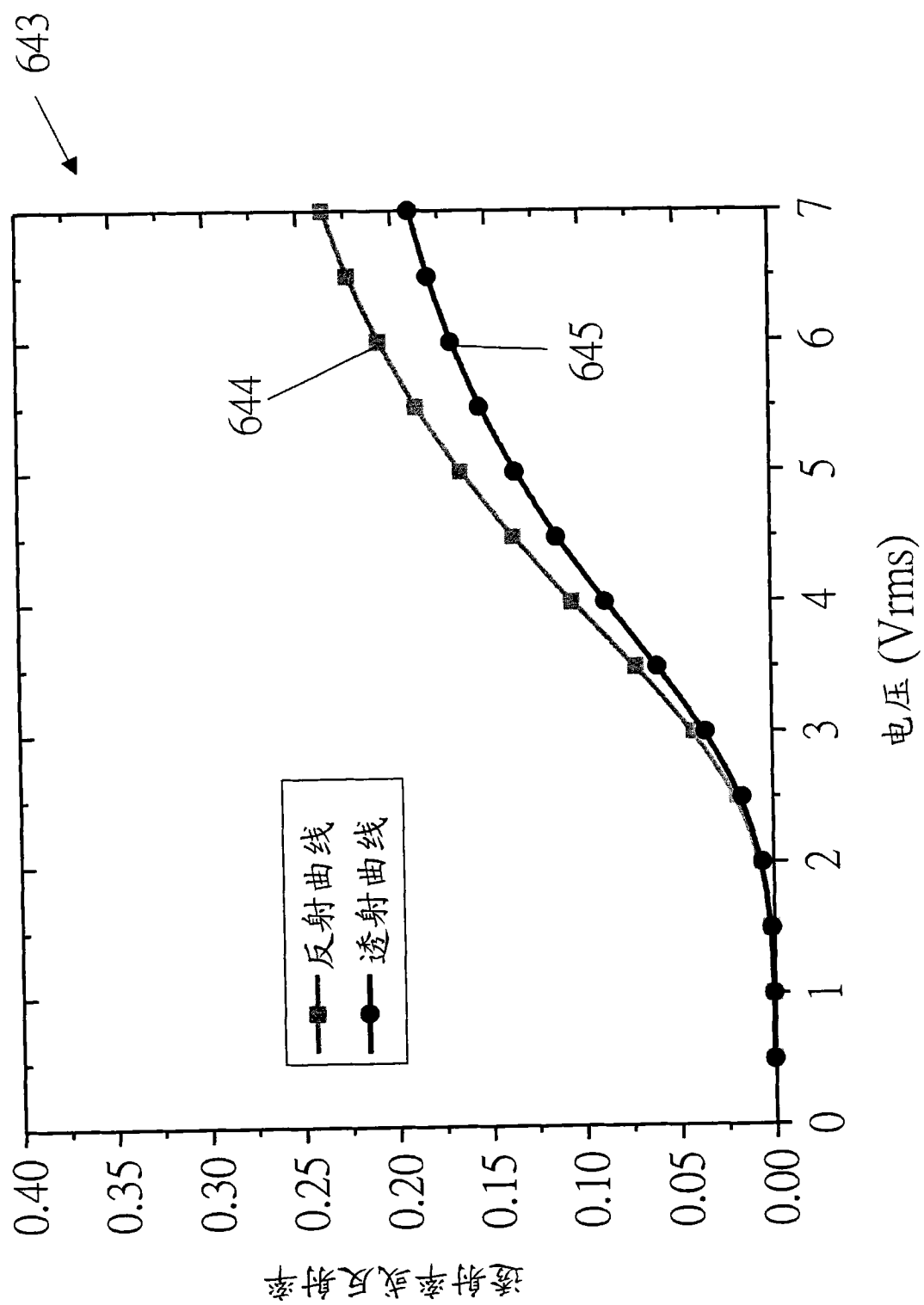


图 24

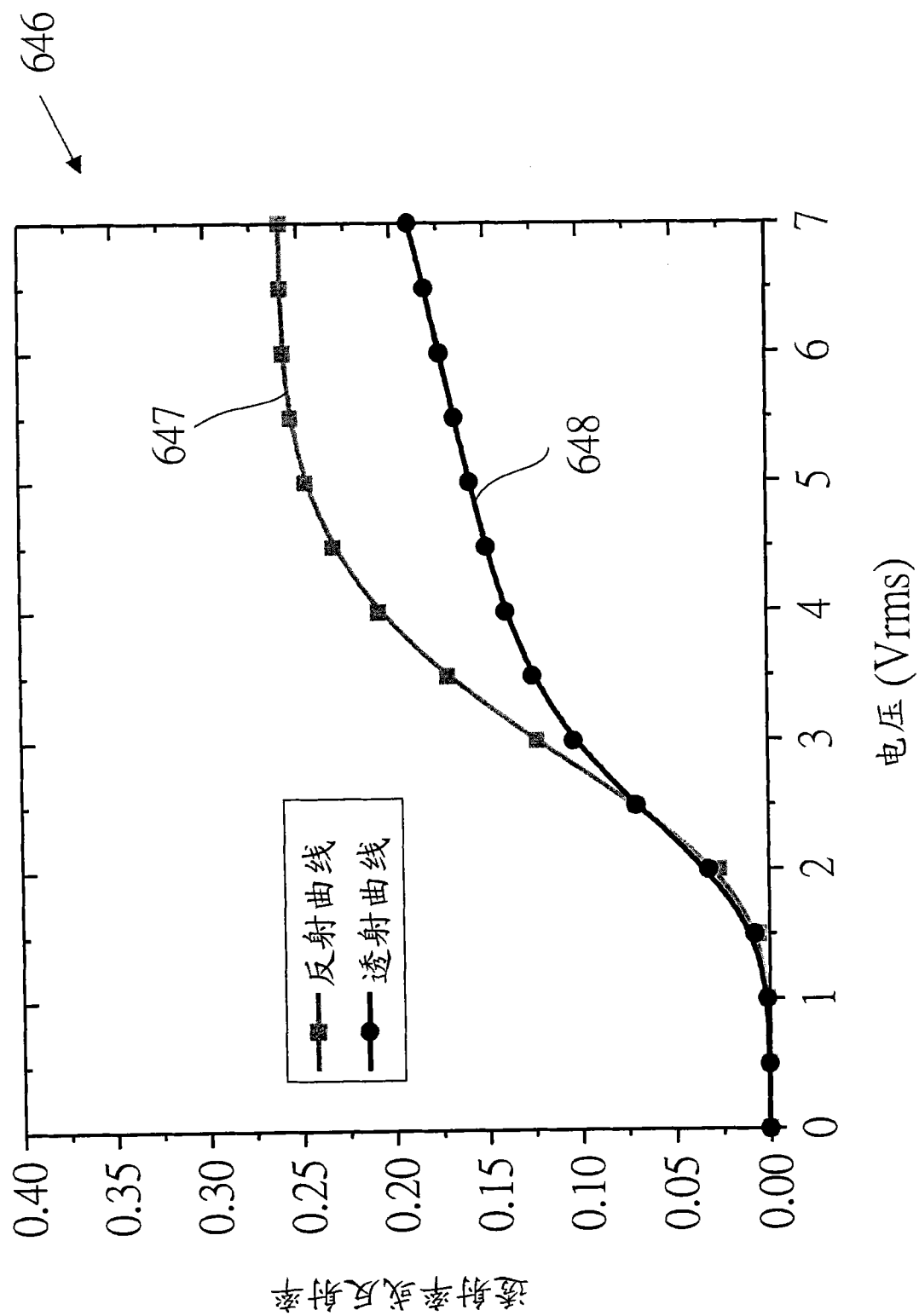


图 25A

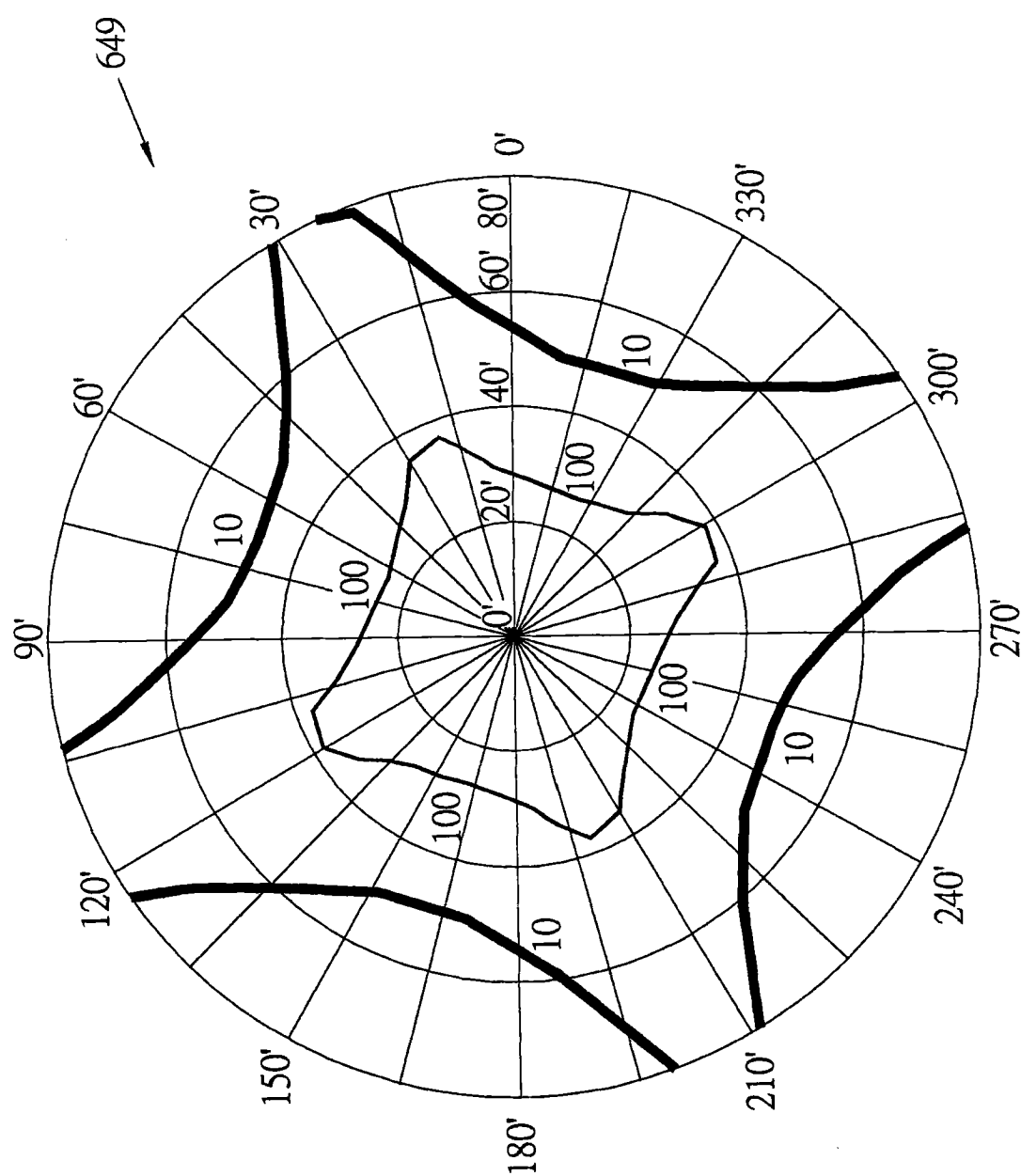


图 25B

透射模式的视角, $n_x=n_z=1.65$, $n_y=1.55$

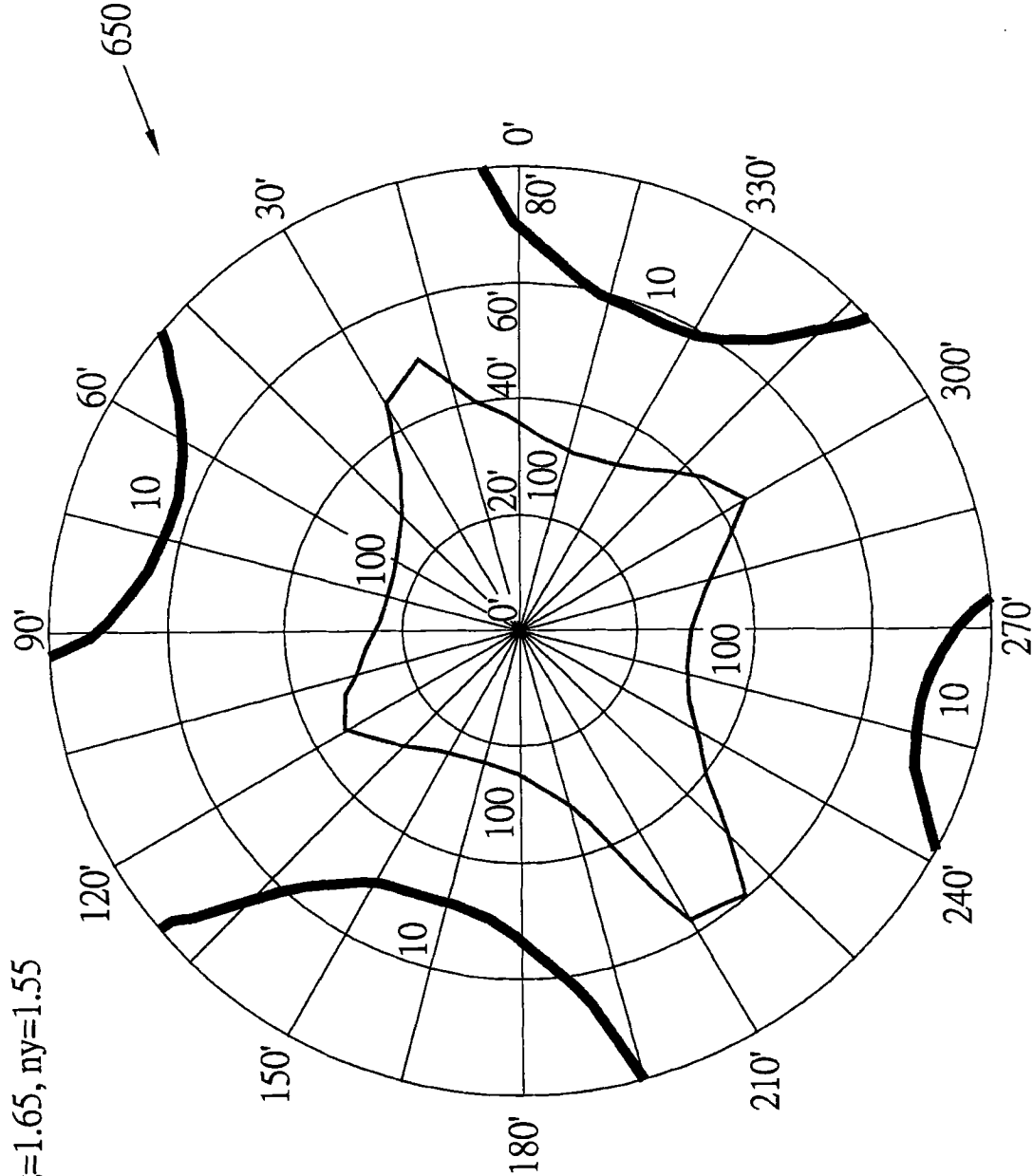


图 25C

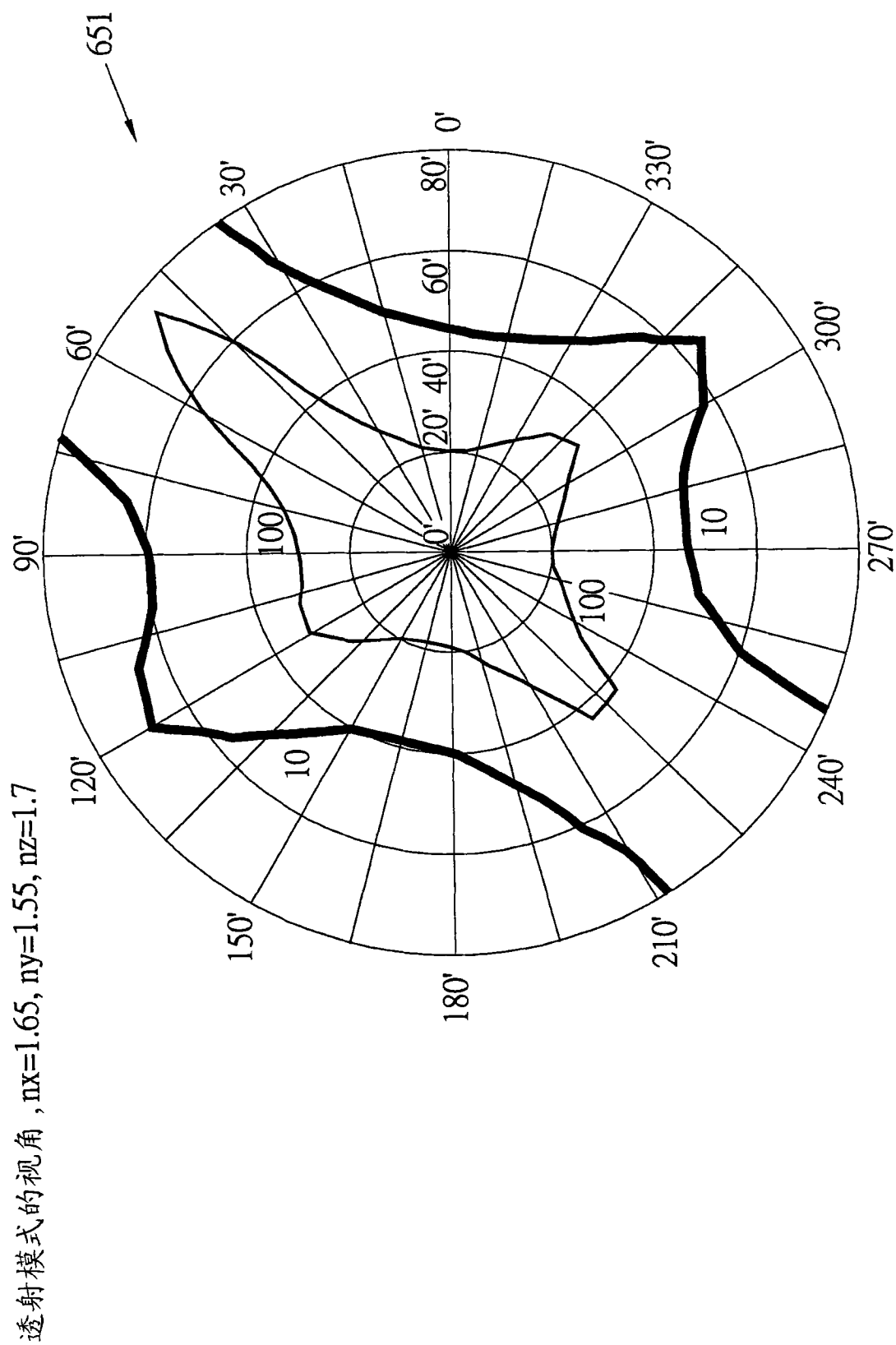


图 25D

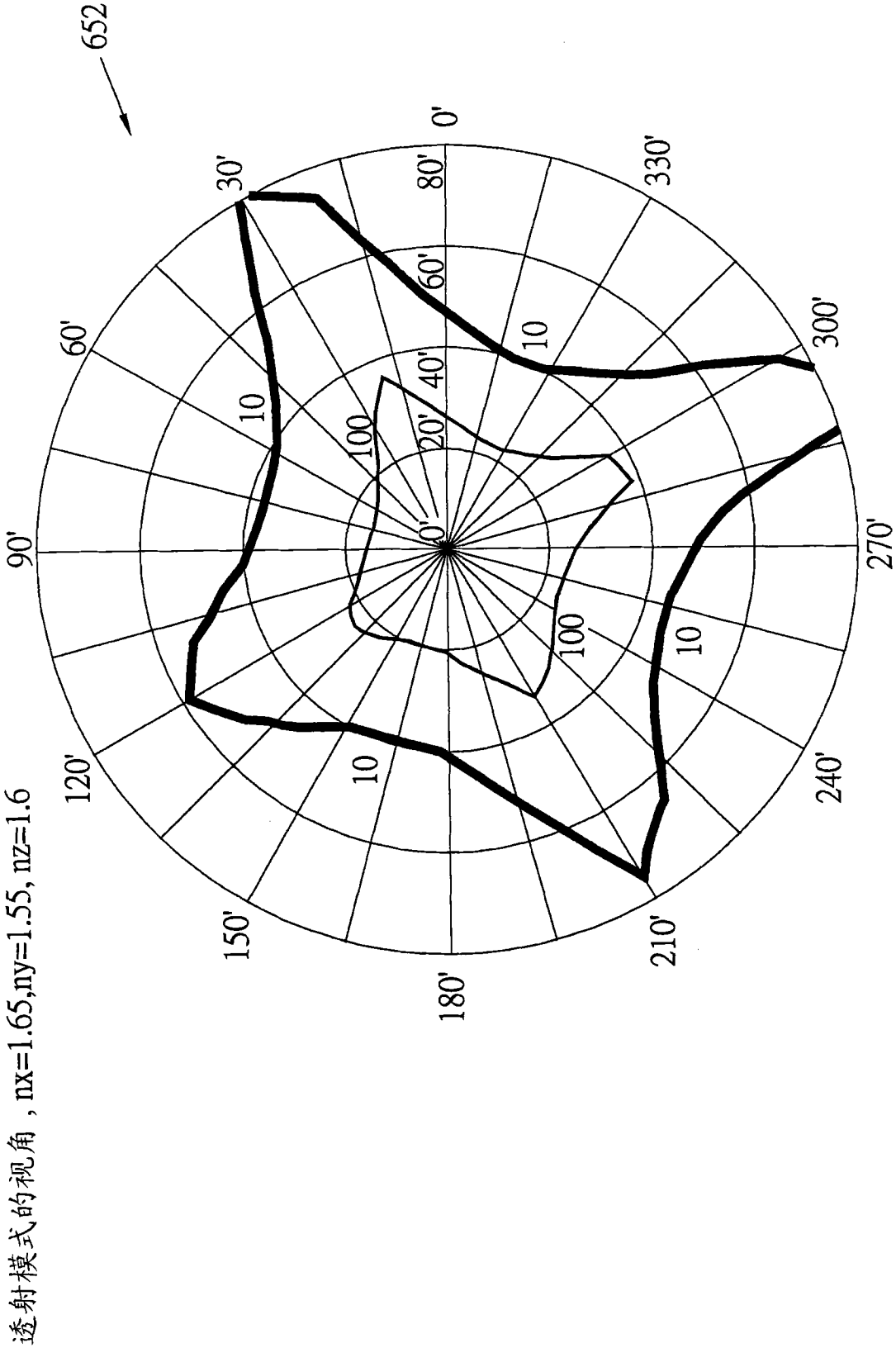


图 25E

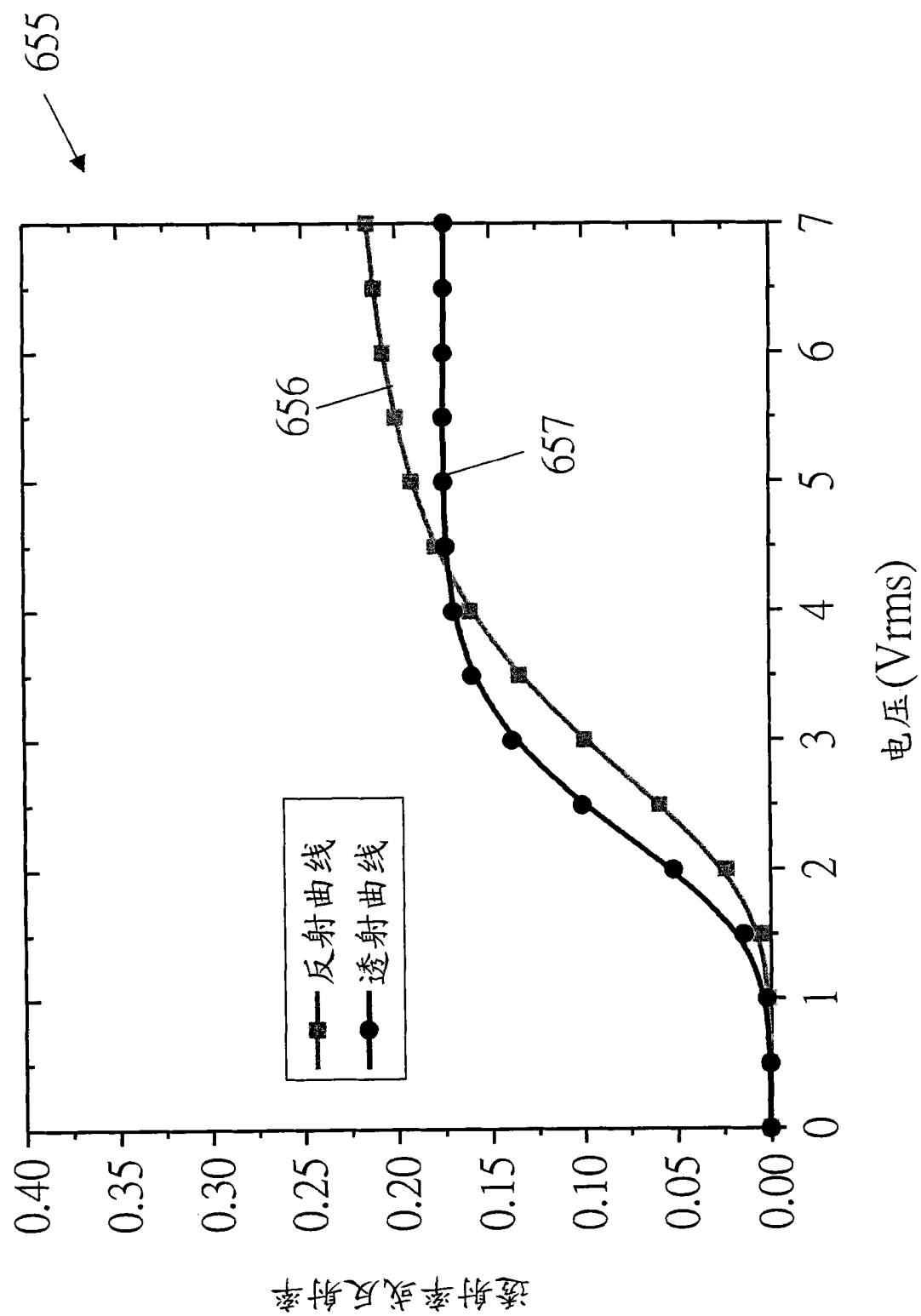


图 26

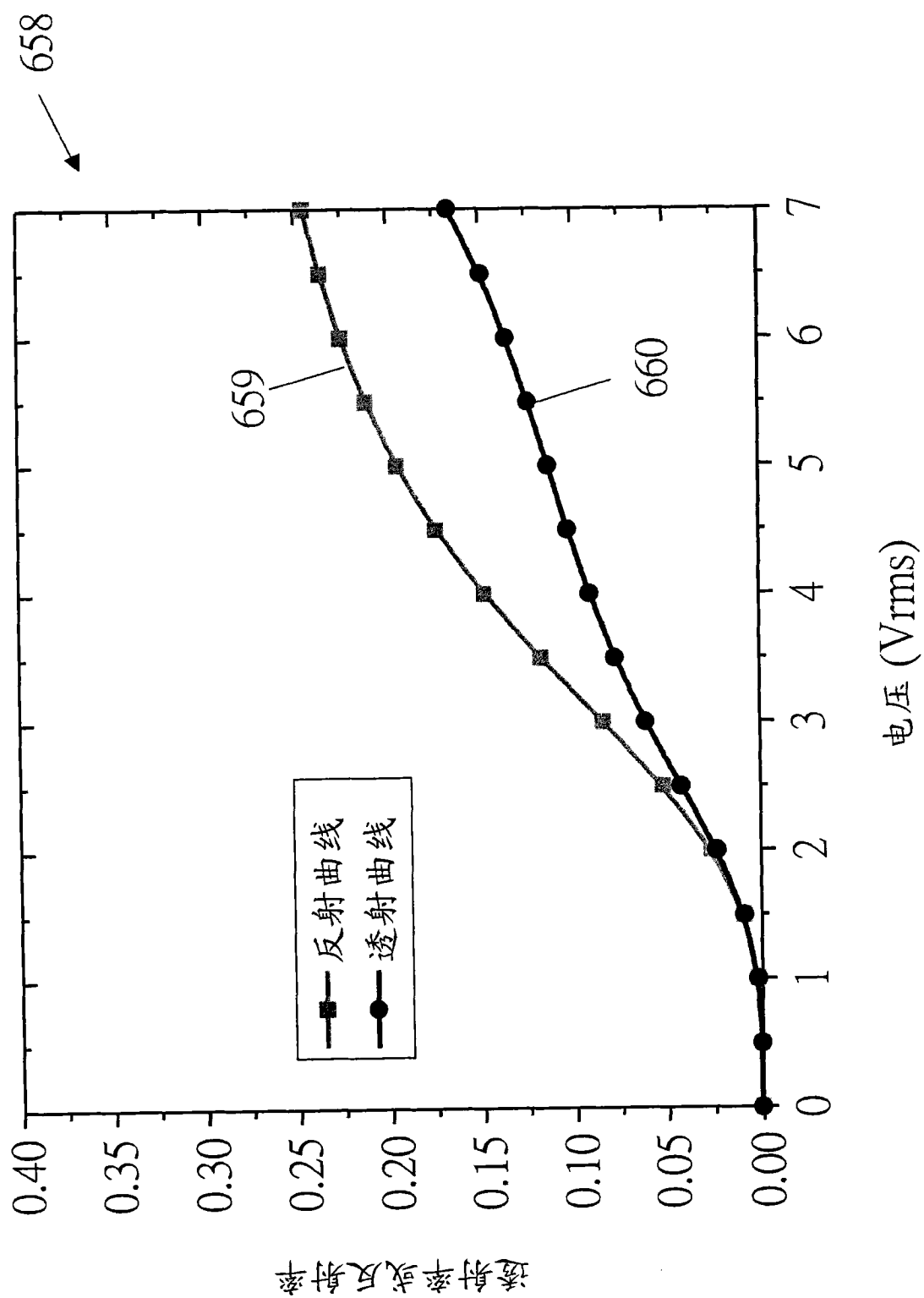


图 27

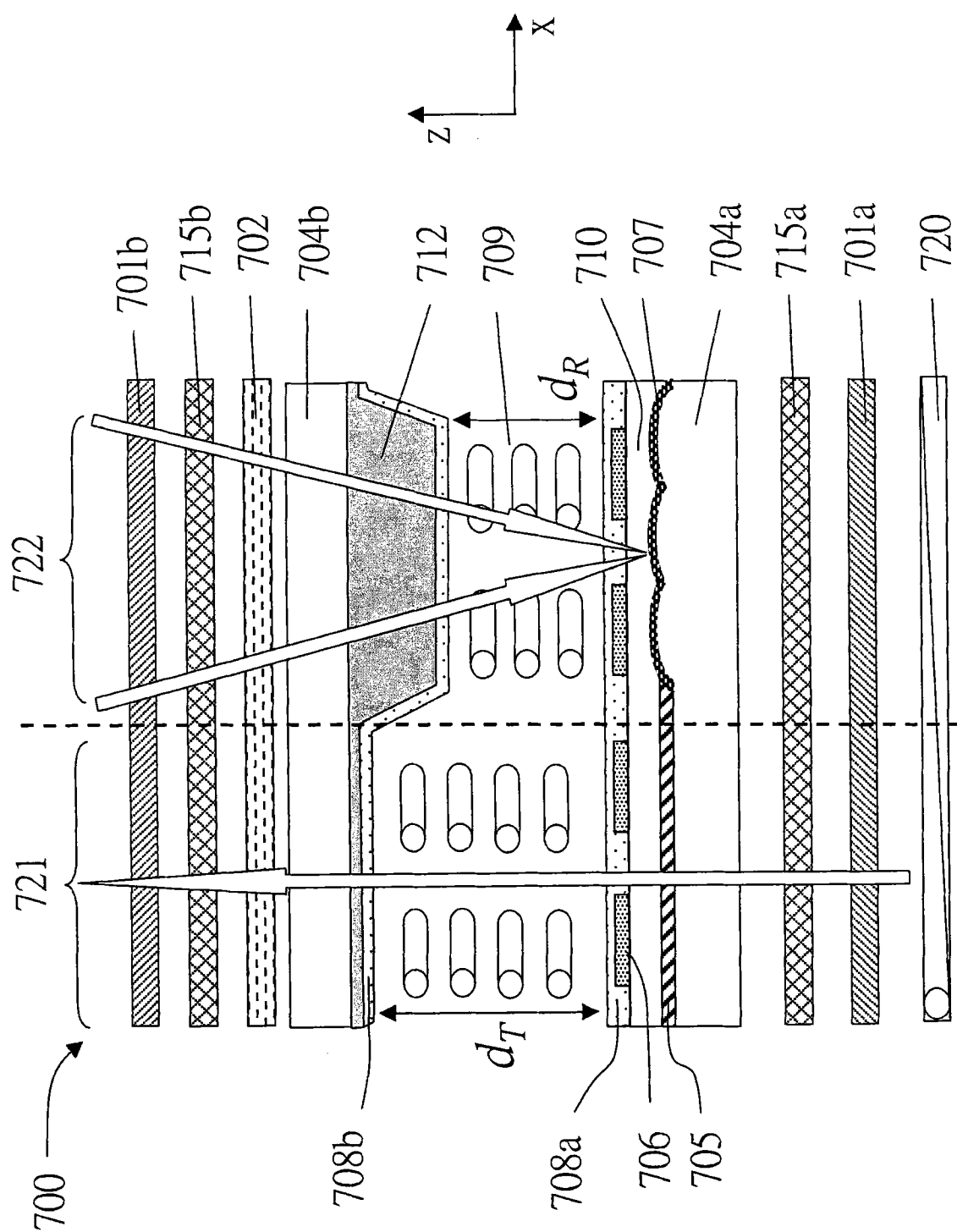


图 28

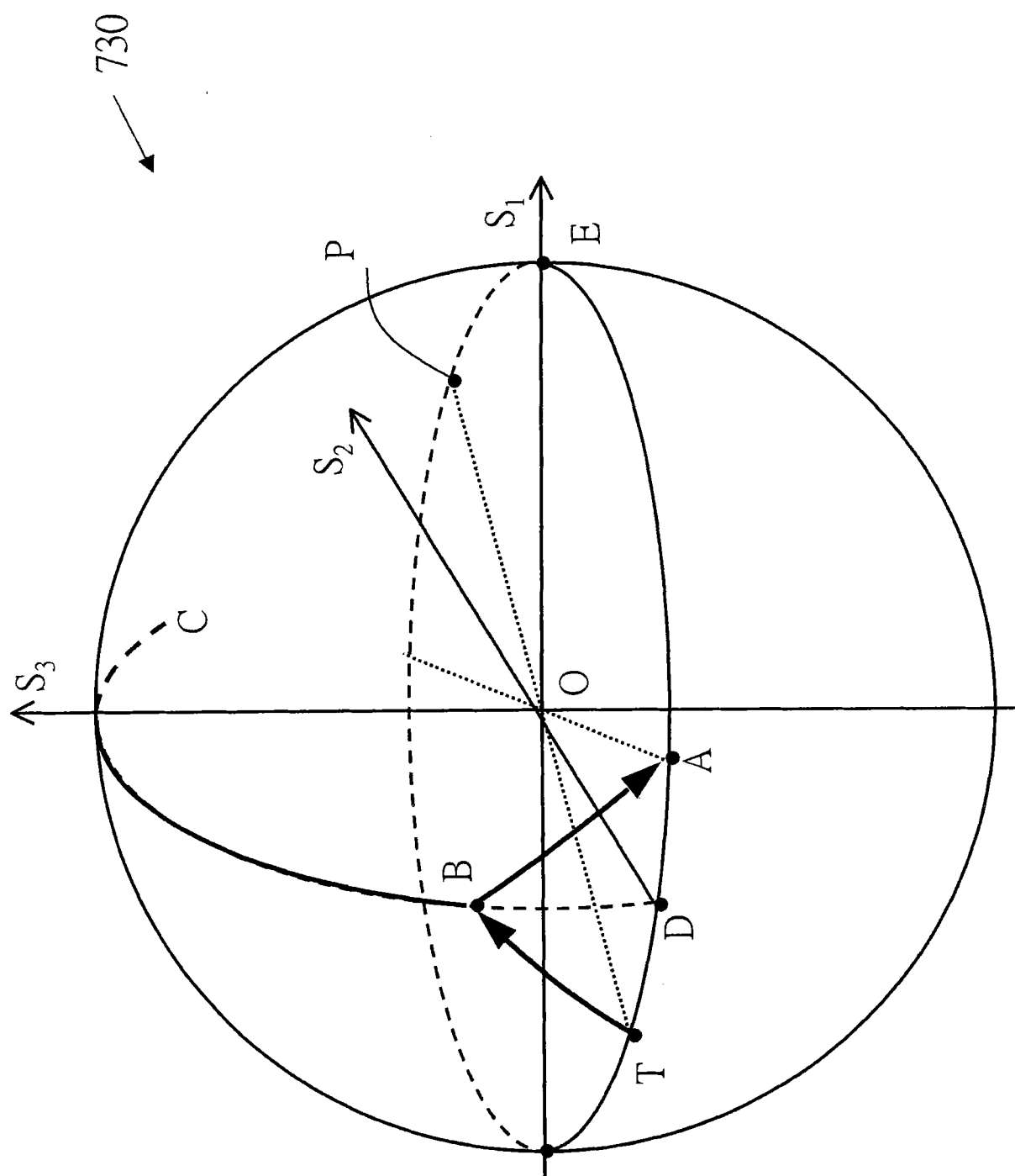
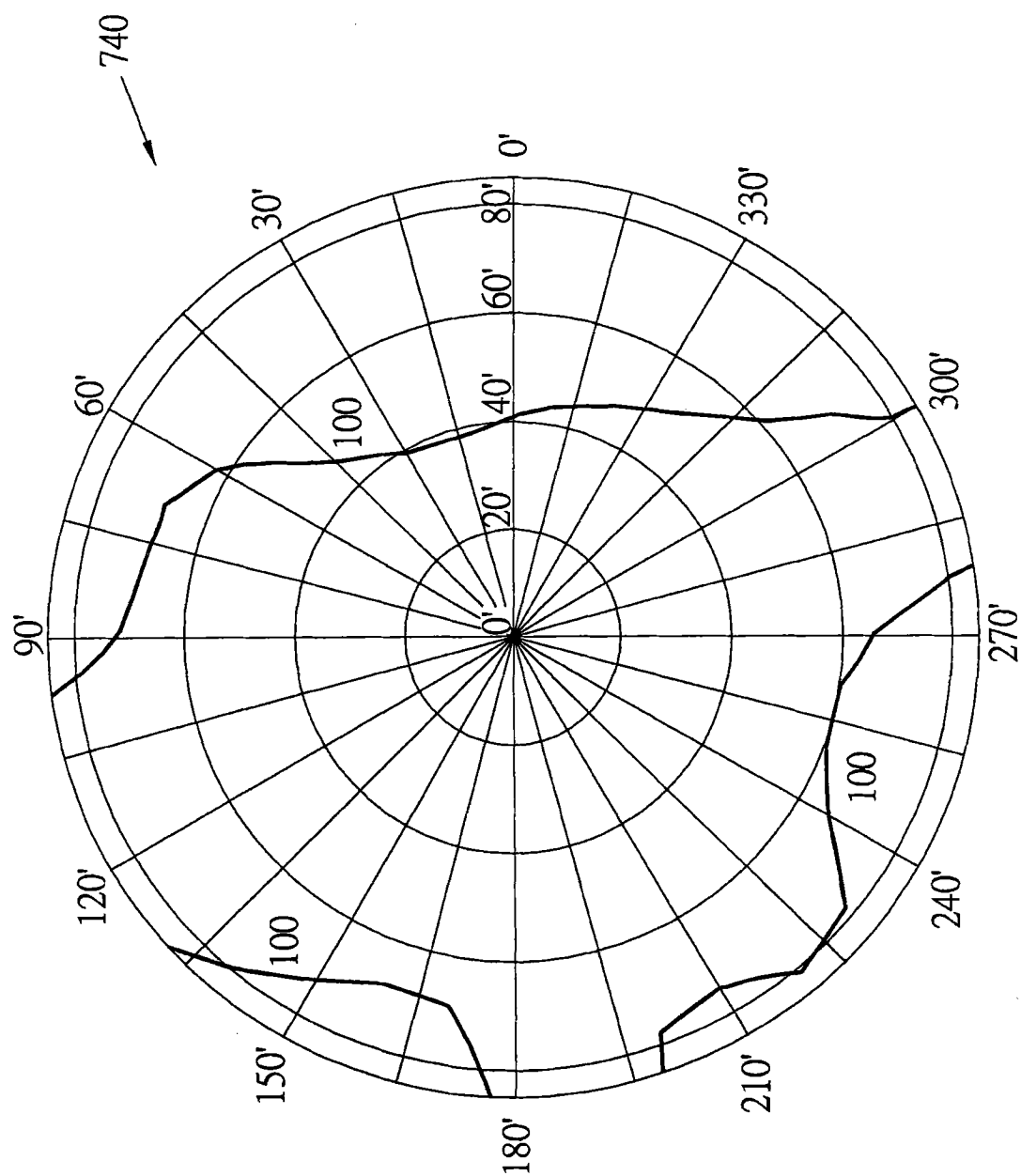


图 29



透射模式的视角

图 30A

反射模式的视角

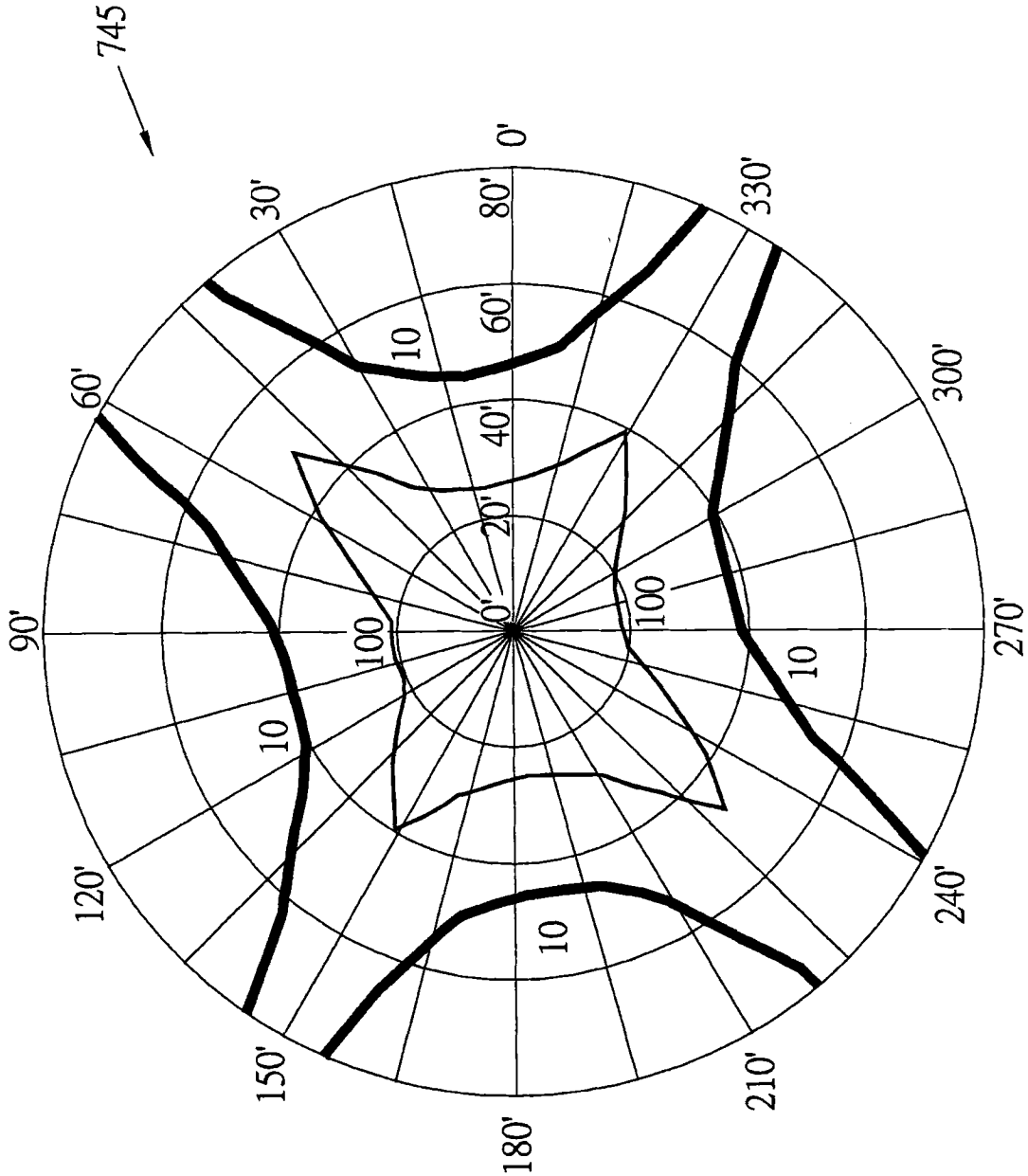
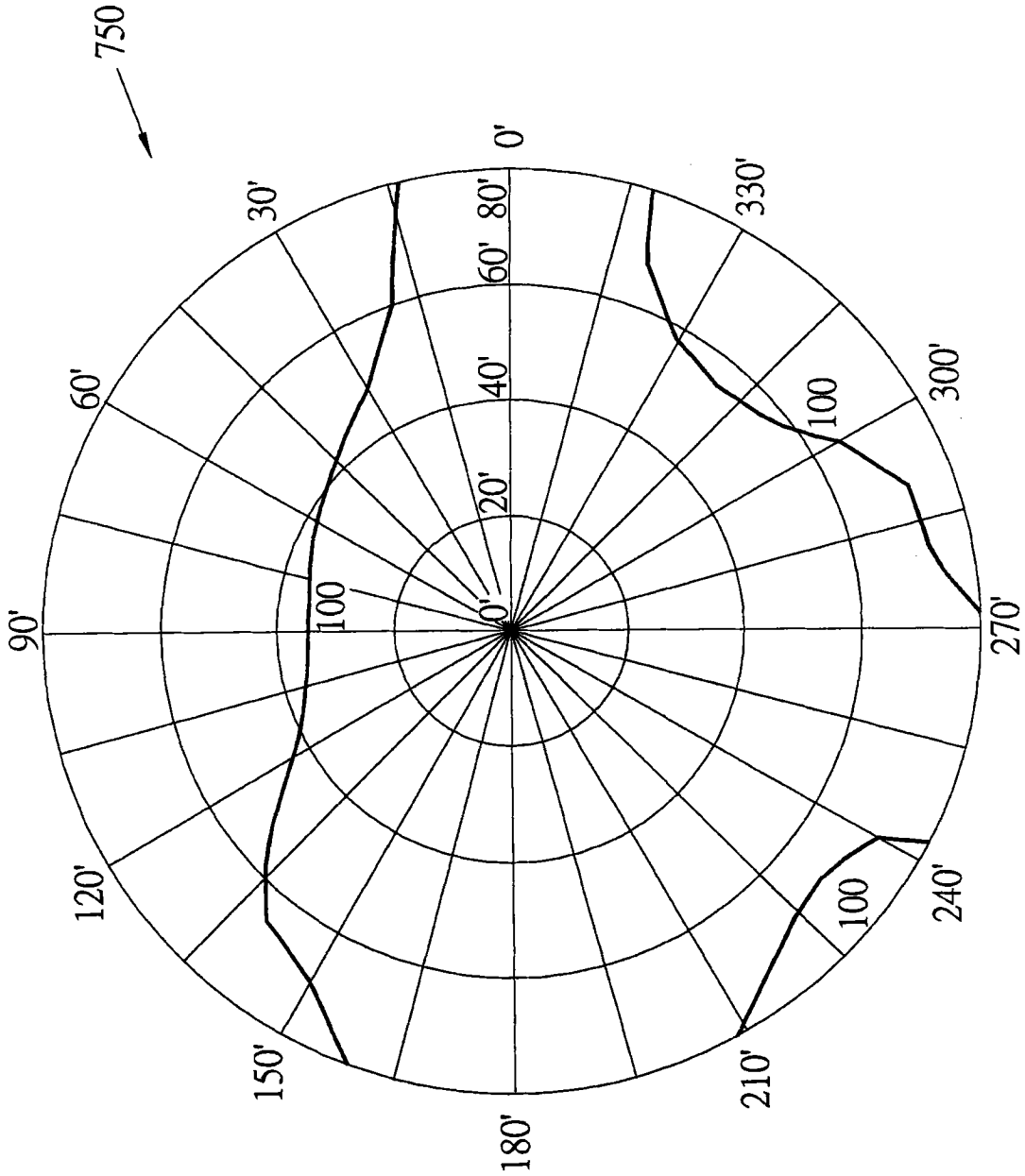


图 30B



透射模式的视角

图 31A

反射模式的视角

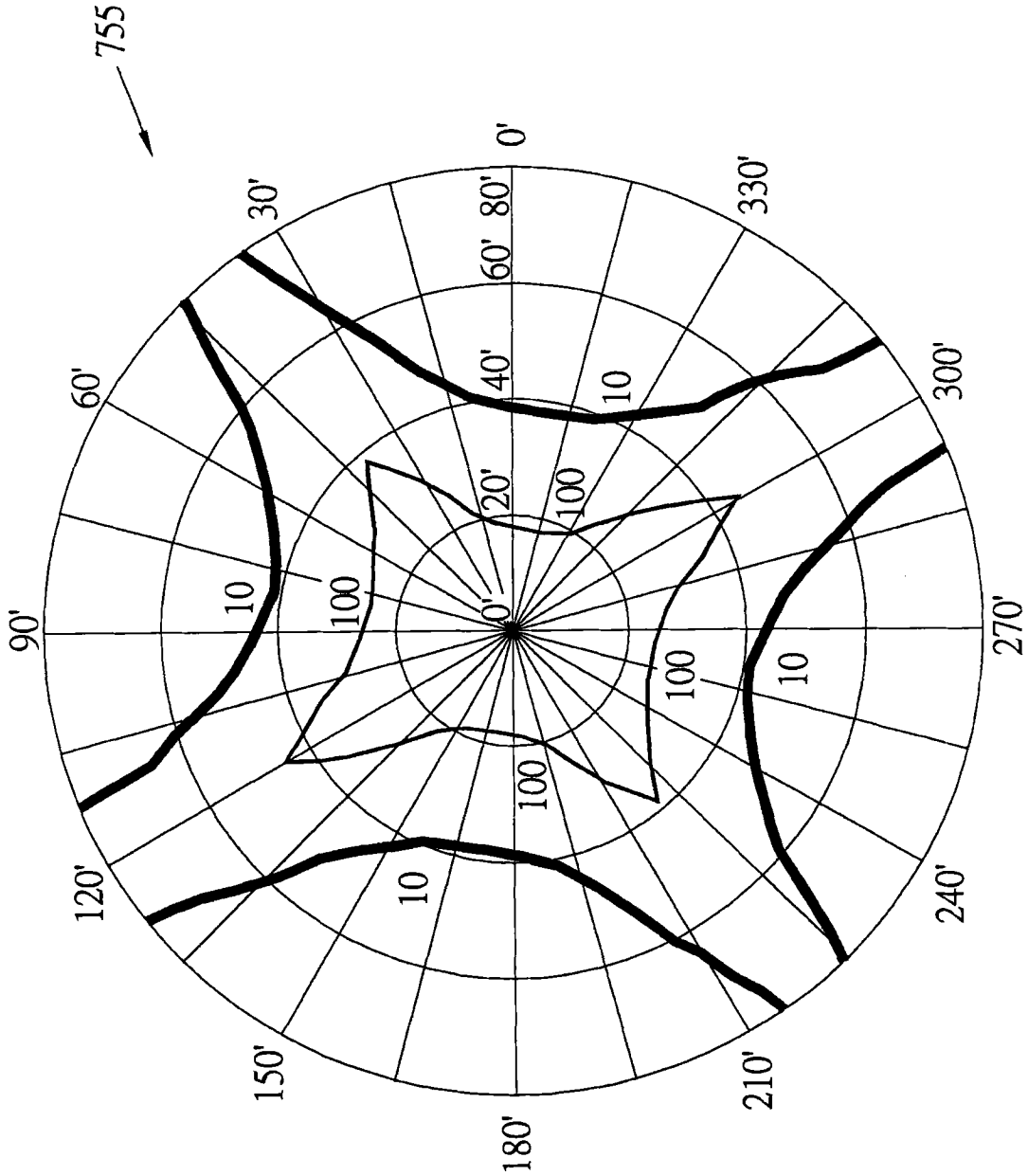


图 31B

透射模式的视角

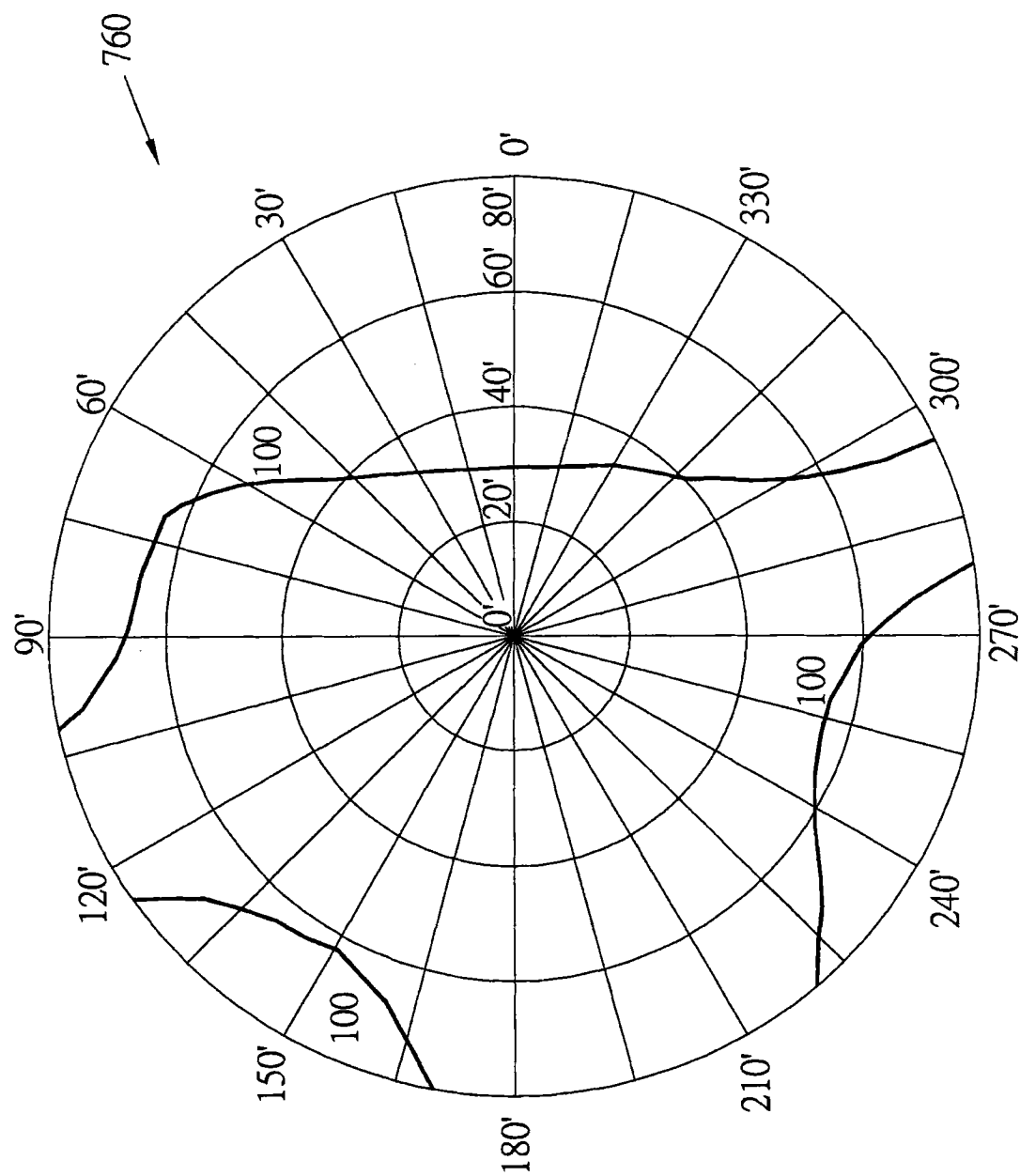


图 32A

反射模式的视角

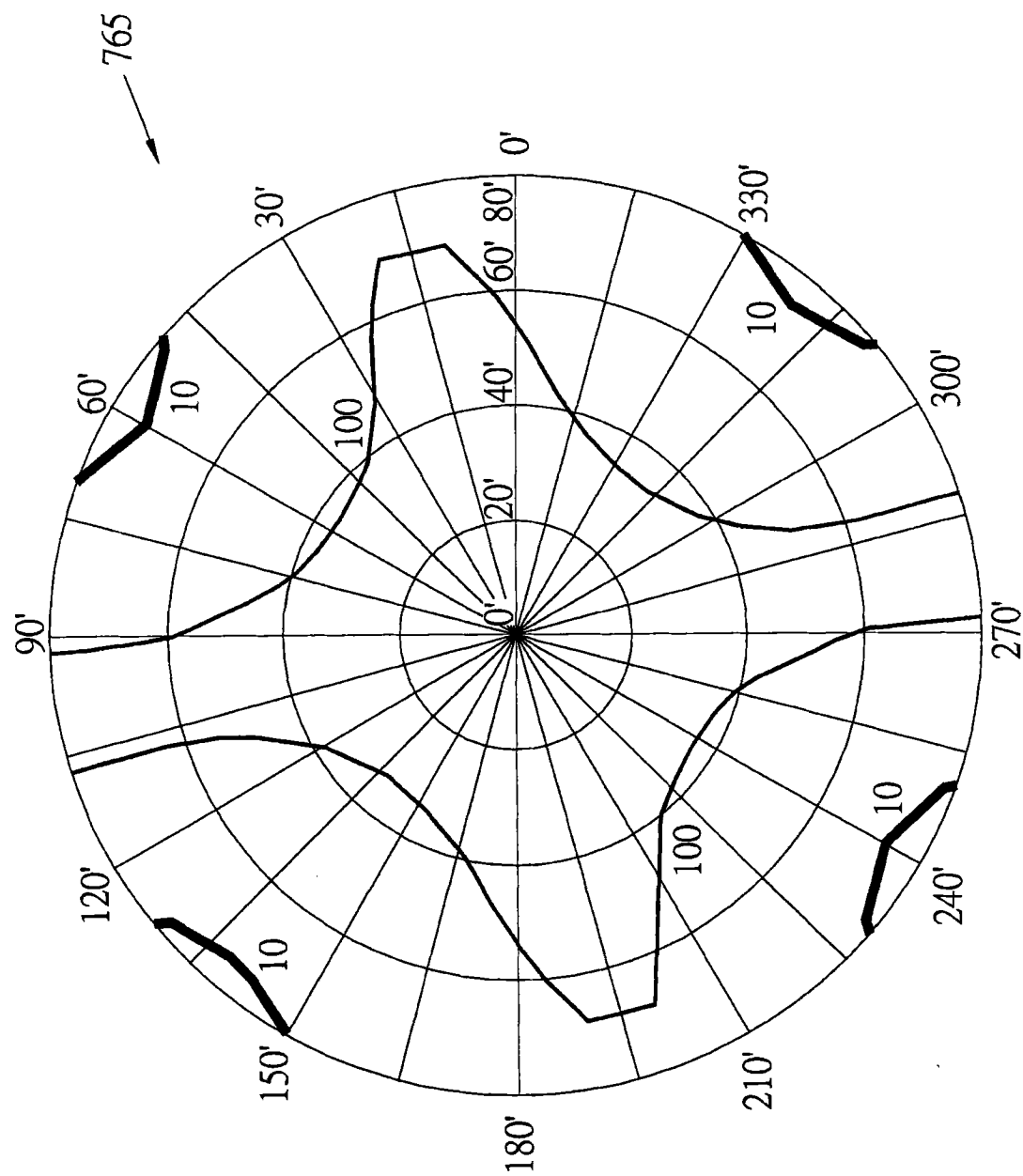


图 32B

透射模式的视角

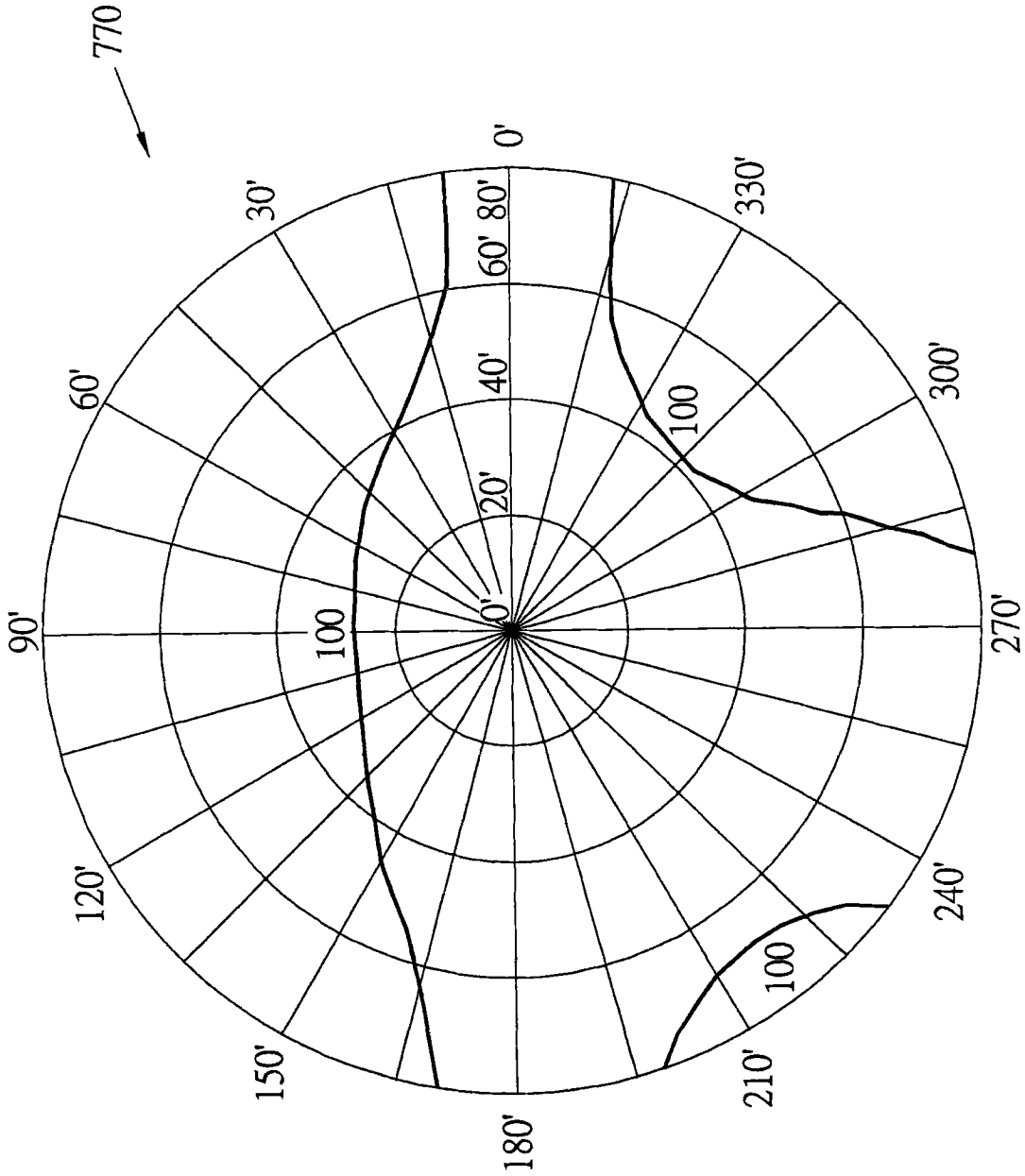


图 33A

反射模式的视角

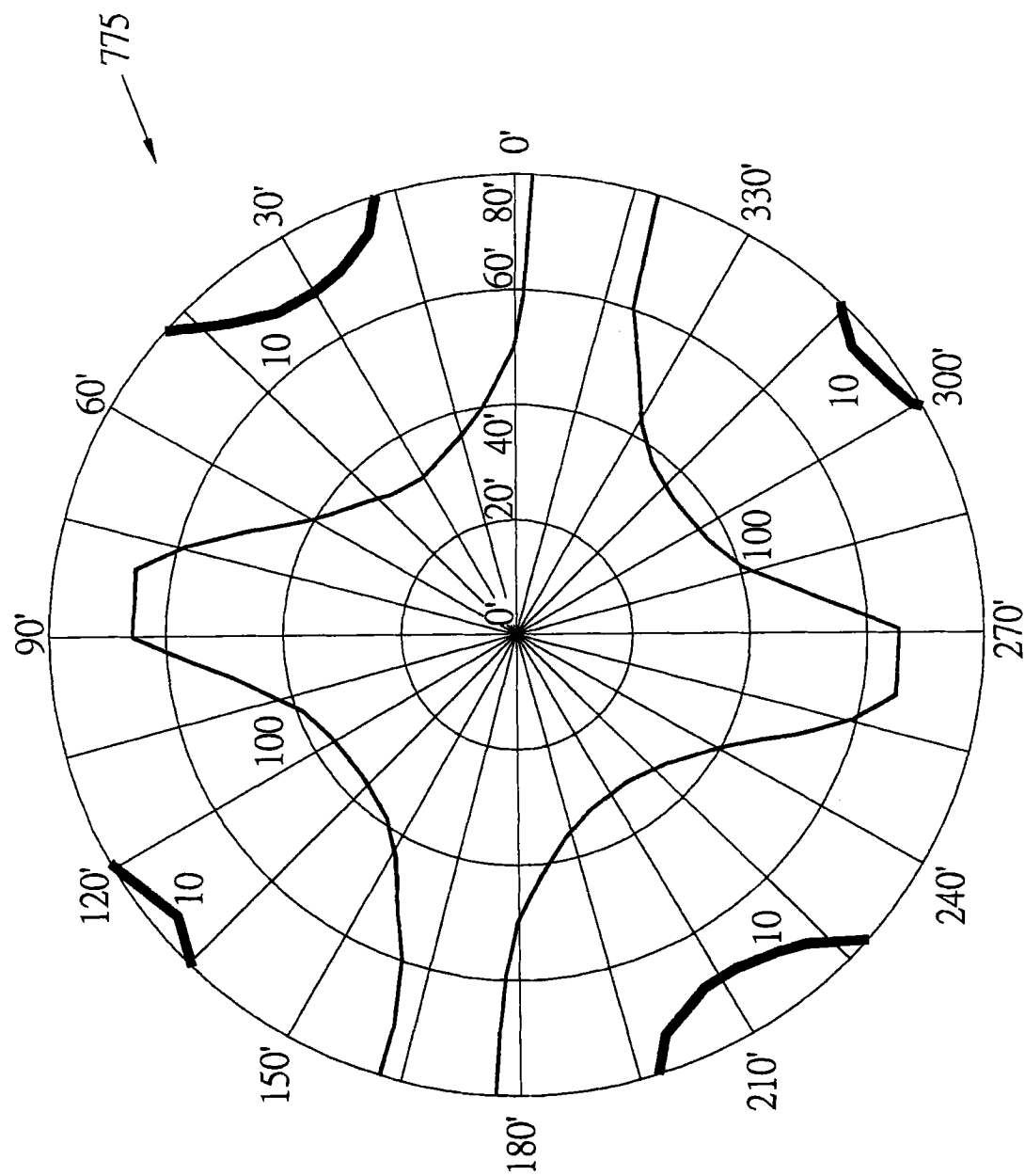


图 33B

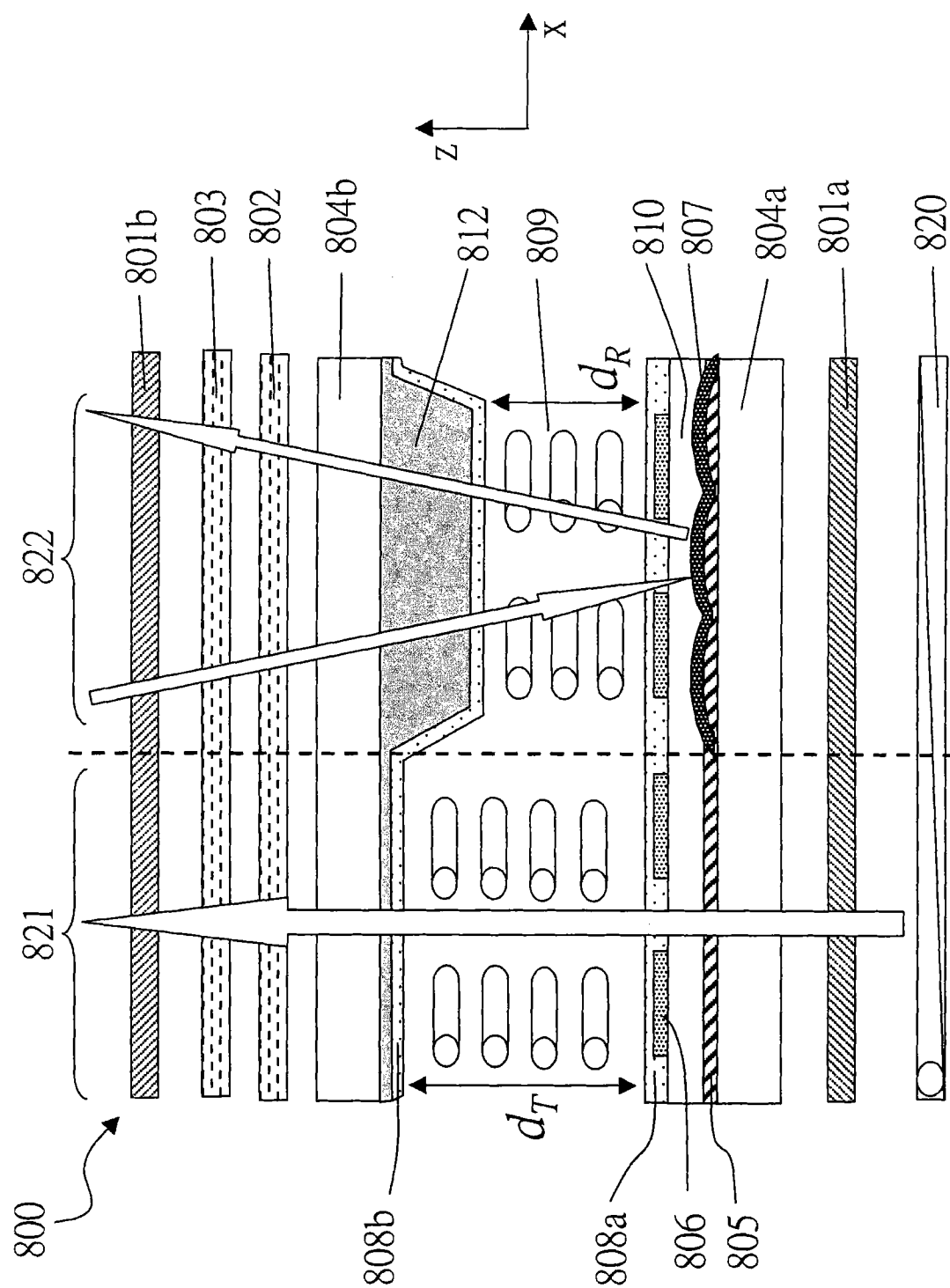


图 34

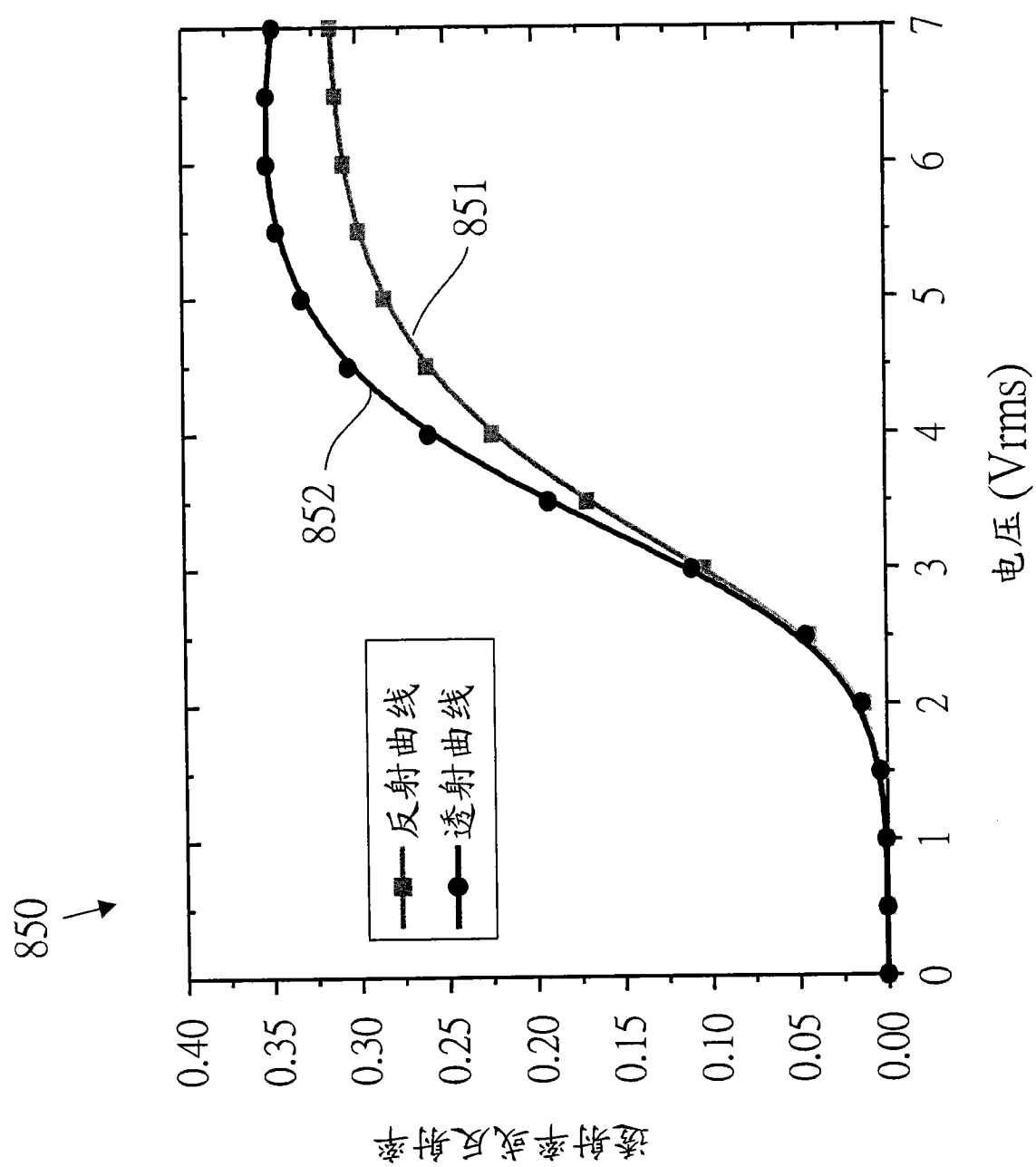


图 35

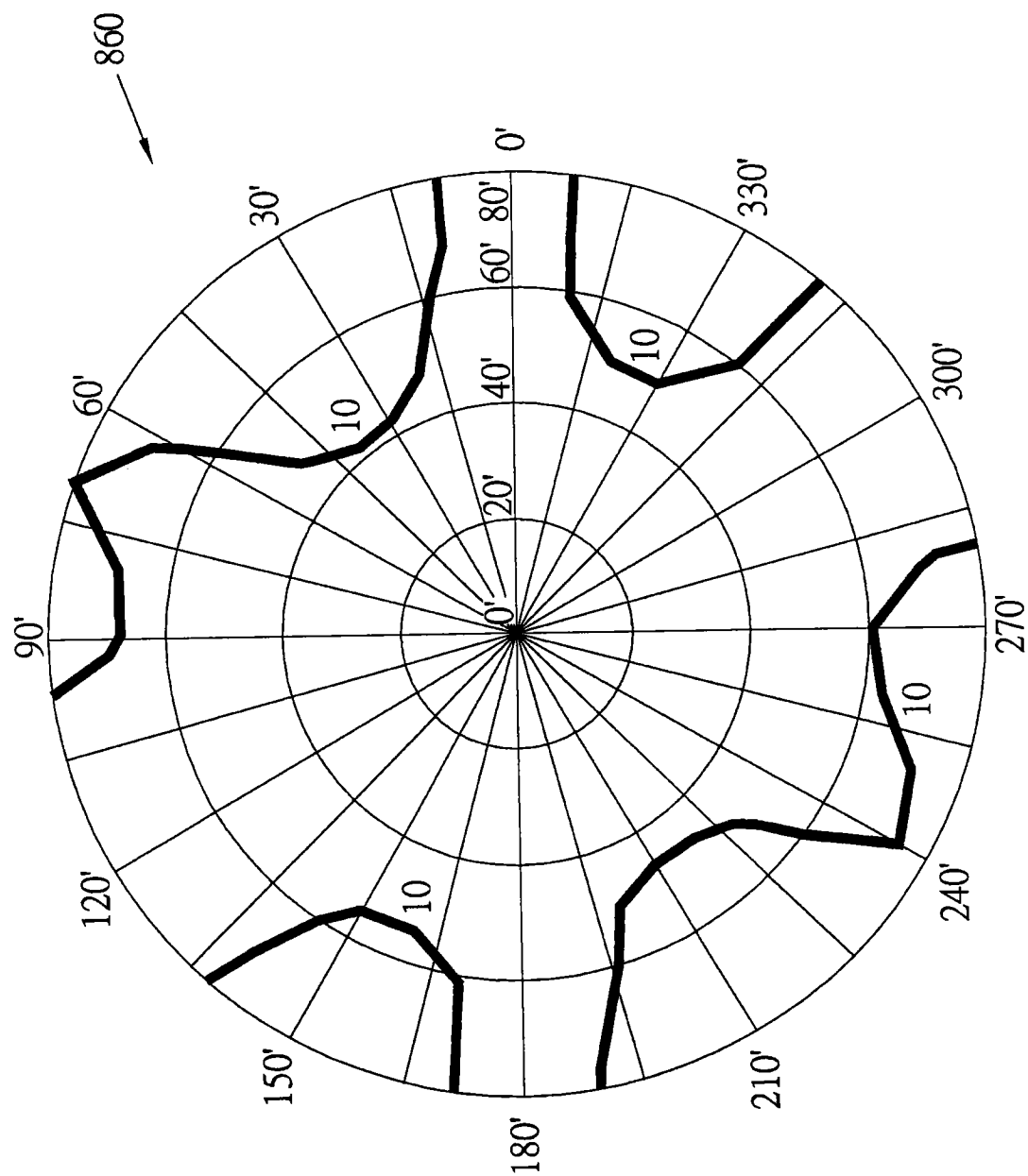


图 36A

反射模式的视角

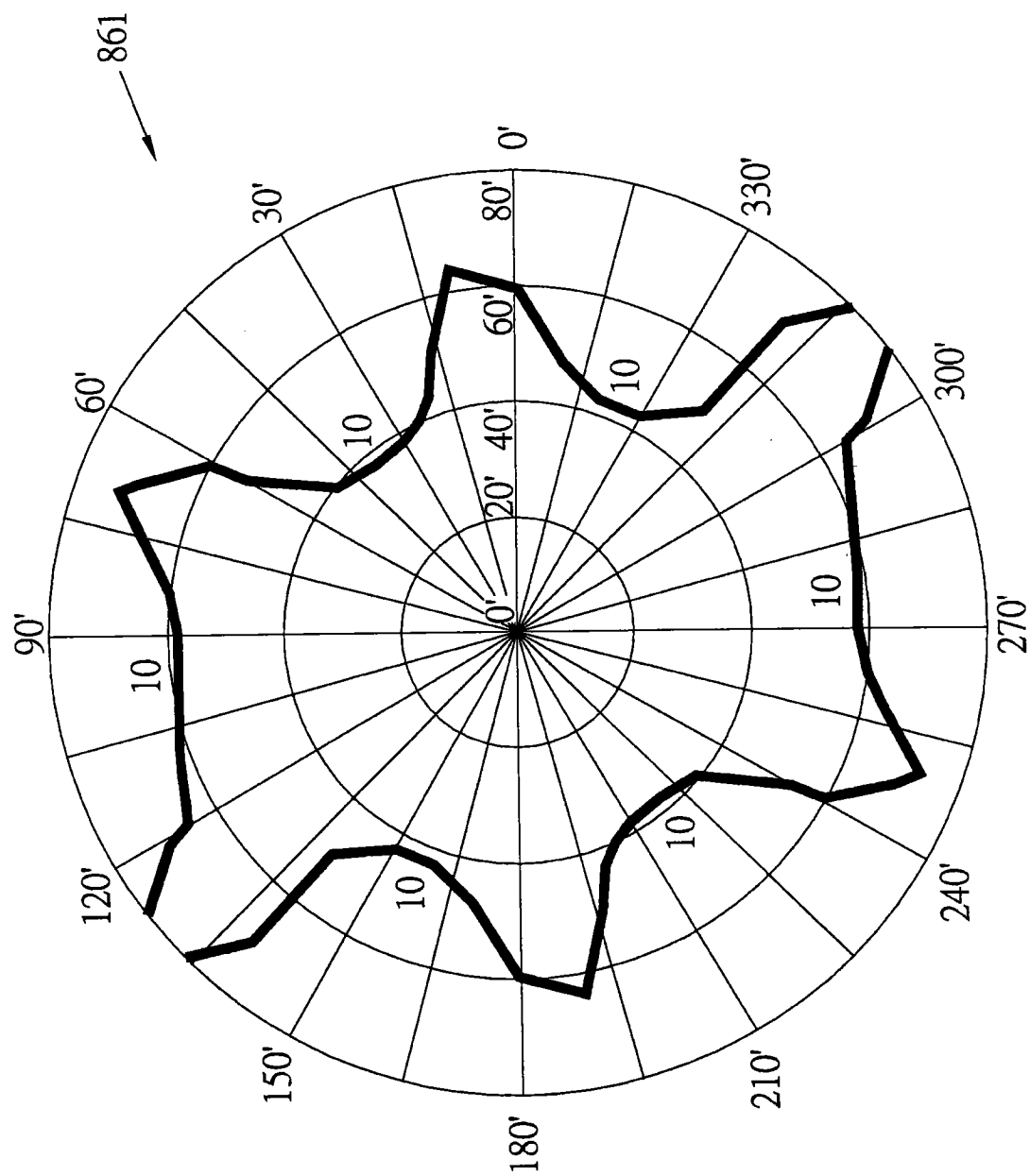


图 36B

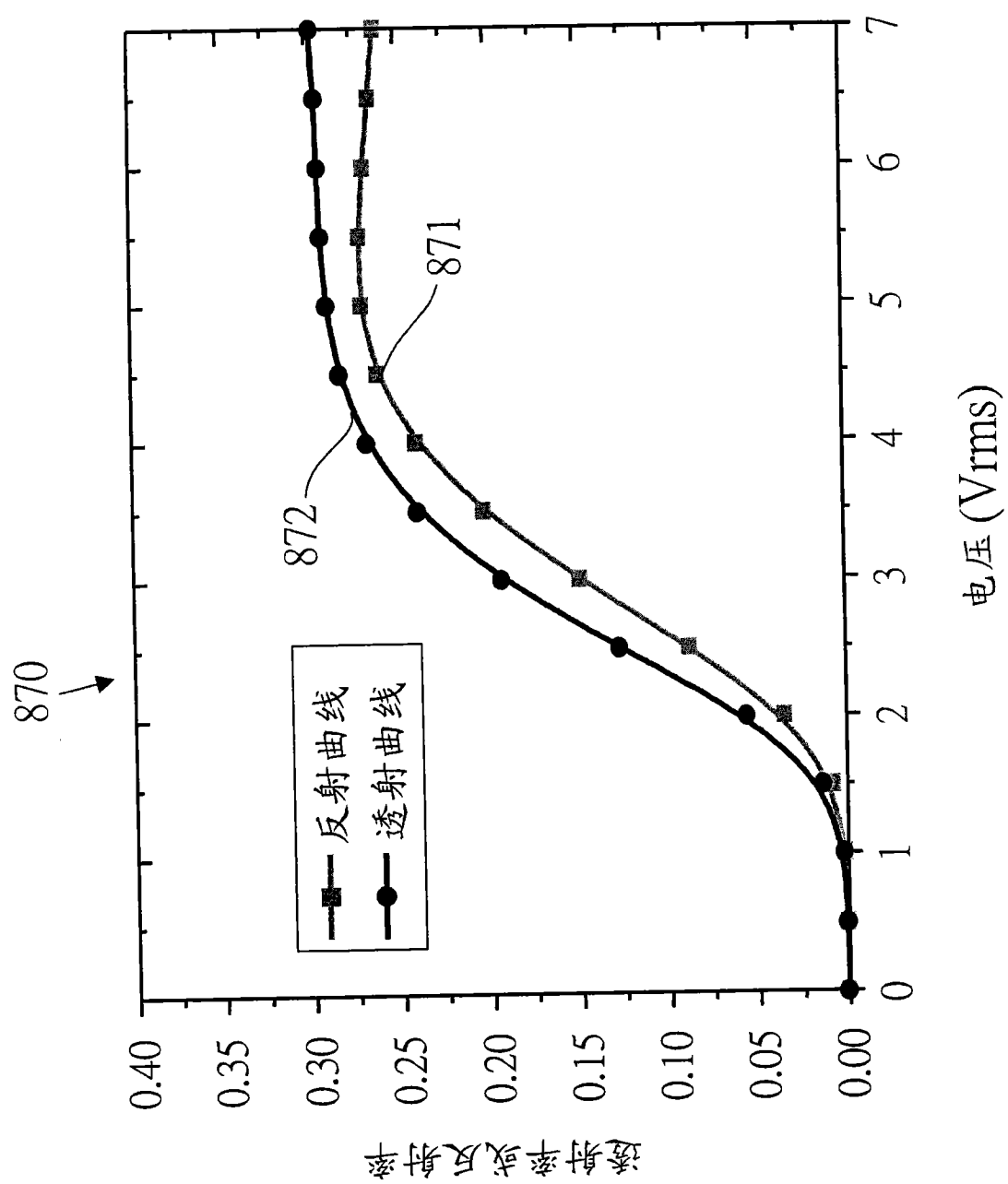


图 37

透射模式的视角

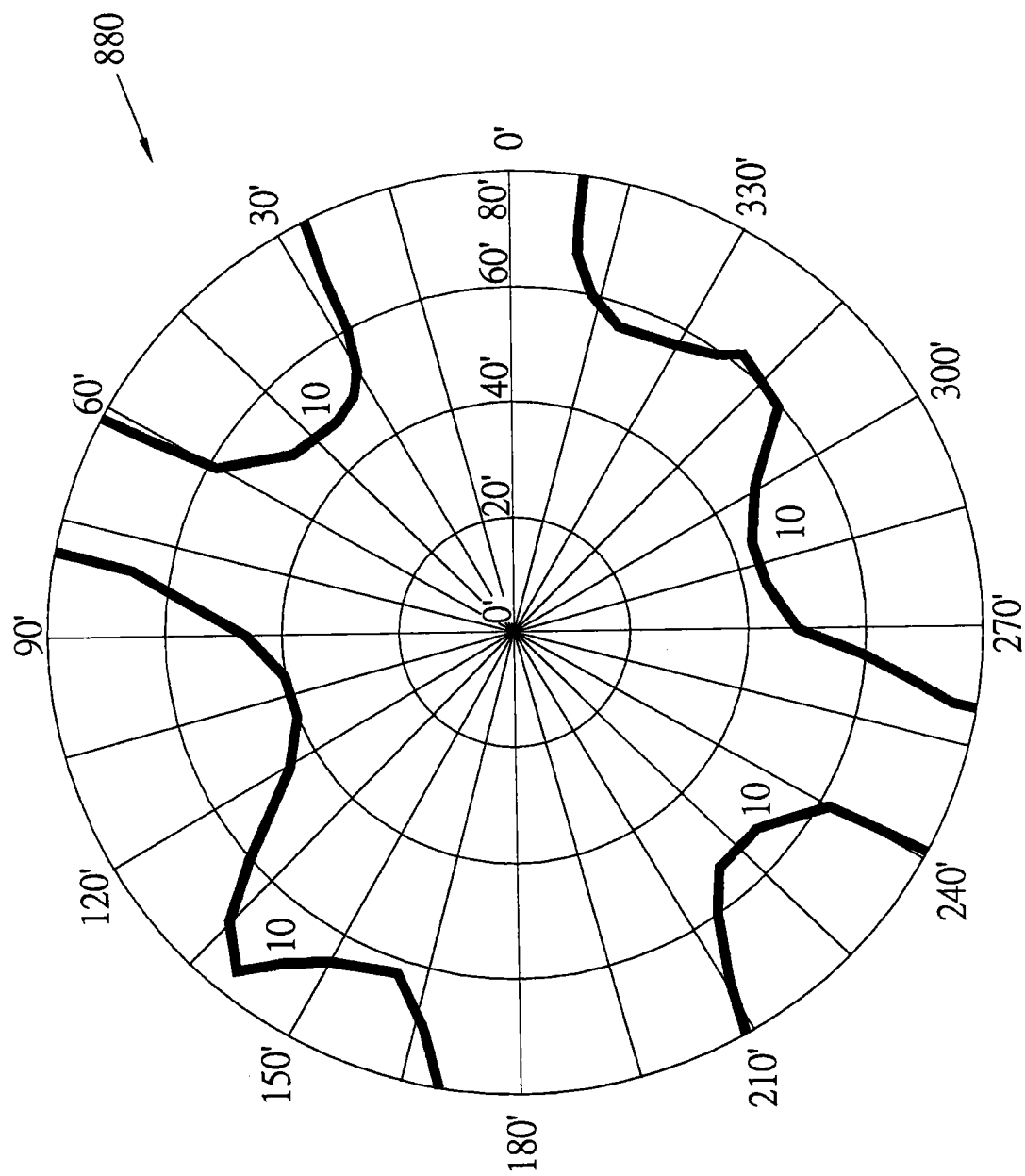
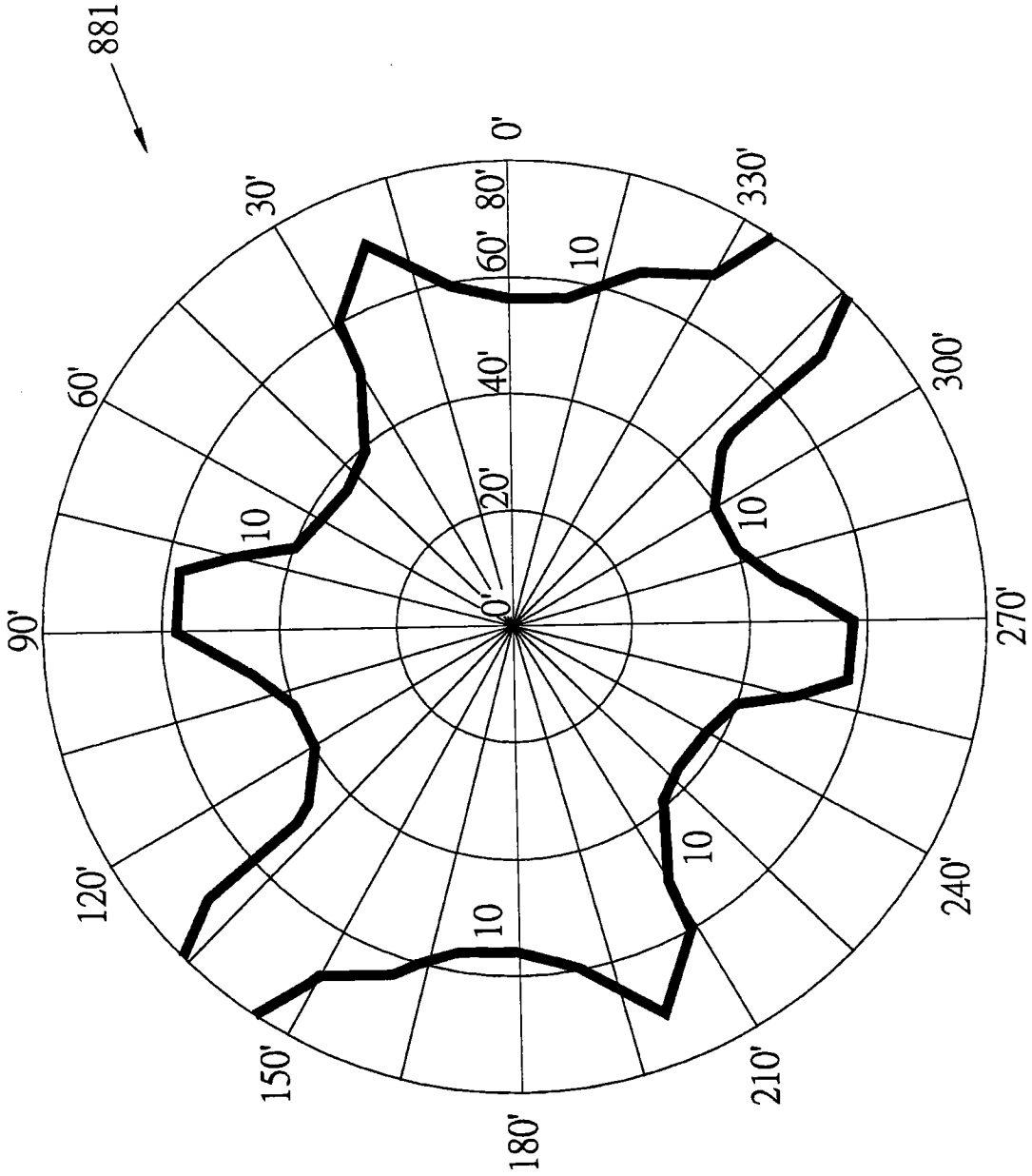


图 38A



反射模式的视角

图 38B

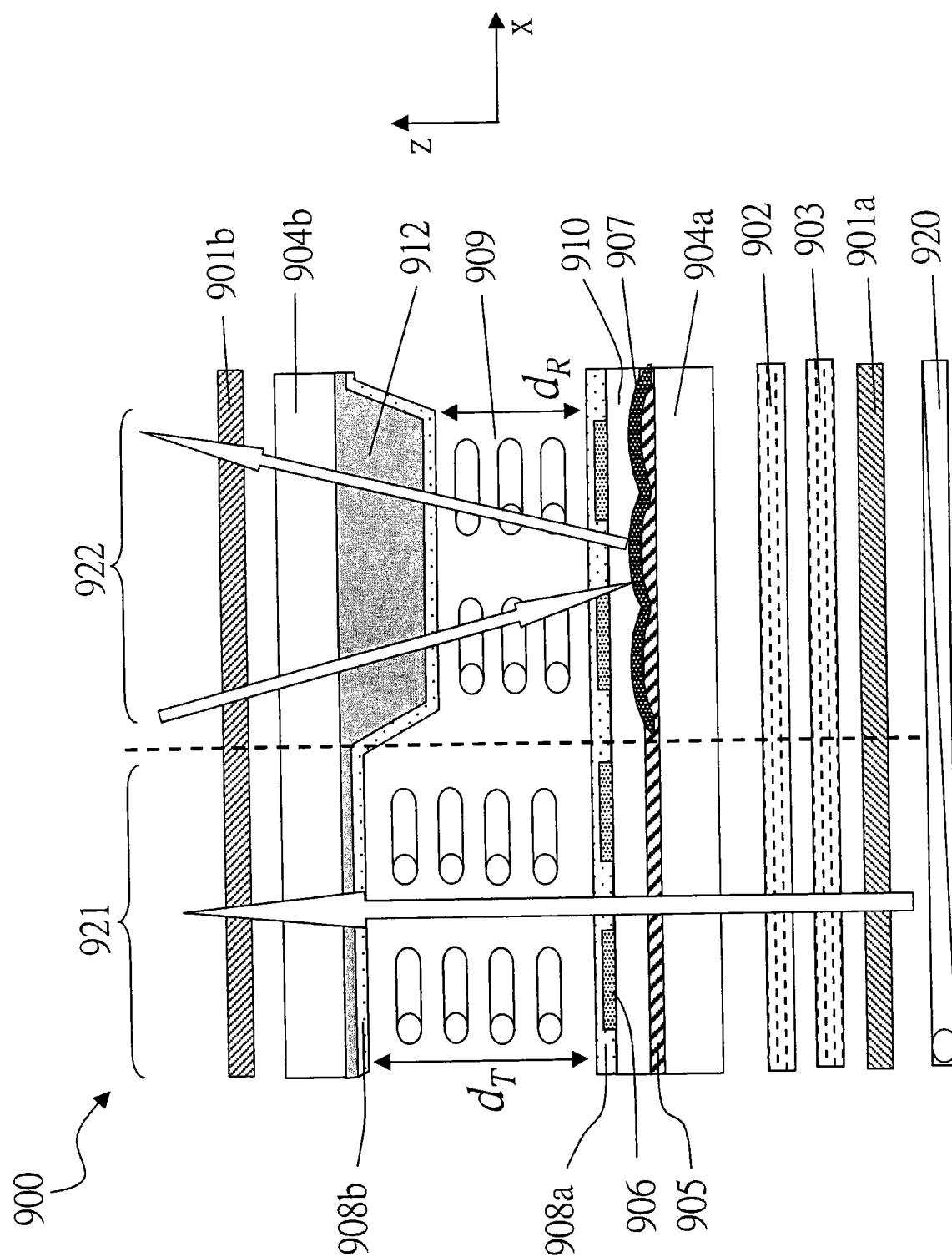


图 39

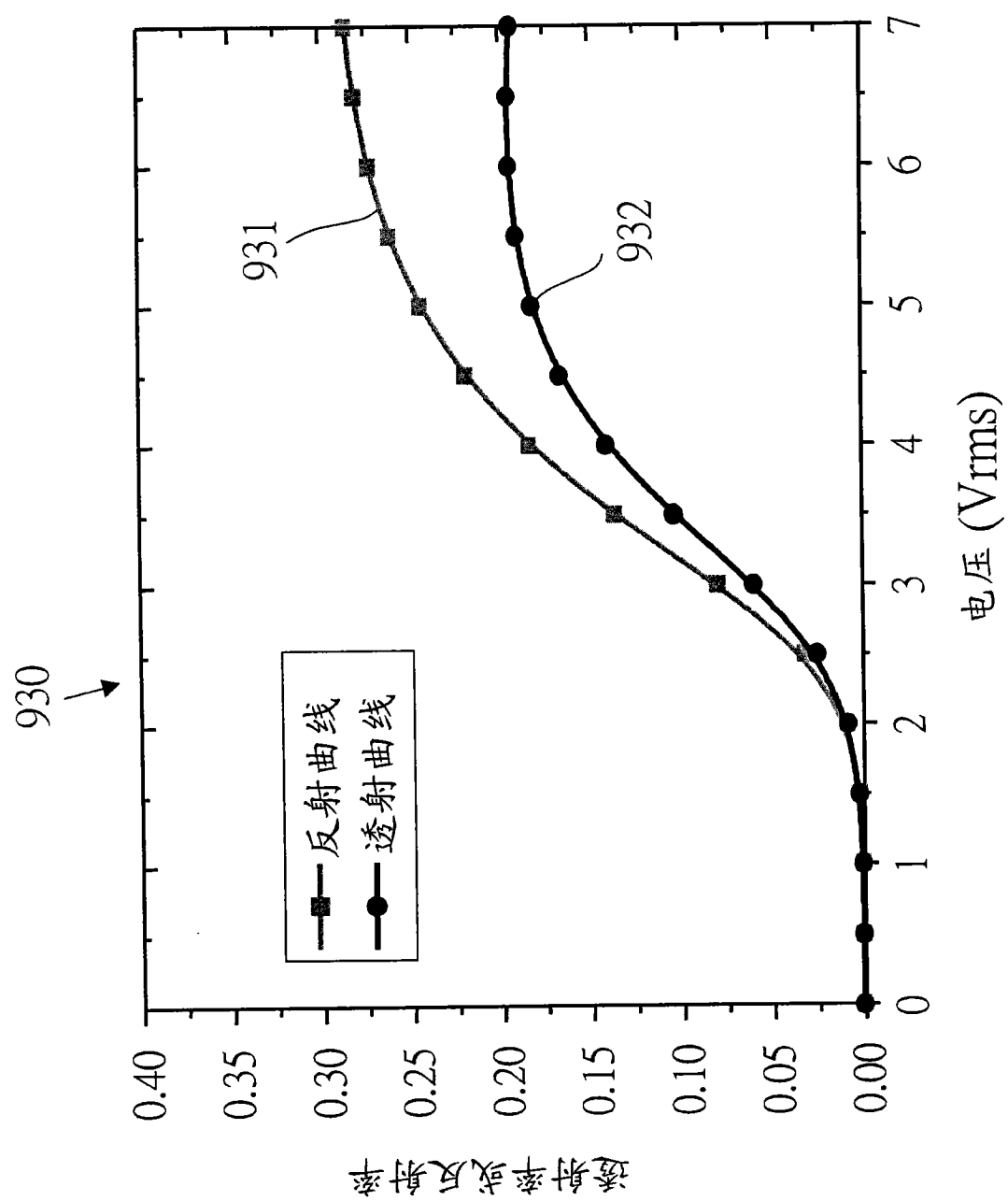


图 40

透射模式的视角

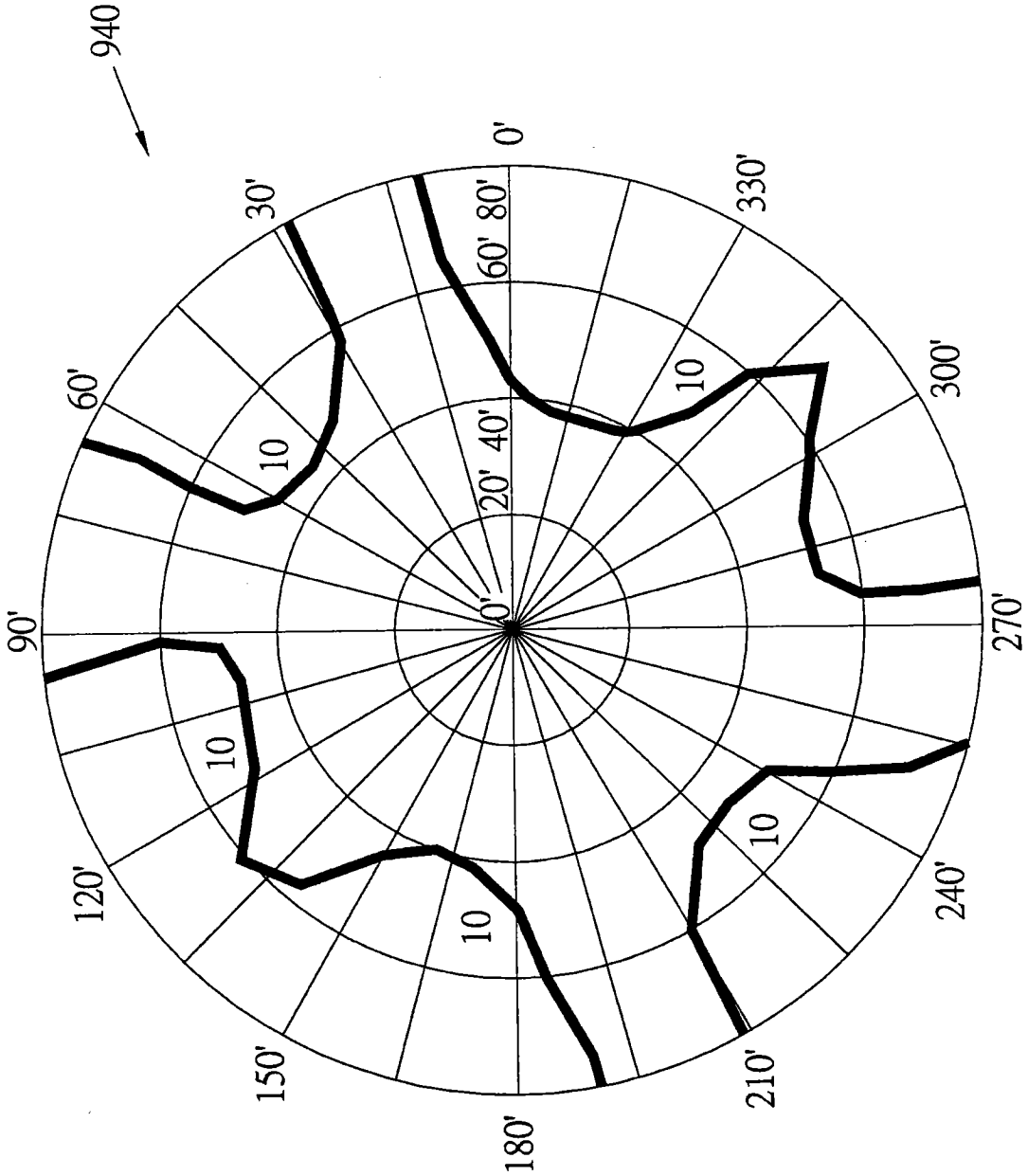


图 41A

反射模式的视角

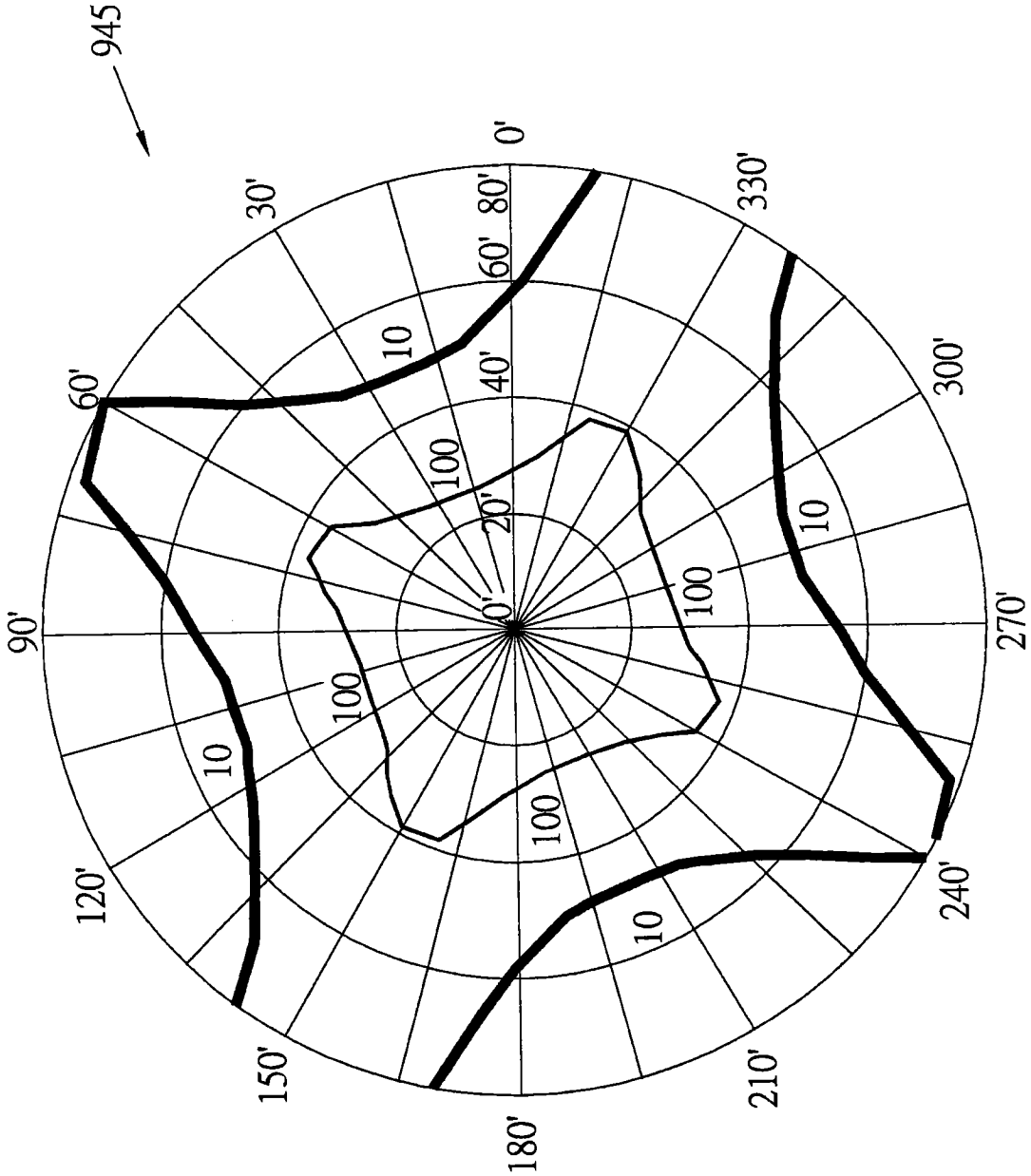


图 41B

透射模式的视角

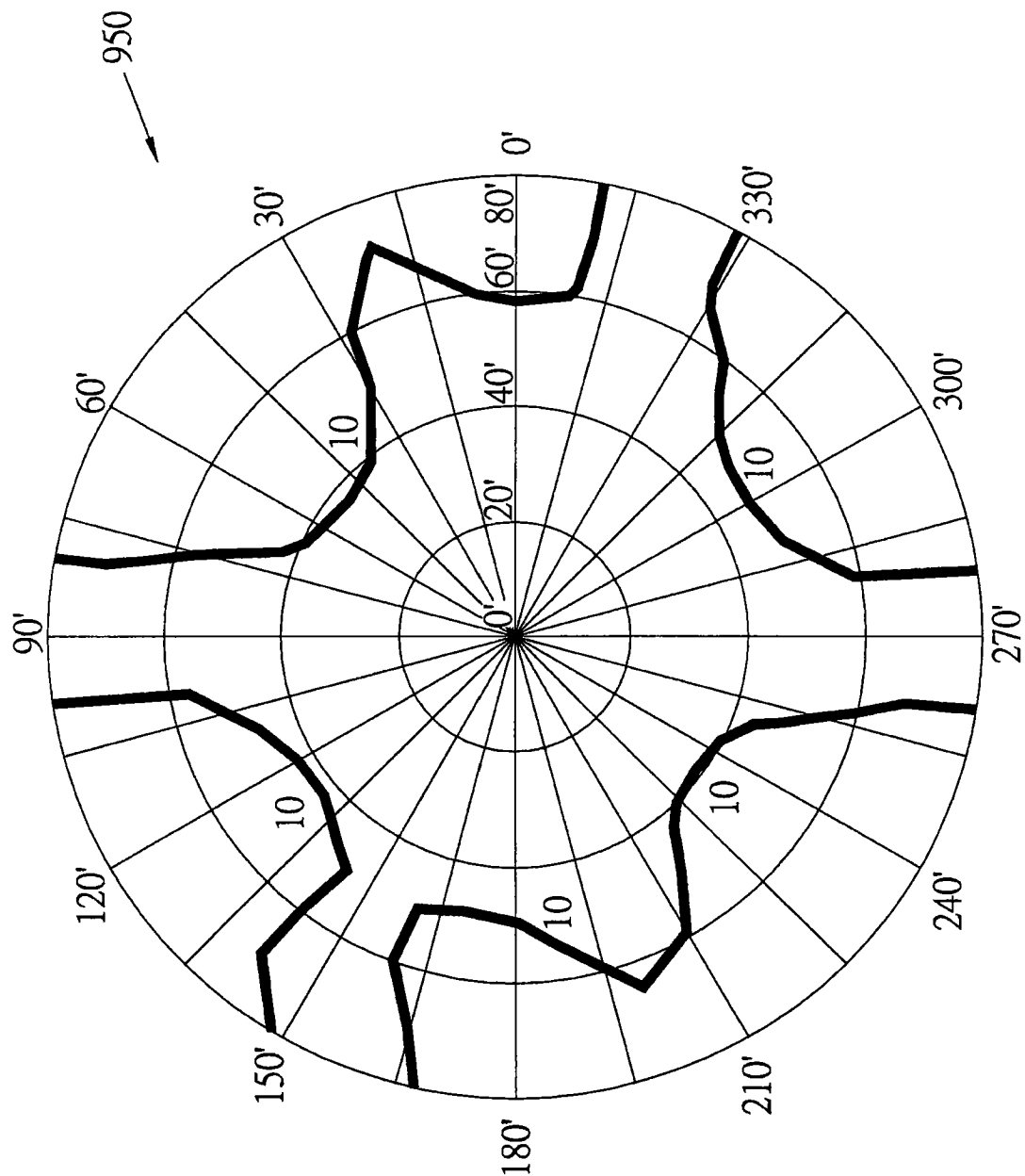


图 42

专利名称(译)	半透射半反射式液晶显示器及其操作方法		
公开(公告)号	CN101833198A	公开(公告)日	2010-09-15
申请号	CN201010120518.0	申请日	2010-02-22
[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 吴思聪 李汪洋 韦忠光		
发明人	葛志兵 吴思聪 李汪洋 韦忠光		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/133		
CPC分类号	G02F1/13363 G02F1/134363 G02F1/133634 G02F1/133555		
代理人(译)	邱军		
优先权	12/372375 2009-02-17 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种半透射半反射式液晶显示器及其操作方法。该广视角半透射半反射式液晶显示器包括一位相差薄膜及多个像素。像素设置于一第一基板及一第二基板之间。各个像素包括一透射区域及一反射区域。当没有施加数据电压于像素时，位相差薄膜具有相位延迟，以补偿在透射区域的液晶层对于法入射光的相位延迟，使其达到暗态。当没有施加数据电压于像素时，在反射区域中的位相差薄膜和液晶层具有相对于法入射光介于 0.22λ 和 0.28λ 之间的相位偏移，使其达到暗态，其中 λ 为入射光波长。

