(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117836706 A
(43)申请公布日 2024.04.05

(21)申请号 202280057196.0
(22)申请日 2022.08.05
(30)优先权数据
2021-135953 2021.08.23 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.02.21
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/030182 2022.08.05
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/026833 JA 2023.03.02
(71)申请人 株式会社日本显示器
地址 日本东京
(72)发明人 池田幸次朗 小糸健夫 黑川多惠
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
专利代理师 田喜庆
(51)Int.Cl.
G02F 1/13(2006.01)
G02F 1/1343(2006.01)
G02F 1/1347(2006.01)

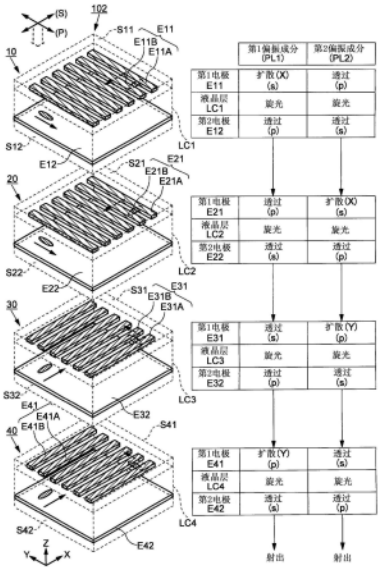
权利要求书2页 说明书33页 附图23页

(54)发明名称

液晶光控制元件以及照明装置

(57)摘要

液晶光控制元件具有多个液晶单元,多个液晶单元各自包括:第1基板和与第1基板对置的第2基板;设置于第1基板以及第2基板的至少一者且具有带状图案的第1电极以及第2电极;设置于第1基板的第1取向膜和设置于第2基板的第2取向膜;以及第1基板与第2基板之间的液晶层。多个液晶单元重叠配置,第1电极与第2电极的带状图案交替配置,且被施加电压以在第1电极与第2电极之间形成有横向电场,第1取向膜的取向方向设置为与带状图案的延伸方向交叉,第2取向膜的取向方向设置为与第1取向膜的取向方向交叉。



CN 117836706 A

1.一种液晶光控制元件,其特征在于,具有层叠设置的多个液晶单元,所述多个液晶单元各自包括:

第1基板和与所述第1基板对置的第2基板;

设置于所述第1基板以及所述第2基板的至少一者且具有带状图案的第1电极以及第2电极;

设置于所述第1基板的第1取向膜和设置于所述第2基板的第2取向膜;以及

所述第1基板与所述第2基板之间的液晶层,

所述多个液晶单元重叠配置,

所述第1电极与所述第2电极的所述带状图案交替配置,且被施加电压以在所述第1电极与所述第2电极之间形成有横向电场,

所述第1取向膜的取向方向设置为与所述带状图案的延伸方向交叉,

所述第2取向膜的取向方向设置为与所述第1取向膜的取向方向交叉。

2.根据权利要求1所述的液晶光控制元件,其中,

所述第1电极以及所述第2电极设置于所述第1基板,

在所述第2基板设置有平板状电极,所述平板状电极保持为恒定电位,

所述多个液晶单元各自配置为供光从所述第1基板侧入射。

3.根据权利要求1所述的液晶光控制元件,其中,

在所述第1基板设置有所述第1电极以及所述第2电极,

在所述第2基板设置有具有带状图案的第3电极以及第4电极,所述第3电极与所述第4电极的所述带状图案交替配置,

所述第1电极以及所述第2电极中的所述带状图案的延伸方向与所述第3电极以及所述第4电极的所述带状图案的延伸方向交叉配置,

所述第3电极以及所述第4电极保持为恒定电位,

所述多个液晶单元各自配置为,供光从所述第1基板侧入射。

4.根据权利要求2或3所述的液晶光控制元件,其中,

所述多个液晶单元中的相邻的一组液晶单元与另一组液晶单元配置为,所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向为相同的方向,

所述一组液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的延伸方向与所述另一组液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的延伸方向交叉配置。

5.根据权利要求3所述的液晶光控制元件,其中,

所述多个液晶单元从光的入射侧朝向射出侧按第1液晶单元、第2液晶单元、第3液晶单元以及第4液晶单元的顺序层叠,

所述第1液晶单元以及所述第2液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与第1方向平行,

所述第3液晶单元以及所述第4液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与同所述第1方向交叉的第2方向平行。

6.根据权利要求5所述的液晶光控制元件,其中,

所述第1液晶单元以及所述第4液晶单元被施加电压,以使所述第1电极以及所述第2电极成为同电位,并在第3电极以及所述第4电极之间形成有横向电场,

所述第2液晶单元以及所述第3液晶单元被施加电压以在所述第1电极以及所述第2电极之间形成有横向电场,且第3电极以及所述第4电极成为同电位。

7.根据权利要求3所述的液晶光控制元件,其中,

所述多个液晶单元从光的入射侧朝向射出侧按第1液晶单元、第2液晶单元、第3液晶单元、第4液晶单元以及第5液晶单元的顺序层叠,

所述第2液晶单元以及所述第3液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与第1方向平行,

所述第1液晶单元、所述第4液晶单元以及所述第5液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与同所述第1方向交叉的第2方向平行。

8.根据权利要求7所述的液晶光控制元件,其中,

所述第1液晶单元、所述第2液晶单元以及所述第5液晶单元被施加电压,以使所述第1电极以及所述第2电极成为同电位,并在第3电极以及所述第4电极之间形成有横向电场,

所述第3液晶单元以及所述第4液晶单元被施加电压以在所述第1电极以及所述第2电极之间形成有横向电场,且第3电极以及所述第4电极成为同电位。

9.根据权利要求3所述的液晶光控制元件,其中,

所述多个液晶单元从光的入射侧朝向射出侧按第1液晶单元、第2液晶单元、第3液晶单元、第4液晶单元、第5液晶单元以及第6液晶单元的顺序层叠,

所述第1液晶单元以及所述第2液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与第2方向平行,

所述第3液晶单元以及所述第4液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与同所述第2方向交叉的第1方向平行,

所述第5液晶单元以及所述第6液晶单元的所述第1电极以及所述第2电极的所述延伸方向配置为与所述第2方向平行。

10.根据权利要求9所述的液晶光控制元件,其中,

所述第1液晶单元、所述第4液晶单元以及所述第5液晶单元被施加电压,以使所述第3电极以及所述第4电极成为同电位,并在第1电极以及所述第2电极之间形成有横向电场,

所述第2液晶单元、所述第3液晶单元以及所述第6液晶单元被施加电压以在所述第1电极以及所述第2电极之间形成有横向电场,且第3电极以及所述第4电极成为同电位。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的液晶光控制元件,其中,

所述液晶层为扭转向列液晶。

12.一种照明装置,其特征在于,包括权利要求1至11中任一项所述的液晶光控制元件和光源,所述液晶光控制元件设置在从所述光源射出的光的光路上。

液晶光控制元件以及照明装置

技术领域

[0001] 本发明的一实施方式涉及利用液晶的电光效应来控制从光源发射的光的配光的元件。本发明的另一实施方式涉及具备利用液晶的电光效应来控制从光源发射的光的配光的元件的装置。

背景技术

[0002] 公开有具备液晶透镜的照明装置。例如,公开一种照明装置,其使两个液晶透镜重合,调整设置于各个液晶透镜的带状的透明电极的重叠程度而消除光的照射不均(参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2010-230887号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 使用了液晶透镜的照明装置能够控制光在水平方向以及垂直方向上的扩散。但是,关于极角方向的配光无法进行精密的控制成为问题。即,使用了现有的液晶透镜的照明装置无法进行扩散光的精密的配光控制成为问题。

[0008] 本发明的一实施方式的目的在于提供能够精密地控制从光源发射的光的强度分布的液晶光控制元件。此外,本发明的一实施方式的目的在于提供具备能够精密控制从光源发射的光的强度分布的液晶光控制元件的照明装置。

[0009] 用于解决技术问题的方案

[0010] 本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件具有多个液晶单元,多个液晶单元各自包括:第1基板和与第1基板对置的第2基板;设置于第1基板以及第2基板的至少一者且具有带状图案的第1电极以及第2电极;设置于第1基板的第1取向膜和设置于第2基板的第2取向膜;以及第1基板与第2基板之间的液晶层。多个液晶单元重叠配置,第1电极与第2电极的带状图案交替配置,且被施加电压以在第1电极与第2电极之间形成有横向电场,第1取向膜的取向方向设置为与带状图案的延伸方向交叉,第2取向膜的取向方向设置为与第1取向膜的取向方向交叉。

附图说明

[0011] 图1通过立体图示出构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的构造。

[0012] 图2A是表示在构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的第1基板设置的电极的俯视图。

[0013] 图2B是表示在构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的

第2基板设置的电极的俯视图。

[0014] 图3示出构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的截面构造的一个例子。

[0015] 图4A是对构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的动作进行说明的图,示出没有施加电压的状态的液晶分子的取向状态。

[0016] 图4B是对构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的动作进行说明的图,示出施加了电压时的液晶分子的取向状态。

[0017] 图4C是对构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的动作进行说明的图,示出施加了电压时的液晶分子的取向状态。

[0018] 图5A是对构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元的动作进行说明的图。

[0019] 图5B是对构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元进行说明的图,示出从液晶单元射出的偏振波的分布的一个例子。

[0020] 图6示出本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第1结构)和扩散的状态。

[0021] 图7示出对构成本发明的一实施方式所涉及的液晶光控制元件的液晶单元施加的控制信号的波形。

[0022] 图8示出本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第1结构的变形例)和扩散的状态。

[0023] 图9示出本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第1结构的变形例)和扩散的状态。

[0024] 图10示出本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第2结构)和扩散的状态。

[0025] 图11示出参考例所涉及的液晶光控制元件的结构和扩散的状态。

[0026] 图12A示出液晶光控制元件的亮度-角度特性的图表来作为本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的特性。

[0027] 图12B示出射出光的分布来作为本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的特性。

[0028] 图12C示出射出光的分布来作为本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的特性。

[0029] 图12D示出射出光的分布来作为本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的特性。

[0030] 图12E示出射出光的分布来作为本发明的第1实施方式所涉及的液晶光控制元件的特性。

[0031] 图13示出本发明的第2实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第3结构)和扩散的状态。

[0032] 图14示出本发明的第2实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第4结构)和扩散的状态。

[0033] 图15示出参考例所涉及的液晶光控制元件的结构和扩散的状态。

[0034] 图16示出本发明的第2实施方式所涉及的液晶光控制元件的亮度-角度特性的图表。

[0035] 图17示出本发明的第3实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第5结构)和扩散的状态。

[0036] 图18示出本发明的第3实施方式所涉及的液晶光控制元件的结构(第5结构)和扩散的状态。

[0037] 图19示出参考例所涉及的液晶光控制元件的结构和扩散的状态。

[0038] 图20示出本发明的第3实施方式所涉及的液晶光控制元件的亮度-角度特性的图表。

[0039] 图21示出本发明的一实施方式所涉及的照明装置的立体图。

具体实施方式

[0040] 以下,参照附图等对本发明的实施方式进行说明。其中,本发明能够通过多种不同的方式来实施,不是限定于以下例示的实施方式的记载内容来解释。为了更加明确地进行说明,附图有时与实际的方式相比,仅示意性地示出各部分的宽度、厚度、形状等,但毕竟是一个例子,且不是限定本发明的解释。此外,在本说明书和各图中,有时对与在已经出现过的图中前述的要素相同的要素标注同一附图标记(或在数字之后标注了a、b等的附图标记),适当地省略详细的说明。而且,对各要素标注了“第1”、“第2”的文字是为了便于区分各要素而使用的标识,只要没有特别说明则不具有超出其范围的意思。

[0041] 在本说明书中,在某部件或区域处于其他部件或区域的“上(或下)”的情况下,只要没有特别限定则不仅包括处于其他部件或区域的正上方(或正下方)的情况还包括处于其他部件或区域的上方(或下方)的情况,即也包括在其他部件或区域的上方(或下方)其间也包含其他结构要素的情况。

[0042] 在本说明书中,“旋光”是指直线偏振成分通过液晶层时使其偏振轴旋转的现象。

[0043] 在本说明书中,取向膜的“取向方向”是指在进行对取向膜赋予取向限制力的处理(例如,摩擦处理)而使液晶分子在取向膜上取向的情况下液晶分子所取向的方向。在对取向膜进行的处理是摩擦处理的情况下,取向膜的取向方向通常为摩擦方向。

[0044] 在本说明书中,带状图案的“延伸方向”是指在俯视观察带状图案时具有短边(宽度)和长边(长度)的图案的长边延伸的方向。另外,带状图案包括俯视时矩形状的图案,还包括在长边的中途至少屈曲或弯曲一次的图案。

[0045] 在本说明书中,“极角”是指液晶面板的主面的法线方向与射出光的进行方向所成的角度。

[0046] 图1是表示第1液晶单元10的结构的立体图。第1液晶单元10包括第1基板S11以及第2基板S12、以及第1基板S11与第2基板S12之间的第1液晶层LC1。在第1基板S11设置有第1电极E11以及第1取向膜AL11,在第2基板S12设置有第2电极E12以及第2取向膜AL12。第1取向膜AL11覆盖第1电极E11,第2取向膜AL12覆盖第2电极E12。第1电极E11以及第1取向膜AL11配置于第1基板S11的第1液晶层LC1侧,第2电极E12以及第2取向膜AL12配置于第2基板S12的第1液晶层LC1侧。第1电极E11以及第2电极E12隔着第1液晶层LC1而对置。

[0047] 第1电极E11包括具有带状图案(或梳齿状的图案)的第1带状电极E11A以及第2带

状电极E11B。第2电极E12包括具有带状图案(或梳齿状的图案)的第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B。多个第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B交替配置于第1基板S11的绝缘表面,多个第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B交替配置于第2基板S12的绝缘表面。

[0048] 图1为了说明,示出X、Y、Z轴方向。对于第1液晶单元10而言,第1带状电极E11A以及多个第2带状电极E11B的延伸方向配置为与X轴方向平行的方向,第3带状电极E12A以及多个第4带状电极E12B的延伸方向配置为与Y轴方向平行的方向。第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B相对于第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B交叉配置。第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B的延伸方向与第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B的延伸方向例如以90±10度的范围交叉,优选正交(90度)。

[0049] 第1取向膜AL11以及第2取向膜AL12具有与各个基板的主平面大致平行的取向限制力。第1取向膜AL11的取向方向设置为与第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B的延伸方向交叉的方向(Y轴方向),第2取向膜AL12的取向方向设置为与第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B的延伸方向交叉的方向(X轴方向)。第1取向膜AL11以及第2取向膜AL12的取向方向与带状电极的延伸方向交叉的角度能够在90±10度的范围设定。

[0050] 第1液晶层LC1例如使用扭转向列(TN:Twisted Nematic)液晶。在没有对第1电极E11以及第2电极E12施加电压的状态下,受到第1取向膜AL11以及第2取向膜AL12的取向限制力的影响的第1液晶层LC1的液晶分子LCM的长轴方向在与取向方向平行的方向上取向。第1取向膜AL11的取向方向与第2取向膜AL12的取向方向处于交叉(正交)的关系,因此,取向方向以液晶分子LCM的长轴方向从第1基板S11至第2基板S12扭转了90度的方式逐渐变化。另外,图1中虽未图示,但也可以在第1基板S11与第2基板S12之间设置有用于将间隔保持为恒定的间隔件。

[0051] 相对于图1所示那样的液晶分子LCM的初始取向状态,以在第1带状电极E11A与第2带状电极E11B之间产生电位差的方式施加电压,从而第1基板S11侧的液晶分子LCM的取向状态变化。此外,通过以在第3带状电极E12A与第4带状电极E12B之间产生电位差的方式施加电压,从而第2基板S12侧的液晶分子LCM的取向状态变化。

[0052] 图2A示出第1基板S11的俯视图,图2B示出第2基板S12的俯视图。

[0053] 如图2A所示,在第1基板S11设置有第1电极E11。第1电极E11包括多个第1带状电极E11A和多个第2带状电极E11B。多个第1带状电极E11A以及多个第2带状电极E11B具有带状图案。多个第1带状电极E11A的带状图案与多个第2带状电极E11B的带状图案在与延伸方向交叉的方向上以预定间隔隔开且交替配置。

[0054] 多个第1带状电极E11A分别与第1供电线PE11连接,多个第2带状电极E11B分别与第2供电线PE12连接。第1供电线PE11与第1连接端子T11连接,第2供电线PE12与第2连接端子T12连接。第1连接端子T11与第2连接端子T12沿着第1基板S11的端部的一边设置。在第1基板S11,与第1连接端子T11相邻地设置有第3连接端子T13,与第2连接端子T12相邻地设置有第4连接端子T14。第3连接端子T13与第5供电线PE15连接。第5供电线PE15与在第1基板S11的面内的预定位置设置的第1供电端子PT11连接。第4连接端子T14与第6供电线PE16连接。第6供电线PE16与在第1基板S11的面内的预定位置设置的第2供电端子PT12连接。

[0055] 多个第1带状电极E11A通过与第1供电线PE11连接而被施加同一电压。多个第2带状电极E11B通过与第2供电线PE12连接而被施加同一电压。若对多个第1带状电极E11A和多

个第2带状电极E11B分别施加不同的电压,则由于电位差在两电极间产生电场。即,通过多个第1带状电极E11A和多个第2带状电极E11B产生横向的电场。

[0056] 如图2B所示,在第2基板S12设置有第2电极E12。第2电极E12包括多个第3带状电极E12A和多个第4带状电极E12B。多个第3带状电极E12A以及多个第4带状电极E12B具有带状图案。多个第3带状电极E12A的带状图案和多个第4带状电极E12B的带状图案在与延伸方向交叉的方向上以预定间隔隔开且交替配置。第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B以相对于第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B的延伸方向倾斜90±10度的状态配置。

[0057] 多个第3带状电极E12A分别与第3供电线PE13连接,多个第4带状电极E12B分别与第4供电线PE14连接。第3供电线PE13与第3供电端子PT13连接,第4供电线PE14与第4供电端子PT14连接。第3供电端子PT13在第1基板S11的第1供电端子PT11所对应的位置设置,第4供电端子PT14在第1基板S11的第2供电端子PT12所对应的位置设置。

[0058] 多个第3带状电极E12A通过与第3供电线PE13连接而被施加同一电压。多个第4带状电极E12B通过与第4供电线PE14连接而被施加同一电压。若对多个第3带状电极E12A与多个第4带状电极E12B分别施加不同的电压,则由于电位差在两电极间产生电场。即,通过多个第3带状电极E12A和多个第4带状电极E12B产生横向的电场。

[0059] 设置于第1基板S11的连接端子T11～T14与柔性布线基板连接。第1液晶单元10的第1供电端子PT11与第3供电端子PT13通过导电性材料电连接,第2供电端子PT12与第4供电端子PT14通过导电性材料电连接。

[0060] 图3示出第1液晶单元10的剖视图。图3所示的第1液晶单元10的截面构造示出图2A所示的第1基板S11以及图2B所示的第2基板S12的A1-A2线所对应的截面构造。

[0061] 第1液晶单元10具有供入射光透过的有效区域AA。第1电极E11以及第2电极E12配置于有效区域AA之中。第1基板S11以及第2基板S12通过在有效区域AA的外侧设置的密封件SE而粘接。第1液晶层LC1通过密封件SE封入第1基板S11与第2基板S12之间。

[0062] 第1供电端子PT11具有从第5供电线PE15连续的构造,配置于密封件SE的外侧。第3供电端子PT13具有从第3供电线PE13连续的构造,配置于密封件SE的外侧。

[0063] 第1供电端子PT11与第3供电端子PT13对置,且配置为在密封件SE的外侧的区域中对置。第1导电性部件CP11配置于第1供电端子PT11与第3供电端子PT13之间,且将两者电连接。第1导电性部件CP11能够由导电性的膏状材料形成,例如使用银膏、碳膏。另外,图3中虽未示出,但第2供电端子PT12与第4供电端子PT14也相同地通过导电性部件电连接。

[0064] 第1基板S11以及第2基板S12是具有透光性的基板,例如,是玻璃基板、树脂基板。第1电极E11以及第2电极E12是通过氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)等透明导电材料形成的透明电极。供电线(第1供电线PE11、第2供电线PE12、第3供电线PE13、第4供电线PE14、第5供电线PE15、第6供电线PE16)、连接端子(第1连接端子T11、第2连接端子T12、第3连接端子T13、第4连接端子T14)以及供电端子(第1供电端子PT11、第2供电端子PT12、第3供电端子PT13、第4供电端子PT14)由铝、钛、钼、钨等金属材料形成。另外,供电线(第1供电线PE11、第2供电线PE12、第3供电线PE13、第4供电线PE14、第5供电线PE15、第6供电线PE16)也可以由与第1电极E11以及第2电极E12相同的透明导电膜形成。当然,也能够采用通过金属材料形成第1电极E11与第2电极E12的任一者或者两者的结构。

[0065] 图4A示出第1液晶单元10的局部的立体图。图4A示出第1带状电极E11A以及第2带

状电极E11B、第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B、以及第1液晶层LC1的配置。图4B以及图4C示出第1液晶单元10的截面示意图。图4B以及图4C分别示出从图中所示的A侧以及B侧观察图4A所示的第1液晶单元10时的截面示意图。另外,图4B以及图4C示出第1取向膜AL11的取向处理方向与第2取向膜AL12的取向处理方向不同。

[0066] 如图4A所示,第1带状电极E11A与第2带状电极E11B以中心间距离W配置,第3带状电极E12A与第4带状电极E12B相同地以中心间距离W配置。如图4A所示,若将第1带状电极E11A的宽度设为“a”,将从第1带状电极E11A的端部至第2带状电极E11B的端部为止的间隔设为“b”,则该中心间距离W具有W＝a+b的关系。

[0067] 如图4B以及图4C所示,第1基板S11与第2基板S12以间隔D对置配置。间隔D为基板间距离,但实质上相当于第1液晶层LC1的厚度。实际上,在第1基板S11设置有第1带状电极E11A以及第1取向膜AL11,在第2基板S12设置有第3带状电极E12A以及第2取向膜AL12等,但这些电极以及取向膜的厚度与间隔D的大小相比,足够小,因此,第1液晶层LC1的厚度与间隔D实质相同。

[0068] 优选相当于第1液晶层LC1的厚度的间隔D与带状电极的中心间距离W相同或具有其以上的大小(D≥W)。优选间隔D具有中心间距离W的1倍以上的长度。例如,优选相当于第1液晶层LC1的厚度的间隔D具有带状电极的中心间距离W的2倍以上的大小。例如,在第1带状电极E11A的宽度为5μm、第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B的宽度a为5μm、从第1带状电极E11A的端部至第2带状电极E11B的端部为止的间隔b为5μm的情况下,带状电极的中心间距离W为10μm。相对于此,优选相当于第1液晶层LC1的厚度的间隔D具有10μm以上的大小。

[0069] 带状电极的中心间距离W与相当于第1液晶层LC1的厚度的间隔D具有这样的关系,从而抑制第1带状电极E11A与第2带状电极E11B之间所产生的电场和第3带状电极E12A与第4带状电极E12B之间所产生的电场的相互干涉。

[0070] 公知有液晶根据取向状态而折射率变化。如图1所示,在第1液晶层LC1没有作用电场的截止(OFF)状态下,液晶分子的长轴方向在基板的表面上水平地取向,并且在从第1基板S11侧至第2基板S12侧扭转了90度的状态下取向。此时第1液晶层LC1具有均匀的折射率分布。在光向第1液晶单元10入射的情况下,入射光的偏振成分通过液晶分子LCM的扭转而使其朝向转变。以下,将这样的液晶层的作用称为旋光。在这种情况下,入射光在旋光的同时不折射(或散射)地透过第1液晶层LC1。

[0071] 另一方面,如图4C所示,若成为在第1带状电极E11A与第2带状电极E11B之间产生电场的导通(ON)状态,则液晶分子LCM的长轴以沿着电场的方式取向(液晶具有正的介电各向异性的情况)。作为其结果,如图4C所示,在第1液晶层LC1中,形成有液晶分子LCM在第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B的上方立起的区域、在第1带状电极E11A与第2带状电极E11B之间沿着电场的分布倾斜地取向的区域、以及在远离第1基板S11的区域维持初始取向状态的区域。

[0072] 同样地,如图4B所示,若成为在第3带状电极E12A与第4带状电极E12B之间产生电场的导通(ON)状态,则在第1液晶层LC1中,形成有液晶分子LCM在第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B的上方立起的区域、在第3带状电极E12A与第4带状电极E12B之间沿着电场的分布倾斜地取向的区域、以及在远离第2基板S12的区域维持初始取向状态的区域。

[0073] 如图4B以及图4C所示,若在第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B之间、以及第3

带状电极E12A以及第4带状电极E12B之间产生电场,则形成有液晶分子LCM的液晶分子的长轴沿着电场产生的方向以凸圆弧状取向的区域。即,如图4A以及图4B所示,在液晶分子LCM的初始取向的方向与第1带状电极E11A和第2带状电极E11B之间所产生的横向电场的方向相同的情况下,液晶分子LCM根据电场的强度分布而在第1基板S11的表面的法线方向上倾斜(以斜度)取向。

[0074] 此时,如图4B以及图4C所示,相当于第1液晶层LC1的厚度的间隔D足够大,因此,第1基板S11侧的电场对第2基板S12侧的液晶分子的取向带来的影响很小。反之亦然。

[0075] 通过带状电极形成横向电场,由此在第1液晶层LC1形成有凸圆弧状的介电常数分布。入射至第1液晶层LC1的光中的与液晶分子LCM的初始取向的方向平行的偏振成分根据该介电常数分布以放射状扩散。如图4B以及图4C所示,液晶分子LCM由于在第1基板S11侧和第2基板S12侧取向方向交叉(正交),所以在第1基板S11侧和第2基板S12侧分别使光向不同的方向扩散。

[0076] 这样,在光通过第1液晶单元10的情况下,根据第1液晶层LC1中的电场的形成状况,一部分偏振成分扩散且透过,剩余的偏振成分保持原样透过第1液晶LC1。

[0077] 图5A示出第1电极E11的带状电极沿X轴方向延伸且第2电极E12的带状电极沿Y轴方向延伸的第1液晶单元10。处于如下状态:对第1电极E11施加电压,以在第1带状电极E11A与第2带状电极E11B之间产生横向电场(Y轴方向),对第2电极E12施加电压,以在第3带状电极E12A与第4带状电极E12B之间产生横向电场(X轴方向)。

[0078] 图5A示出在这样的偏压状态下,在第1液晶单元10中,包含与X轴方向平行的第1偏振成分PL1以及与Y轴方向平行的第2偏振成分PL2的光从第1基板S11入射,并从第2基板S12射出的状态。此处,设为第1偏振成分PL1相当于S波,第2偏振成分PL2相当于P波。

[0079] 在第1液晶单元10中,第1基板S11侧的液晶分子LCM的长轴朝向Y轴方向,第2基板S12侧的液晶分子LCM的长轴方向朝向X轴方向。从第1基板S11侧入射的光中的第1偏振成分PL1的光由于偏振方向与液晶分子LCM的长轴方向交叉所以保持原样透过,第2偏振成分PL2的光由于偏振方向与液晶分子LCM的长轴方向平行,所以受到根据液晶分子LCM的取向形成的圆弧状的折射率分布的影响而在Y轴方向上扩散。第1偏振成分PL1的光通过在第1液晶层LC1从第1基板S11侧向第2基板S12侧进入而分别以90度旋光,此时的偏振方向成为与第2基板S12侧的液晶分子的长轴的取向方向正交的方向,因此,保持原样透过并从第2基板S12射出。另一方面,第2偏振成分PL2通过在第1液晶层LC1从第1基板S11侧向第2基板S12侧进入而分别以90度旋光,此时的偏振方向成为与第2基板S12侧的液晶分子的长轴的取向方向平行的方向,因此,在X轴方向上扩散并从第2基板S12射出。

[0080] 这样,若光入射至图5A所示的第1液晶单元10,则第1偏振成分PL1(S波)没有扩散,第2偏振成分PL2(P波)在X轴方向以及Y轴方向上扩散。

[0081] 图5B示出S波(射出光P波)的分布。第1偏振成分PL1(S波)如上述那样在原理上应该不扩散,但图5B的分布确认出第1偏振成分PL1(S波)少且在Y轴方向上扩散的状态。该原因表明,在第1基板S11侧沿Y轴方向扩散的第2偏振成分PL2(P波)残留第1液晶层LC1中没有完全被旋光的成分。

[0082] 这样,若液晶单元中没有被旋光的偏振成分残留,则可知对射出光的分布给予影响。以下所示的实施方式所例示的液晶光控制元件102具有如下结构:通过将多个液晶单元

重叠配置,能够精密地控制射出光的分布。

[0083] [第1实施方式]

[0084] 本实施方式示出液晶光控制元件由4个液晶单元构成的例子。各液晶单元设置有一对基板间的液晶层,在至少一个基板设置有图1所示那样的带状电极。

[0085] 1-1.第1结构

[0086] 图6示出第1结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中的电极配置和入射至液晶光控制元件102的光透过各液晶单元时的状态。第1结构所涉及的液晶光控制元件102从光的入射侧至射出侧,重叠有第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40。图6为了说明,示出X轴、Y轴以及Z轴。在以下的说明中,X轴方向表示沿着X轴的方向,Y轴方向表示沿着Y轴的方向,Z轴方向是指沿着Z轴的方向。

[0087] 第1结构所涉及的液晶光控制元件102沿Z轴方向重叠配置有第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40。实际的液晶光控制元件102配置为各液晶单元密接,但图6为了说明,示出各液晶单元展开的状态。

[0088] 第1液晶单元10具有如下构造:在第1基板S11设置有第1电极(第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B),在第2基板S12设置有第2电极E12(面状(也称为平板状或满面状。)电极),在第1基板S11与第2基板S12之间设置有第1液晶层LC1。第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B设置为延伸方向沿Y轴方向延伸。另外,图6中省略取向膜,但通过箭头示出取向膜的取向方向。即,第1基板S11侧的第1取向膜AL11(未图示)的取向方向朝向X轴方向,第2基板S12侧的第2取向膜AL12(未图示)的取向方向朝向Y轴方向。第1取向膜AL11的取向方向与第2取向膜AL12的取向方向的交叉角优选为90±10度,更优选为90度(正交)。

[0089] 第2液晶单元20包括第1基板S21以及第2基板S22、第1电极E21(第1带状电极E21A以及第2带状电极E21B)以及第2电极E22(面状(也称为平板状或满面状。)电极)、以及第1基板S21与第2基板S22之间的第2液晶层LC2。第2液晶单元20具有与第1液晶单元10相同的结构。即,第2液晶单元20配置为,第1带状电极E21A以及第2带状电极E21B的延伸方向沿Y轴方向延伸。

[0090] 第3液晶单元30包括第1基板S31以及第2基板S32、第1电极E31(第1带状电极E31A以及第2带状电极E31B)以及第2电极E32(面状(也称为平板状或满面状。)电极)、以及第1基板S31与第2基板S32之间的第3液晶层LC3。第3液晶单元30具有与第1液晶单元10相同的结构,但配置为第1带状电极E31A以及第2带状电极E31B的延伸方向沿X轴方向延伸。伴随于此,取向膜的取向方向在第1基板S31侧朝向Y轴方向,在第2基板S32侧朝向X轴方向。

[0091] 第4液晶单元40包括第1基板S41以及第2基板S42、第1电极E41(第1带状电极E41A以及第2带状电极E41B)以及第2电极E42(面状(也称为平板状或满面状。)电极)、以及第1基板S41与第2基板S42之间的第4液晶层LC4。第4液晶单元40具有与第3液晶单元30相同的结构。即,第4液晶单元40配置为,第1带状电极E41A以及第2带状电极E41B的延伸方向沿X轴方向延伸。此外,取向膜的取向方向在第1基板S41侧朝向Y轴方向,在第2基板S42侧朝向X轴方向。

[0092] 如上述那样,对于第1结构所涉及的液晶光控制元件102而言,第1液晶单元10以及第2液晶单元20的液晶的取向方向相同,第1电极E11、E21中的带状电极(E11A、E11B、E21A、E21B)的延伸方向朝向相同的方向。此外,第3液晶单元30以及第4液晶单元40的液晶的取向

方向相同,第1电极E31、E41中的带状电极(E31A、E31B、E41A、E41B)的延伸方向朝向相同的方向。而且,第1液晶单元10以及第2液晶单元20中的第1电极E11、E21的带状电极(E11A、E11B、E21A、E21B)的延伸方向与第3液晶单元30以及第4液晶单元40中的第1电极E31、E41的带状电极(E31A、E31B、E41A、E41B)的延伸方向以90的角度交叉。

[0093] 图6示出第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40中的电极的配置、基于取向膜的取向方向(箭头)、液晶分子的初始取向。液晶层由正型的液晶形成,在各液晶单元没有输入有控制信号的初始状态下液晶的长轴方向在与带状电极交叉的方向(与正交的方向)上取向。即,配置为第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40的第1基板S11、S21、S31、S41侧的取向膜(第1取向膜)的取向方向与具有带状图案的第1电极E11、E21、E31、E41的延伸方向交叉,配置为第2基板S12、S22、S32、S42侧的取向膜(第2取向膜)的取向方向与第1基板S11、S21、S31、S41侧的取向膜(第1取向膜)的取向方向交叉。

[0094] 根据图6所示的配置,第1液晶单元10以及第2液晶单元20的第1基板S11、S21侧的取向膜(未图示)的取向方向朝向与X轴方向平行的方向,第2基板S12、S22侧的取向膜(未图示)的取向方向朝向与Y轴方向平行的方向。第1液晶单元10以及第2液晶单元20的第1电极E11、E21的带状图案的延伸方向朝向与Y轴方向平行的方向,第2电极E12、E22成为至少在有效区域(是指入射光透过的区域,以下也相同。)扩展的面状(也称为平板状或满面状。)的电极。此外,第3液晶单元30以及第4液晶单元40的第1基板S31、S41侧的取向膜(未图示)的取向方向朝向与Y轴方向平行的方向,第2基板S32、S42侧的取向膜(未图示)的取向方向朝向与X轴方向平行的方向。第3液晶单元30以及第4液晶单元40的第1电极E31、E41的带状图案的延伸方向朝向与X轴方向平行的方向,第2电极E32、E42成为至少在有效区域扩展的面状(也称为平板状或满面状。)的电极。取向膜的取向方向根据X轴方向以及Y轴方向的定义,在各液晶单元的第1基板侧和第2基板侧以90度的角度交叉,但交叉的角度能够在90±10度的范围内设定。

[0095] 在以下的说明中,将与第1偏振成分PL1的偏振方向相同的方向设为X轴方向,将与第2偏振成分PL2的偏振方向相同的方向设为Y轴方向。例如,第1偏振成分PL1为S波,第2偏振成分PL2为P波。此外,图6的表中所示的“扩散(X)”表示偏振成分在X轴方向上扩散,“扩散(Y)”表示偏振成分在Y轴方向上扩散。

[0096] 图6通过剖面线表示被施加控制信号且形成横向电场的电极。此外,图6中插入表,通过透过、旋光、扩散这样的术语表示包含第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2的光通过各液晶单元的第1电极、液晶层、第2电极时的各自的偏振成分的状态。此处“透过”表示偏振成分没有被扩散、旋光等而保持原样通过。“扩散”表示该偏振成分受到液晶分子的折射率分布的影响而扩散且透过。因此,图表中,例如在第1电极处“透过”表示在液晶层的第1电极附近产生上述“透过”的现象。此外,在以下的说明中,在液晶层中“旋光”表示偏振成分在液晶层中从第1基板侧朝向第2基板侧的过程中使偏振方向转变90度。

[0097] 第1结构所涉及的液晶光控制元件102从光入射侧至射出侧依次配置有第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40。入射至液晶光控制元件102的光包含第1偏振成分PL1以及与第1偏振成分PL1正交的第2偏振成分PL2。

[0098] 如图6所示,第1液晶单元10的第1电极E11与第2液晶单元20的第1电极E21配置为

带状电极的延伸方向为相同的方向,能够在第1液晶单元10中使第1偏振成分PL1在X轴方向上扩散,在第2液晶单元20中使第2偏振成分PL2在X轴方向上扩散。此外,第3液晶单元30的第2电极E32与第4液晶单元40的第2电极E42配置为延伸方向为相同的方向,能够在第3液晶单元30中使第2偏振成分PL2在Y轴方向上扩散,能够在第4液晶单元40中使第1偏振成分PL1在Y轴方向上扩散。

[0099] 为了控制入射至液晶光控制元件102的光的偏振状态以及扩散状态,在各液晶单元输入有控制信号。图7示出施加于各液晶单元的电极的控制信号的波形的一个例子。在各液晶单元输入有图7所示的控制信号A、控制信号B、控制信号E的任一个信号。在控制信号A、B中,VL1是指低电平的电压,VH1是指高电平的电压。例如,VL1为0V或-15V的电压,VH1为(相对于0V)30V或(相对于-15V)15V。控制信号A与控制信号B同步,在控制信号A处于VL1的电平时控制信号B处于VH1的电平,若控制信号A变化为VH1的电平则控制信号B变化为VL1的电平。控制信号A、B的周期为15～100Hz左右。另一方面,控制信号E为恒定电压的信号,例如,控制信号E为VL1与VH1的中间电压,在VL1＝-15V、VH1＝+15V的情况下VE＝0V。

[0100] 光从未图示的光源入射至液晶光控制元件102。优选从光源照射的光为准直光。液晶光控制元件102通过施加于各液晶单元的控制信号的选择,能够控制从未图示的光源部发射的光的配光图案的分布(强度分布)。具体而言,能够控制照明光的极角方向的分布。

[0101] 表1示出对图6所示的液晶光控制元件102的各液晶单元施加的控制信号。另外,表1所示的控制信号A、B、E与图7所示的控制信号对应。

[0102] [表1]

[0103]

液晶光控制元件：１０２				控制信号
第1液晶单元 １０	第1基板 Ｓ１１	第1电极 Ｅ１１	第1带状电极：Ｅ１１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ１１Ｂ	B
	第2基板 Ｓ１２	第2电极 Ｅ１２		E
第2液晶单元 ２０	第1基板 Ｓ２１	第1电极 Ｅ２１	第1带状电极：Ｅ２１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ２１Ｂ	B
	第2基板 Ｓ２２	第2电极 Ｅ２２		E
第3液晶单元 ３０	第1基板 Ｓ３１	第1电极 Ｅ３１	第1带状电极：Ｅ３１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ３１Ｂ	B
	第2基板 Ｓ３２	第2电极 Ｅ３２		E
第4液晶单元 ４０	第1基板 Ｓ４１	第1电极 Ｅ４１	第1带状电极：Ｅ４１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ４１Ｂ	B
	第2基板 Ｓ４２	第2电极 Ｅ４２		E

[0104] 如表1所示,在液晶光控制元件102的各液晶单元输入控制信号。在第1液晶单元10的第1带状电极E11A输入控制信号A,在第2带状电极E11B输入控制信号B,在第2电极E12输入控制信号E,仅在第1电极E11侧产生横向电场。如表1所示,针对第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40也相同。即,对于图6所示的液晶光控制元件102而言,在各液晶单元的第1电极施加控制信号A、B,在第2电极施加控制信号E,仅在第1基板侧产生横向电场。

[0105] 在液晶光控制元件102动作时,在各液晶单元的各带状电极输入有表1所示的控制

信号。若相对于第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40输入表1所示的控制信号,则各液晶单元如图4C所示第1基板侧的液晶分子受到横向电场的影响而取向状态变化。

[0106] 接下来,通过各液晶单元给予入射光的作用对液晶光控制元件102的动作进行说明。此处,设为入射光包含第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2这两个偏振成分。第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2是直线偏振的偏振成分,具有s偏振以及p偏振的任一个偏振状态。这些偏振状态通过在液晶层内旋光,能够从s偏振向p偏振转变,或从p偏振向s偏振转变。另外,在向液晶光控制元件102入射的紧前的状态下,设为第1偏振成分PL1为s偏振,第2偏振成分PL2为p偏振。

[0107] 图6中,着眼于第1偏振成分PL1。第1偏振成分PL1在s偏振的状态下入射至第1液晶单元10。第1偏振成分PL1(s偏振)的偏振方向是沿着X轴方向的方向,是与第1液晶层LC1的第1基板S11侧的液晶分子的长轴的取向方向平行的方向。在第1基板S11侧,液晶分子受到由第1电极E11产生的横向电场的影响而取向,在第1液晶层LC1形成有圆弧状的折射率分布。从第1基板S11入射至第1液晶层LC1的第1偏振成分PL1(s偏振)受到第1液晶层LC1的圆弧状的折射率分布的影响而在X轴方向上扩散。第1偏振成分PL1(s偏振)在第1液晶层LC1中从第1基板S11侧朝向第2基板S12侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第1偏振成分PL1从s偏振向p偏振转变。第2电极E12是面状(也称为平板状或满面状。)的电极且整个面成为恒定电位,因此,在第1液晶层LC1的第2基板S12侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第1偏振成分PL1(p偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S12射出。这样,第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射,在X轴方向上扩散,以90度旋光并以p偏振的状态从第1液晶单元10射出。

[0108] 通过了第1液晶单元10的第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第2液晶单元20入射。第1偏振成分PL1(p偏振)的偏振方向是沿着Y轴方向的方向,且是与第2液晶层LC2的第1基板S21侧的液晶分子的长轴的取向方向交叉的方向。在第1基板S21侧,液晶分子受到由第1电极E21产生的横向电场的影响而取向,在第2液晶层LC2形成有圆弧状的折射率分布,但第1偏振成分PL1(p偏振)没有扩散而保持原样朝向第2基板S22。第1偏振成分PL1(p偏振)在第2液晶层LC2中从第1基板S21侧朝向第2基板S22侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第1偏振成分PL1从p偏振向s偏振转变。第2电极E22为面状(也称为平板状或满面状。)的电极,且整个面成为恒定电位,因此,在第2液晶层LC2的第2基板S22侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第1偏振成分PL1(s偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S22射出。这样,第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第2液晶单元20入射,没有扩散,以90度旋光而以s偏振的状态从第2液晶单元20射出。

[0109] 通过了第2液晶单元20的第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第3液晶单元30入射。在第3液晶单元30中,第1电极E31的带状电极(E31A、E31B)的延伸方向朝向与第1液晶单元10以及第2液晶单元20的第1电极E11、E21的带状电极(E11A、E11B、E21A、E21B)的延伸方向正交的方向。第1偏振成分PL1(s偏振)的偏振方向是沿着X轴方向的方向,且成为与第3液晶层LC3的第1基板S31侧的液晶分子的长轴的取向方向交叉的方向。在第1基板S31侧,液晶分子受到由第1电极E31产生的横向电场的影响而取向,在第3液晶层LC3形成有圆弧状的折射率分布,但第1偏振成分PL1(s偏振)没有扩散而保持原样朝向第2基板S32。第1偏振成分PL1

(s偏振)在第3液晶层LC3中从第1基板S31侧朝向第2基板S32侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第1偏振成分PL1从s偏振向p偏振转变。第2电极E32是面状(也称为平板状或满面状。)的电极且整个面成为恒定电位,因此,在第3液晶层LC3的第2基板S32侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第1偏振成分PL1(p偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S32射出。这样,第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第3液晶单元30入射,没有扩散,以90度旋光而以p偏振的状态从第3液晶单元30射出。

[0110] 通过了第3液晶单元30的第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第4液晶单元40入射。第4液晶单元40的第1电极E41朝向与第3液晶单元30的第1电极E31相同的方向。因此,第4液晶单元40的第1基板S41侧的液晶分子的长轴的取向方向也与第3液晶单元30相同。第1偏振成分PL1(p偏振)的偏振方向是沿着Y轴方向的方向,且是与第4液晶层LC4的第1基板S41侧的液晶分子的长轴的取向方向平行的方向。在第1基板S41侧,液晶分子受到由第1电极E41产生的横向电场的影响而取向,在第4液晶层LC4形成有圆弧状的折射率分布。从第1基板S41入射至第4液晶层LC4的第1偏振成分PL1(p偏振)受到第4液晶层LC4的圆弧状的折射率分布的影响而在Y轴方向上扩散。第1偏振成分PL1(p偏振)在第4液晶层LC4中从第1基板S41侧朝向第2基板S42侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第1偏振成分PL1从p偏振向s偏振转变。第2电极E42为面状(也称为平板状或满面状。)的电极,且整个面成为恒定电位,因此,在第4液晶层LC4的第2基板S42侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第1偏振成分PL1(s偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S42射出。这样,第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第4液晶单元40入射,在Y轴方向上扩散,以90度旋光而以s偏振的状态从第4液晶单元40射出。

[0111] 这样,入射至液晶光控制元件102的第1偏振成分PL1在入射至第1液晶单元10而从第4液晶单元40射出为止期间,在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,以s偏振的状态入射并以90度的角度4次旋光,由此以s偏振的状态射出。

[0112] 接下来,着眼于第2偏振成分PL2。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。第2偏振成分PL2(p偏振)的偏振方向是沿着Y轴方向的方向,且是与第1液晶层LC1的第1基板S11侧的液晶分子的长轴的取向方向交叉的方向。在第1基板S11侧,在第1液晶层LC1形成有圆弧状的折射率分布,但第2偏振成分PL2(p偏振)没有扩散,而保持原样朝向第2基板S12。第1偏振成分PL1(p偏振)在第1液晶层LC1中从第1基板S11侧朝向第2基板S12侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第1偏振成分PL1从p偏振向s偏振转变。在第2基板S12侧,面状(也称为平板状或满面状。)的第2电极E12成为恒定电位,因此,在第1液晶层LC1没有形成有圆弧状的折射率分布,第2偏振成分PL2(s偏振)没有扩散而从第2基板S12射出。这样,第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射,没有扩散,以90度旋光而以s偏振的状态从第1液晶单元10射出。

[0113] 通过了第1液晶单元10的第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第2液晶单元20入射。第2偏振成分PL2(s偏振)的偏振方向是沿着X轴方向的方向,且是与第2液晶层LC2的第1基板S21侧的液晶分子的长轴的取向方向平行的方向。在第1基板S21侧,在第2液晶层LC2形成有圆弧状的折射率分布。从第1基板S21入射至第2液晶层LC2的第2偏振成分PL2(s偏振)受到第2液晶层LC2的圆弧状的折射率分布的影响而在X轴方向上扩散。第2偏振成分PL2(s偏振)在第2液晶层LC2中从第1基板S21侧朝向第2基板S22侧的过程中根据液晶分子的扭转取

向而以90度旋光。由此,第2偏振成分PL2从s偏振向p偏振转变。第2电极E22为面状(也称为平板状或满面状。)的电极且整个面成为恒定电位,因此,在第2液晶层LC2的第2基板S22侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第2偏振成分PL2(p偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S22射出。这样,第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第2液晶单元20入射,在X轴方向上扩散,以90度旋光而以p偏振的状态从第2液晶单元20射出。

[0114] 通过了第2液晶单元20的第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第3液晶单元30入射。第2偏振成分PL2(p偏振)的偏振方向是沿着Y轴方向的方向,且是与第3液晶层LC3的第1基板S31侧的液晶分子的长轴的取向方向平行的方向。在第1基板S31侧,在第3液晶层LC3形成有圆弧状的折射率分布。从第1基板S31入射至第3液晶层LC3的第2偏振成分PL2(p偏振)受到第3液晶层LC3的圆弧状的折射率分布的影响而在Y轴方向上扩散。第2偏振成分PL2(p偏振)在第3液晶层LC3中从第1基板S31侧朝向第2基板S32侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第2偏振成分PL2从p偏振向s偏振转变。第2电极E32是面状(也称为平板状或满面状。)的电极且整个面成为恒定电位,因此,在第3液晶层LC3的第2基板S32侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第2偏振成分PL2(s偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S32射出。这样,第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第3液晶单元30入射,在Y轴方向上扩散,以90度旋光而以s偏振的状态从第3液晶单元30射出。

[0115] 通过了第3液晶单元30的第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第4液晶单元40入射。第2偏振成分PL2(s偏振)的偏振方向是沿着X轴方向的方向,且是与第3液晶层LC3的第1基板S31侧的液晶分子的长轴的取向方向交叉的方向。在第1基板S41侧,在第4液晶层LC4形成有圆弧状的折射率分布,但第2偏振成分PL2(s偏振)没有扩散而保持原样朝向第2基板S42。第2偏振成分PL2(s偏振)在第4液晶层LC4中从第1基板S41侧朝向第2基板S42侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第2偏振成分PL2从s偏振向p偏振转变。第2电极E42为面状(也称为平板状或满面状。)的电极且整个面成为恒定电位,因此,在第4液晶层LC4的第2基板S42侧的液晶分子没有形成有圆弧状的折射率分布。因此,第2偏振成分PL2(p偏振)没有扩散,而保持原样从第2基板S42射出。这样,第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第4液晶单元40入射,没有扩散,以90度旋光而以p偏振的状态从第4液晶单元40射出。

[0116] 入射至液晶光控制元件102的第2偏振成分PL2在入射至第1液晶单元10并从第4液晶单元40射出为止期间,在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,以p偏振的状态入射并以90度的角度4次旋光,由此以p偏振的状态射出。

[0117] 在第1结构中,第1偏振成分PL1在第1液晶单元10中旋光前在X轴方向上扩散,在第4液晶单元40中旋光前在Y轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第2液晶单元20中旋光前在X轴方向上扩散,在第3液晶单元30中旋光前在Y轴方向上扩散。此处,若将各液晶单元中偏振成分在旋光前扩散称为先扩散,将在旋光后扩散称为后扩散,则在该第1结构中,第1偏振成分PL1的在X轴方向上的先扩散成为1次,在Y轴方向上的先扩散成为1次,第2偏振成分PL2的在X轴方向上的先扩散成为1次,在Y轴方向上的先扩散成为1次。此外,针对任一个偏振成分都没有产生后扩散。

[0118] 1-1-1.第1结构的变形例(1)

[0119] 图6示出在各液晶单元设置有面状(也称为平板状或满面状。)的第2电极(E12、E22、E32、E42)的结构,但第1结构所涉及的液晶光控制元件102不限定于这样的结构。例如,

如图8所示,也可以具有如下结构:在第1～第4液晶单元的第2基板(S12、S22、S32、S42)中省略第2电极,仅设置有取向膜(未图示)。第2基板侧的取向膜的取向方向设置为,在各液晶单元中与第1基板侧的取向膜的取向方向正交(90度±10度)。通过省略了各液晶单元的第2电极的结构,也能够使第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2与图6所示的液晶光控制元件102相同地扩散。

[0120] 1-1-2.第1结构的变形例(2)

[0121] 图9示出如下结构:第1～第4液晶单元的第2电极(E12、E22、E32、E42)取代面状(也称为平板状或满面状。)的电极而设置有带状电极(第3带状电极E12A、E22A、E32A、E42A以及第4带状电极E12B、E22B、E32B、E42B)。在这种情况下,通过对第3带状电极E12A、E22A、E32A、E42A以及第4带状电极E12B、E22B、E32B、E42B施加例如图7所示的控制信号E那样的恒定电压,能够不产生横向电场,能够得到与图6所示的液晶光控制元件102相同的配光特性。

[0122] 1-2.第2结构

[0123] 在第2结构中,液晶光控制元件使偏振成分没有在第1液晶单元10以及第4液晶单元40的第1电极E11、E41侧(光入射侧)扩散,而在第2电极E12、E42侧(光射出侧)扩散,在第2液晶单元20以及第3液晶单元30的第1电极E21、E31侧(光入射侧)扩散,没有在第2电极E22、E32侧(光射出侧)扩散。

[0124] 图10示出第2结构所涉及的液晶光控制元件102。第2结构所涉及的液晶光控制元件102具有第1～第4液晶单元。在第1液晶单元10中,在第1基板S11设置有第1电极E11(第1带状电极E11A、第2带状电极E11B),在第2基板S12设置有第2电极E12(第3带状电极E12A、第4带状电极E12B),在第2液晶单元20中,在第1基板S21设置有第1电极E21(第1带状电极E21A、第2带状电极E21B),在第2基板S22设置有第2电极E22(第3带状电极E22A、第4带状电极E22B),在第3液晶单元30中,在第1基板S31设置有第1电极E31(第1带状电极E31A、第2带状电极E31B),在第2基板S32设置有第2电极E32(第3带状电极E32A、第4带状电极E32B),在第4液晶单元40中,在第1基板S41设置有第1电极E41(第1带状电极E41A、第2带状电极E41B),在第2基板S42设置有第2电极E42(第3带状电极E42A、第4带状电极E42B)。

[0125] 表2示出对图10所示的液晶光控制元件102的各液晶单元施加的控制信号。图10中,通过剖面线表示被施加控制信号且产生横向电场的带状电极,通过空白部分表示没有被施加控制信号且不产生横向电场的带状电极。另外,表3所示的控制信号A、B与图7所示的控制信号对应。

[0126] [表2]

[0127]

液晶光控制元件：１０２				控制信号
第1液晶单元１０	第1基板Ｓ１１	第1电极Ｅ１１	第1带状电极：Ｅ１１Ａ	E
			第2带状电极：Ｅ１１Ｂ	E
	第2基板Ｓ１２	第2电极Ｅ１２	第3带状电极：Ｅ１２Ａ	A
			第4带状电极：Ｅ１２Ｂ	B
第2液晶单元２０	第1基板Ｓ２１	第1电极Ｅ２１	第1带状电极：Ｅ２１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ２１Ｂ	B
	第2基板Ｓ２２	第2电极Ｅ２２	第3带状电极：Ｅ２２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ２２Ｂ	E
第3液晶单元３０	第1基板Ｓ３１	第1电极Ｅ３１	第1带状电极：Ｅ３１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ３１Ｂ	B
	第2基板Ｓ３２	第2电极Ｅ３２	第3带状电极：Ｅ３２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ３２Ｂ	E
第4液晶单元４０	第1基板Ｓ４１	第1电极Ｅ４１	第1带状电极：Ｅ４１Ａ	E
			第2带状电极：Ｅ４１Ｂ	E
	第2基板Ｓ４２	第2电极Ｅ４２	第3带状电极：Ｅ４２Ａ	A
			第4带状电极：Ｅ４２Ｂ	B

[0128] 如表2所示,对第1液晶单元10的第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B输入控制信号E,对第3带状电极E12A输入控制信号A,对第4带状电极E12B输入控制信号B。针对第4液晶单元40也相同。在第2液晶单元20中,对第1带状电极E21A施加控制信号A,对第2带状电极E21B输入控制信号B,对第3带状电极E22A以及第4带状电极E22B输入控制信号E。针对第3液晶单元30也相同。即,图10所示的液晶光控制元件102被输入控制信号,以使得在第1液晶单元10以及第4液晶单元40中在第1基板侧不产生横向电场,在第2基板侧产生横向电场,在第2液晶单元20以及第3液晶单元30中在第1基板侧产生横向电场,在第2基板侧不产生横向电场。

[0129] 接下来,通过各液晶单元给予入射光的作用对第2结构所涉及的液晶光控制元件102的动作进行说明。

[0130] 在图10中,着眼于第1偏振成分PL1。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。第1液晶单元10的第1电极E11不产生横向电场。因此,第1偏振成分PL1没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中从第1基板S11侧朝向第2基板S12侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光而转变为p偏振。在第2电极E12中,对第3带状电极E12A施加控制信号A,对第4带状电极E12B施加控制信号B,因此,产生横向电场。因此,在第1液晶层LC1的第2基板S12侧形成有圆弧状的折射率分布。第1偏振成分PL1(p偏振)由于偏振方向处于与液晶分子的长轴平行的方向,所以由于圆弧状的折射率分布的影响而在Y轴方向上扩散而从第2基板S12射出。这样,第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射,以90度旋光而成为p偏振的状态,在Y轴方向上扩散而从第1液晶单元10射出。

[0131] 通过了第1液晶单元10的第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第2液晶单元20入射。与第1实施方式相同,入射至第2液晶单元20的第1偏振成分(p偏振)没有扩散,以90度旋光而以s偏振的状态从第2液晶单元20射出。

[0132] 通过了第2液晶单元20的第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第3液晶单元30入射。与第1实施方式相同,入射至第3液晶单元30的第1偏振成分(s偏振)没有扩散,以90度旋光而以p偏振的状态从第3液晶单元30射出。

[0133] 通过了第3液晶单元30的第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第4液晶单元40入射。

第4液晶单元40的第1电极E41不产生横向电场。因此,第1偏振成分PL1没有通过第1电极E41扩散,在第4液晶层LC4中从第1基板S41侧朝向第2基板S42侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋而转变为s偏振。在第2电极E42中,对第3带状电极E42A施加控制信号A,对第4带状电极E42B施加控制信号B,因此,产生横向电场。因此,在第4液晶层LC4的第2基板S42侧形成有圆弧状的折射率分布。第1偏振成分PL1(s偏振)由于偏振方向处于与液晶分子的长轴平行的方向,所以由于圆弧状的折射率分布的影响而在X轴方向上扩散而从第2基板S42射出。这样,第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第4液晶单元40入射,以90度旋光而成为s偏振的状态,在X轴方向上扩散而从第4液晶单元40射出。

[0134] 入射至第2结构所涉及的液晶光控制元件102的第1偏振成分PL1在入射至第1液晶单元10而从第4液晶单元40射出为止期间,在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,以s偏振的状态入射而以90度的角度4次旋光,由此以s偏振的状态射出。

[0135] 接下来,着眼于第2偏振成分PL2。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。第1液晶单元10的第1电极E11不产生横向电场。因此,第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中从第1基板S11侧朝向第2基板S12侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光而转变为s偏振。第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第2电极E12扩散而以s偏振的状态从第1液晶单元10射出。

[0136] 通过了第1液晶单元10的第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第2液晶单元20入射。在第2液晶单元20中,与第1结构相同,第2偏振成分PL2(s偏振)在第1基板S21侧在X轴方向上扩散。第2偏振成分PL2(s偏振)在第2液晶层LC2中从第1基板S21侧朝向第2基板S22侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第2偏振成分PL2从s偏振向p偏振转变。第2液晶单元20的第2电极E22不产生横向电场。因此,第2偏振成分PL2没有通过第2电极E22扩散,以p偏振的状态从第2液晶单元20射出。

[0137] 通过了第2液晶单元20的第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第3液晶单元30入射。在第3液晶单元30中,与第1结构相同,第2偏振成分PL2(p偏振)在第1基板S31侧在Y轴方向上扩散。第2偏振成分PL2(p偏振)在第3液晶层LC3中从第1基板S31侧朝向第2基板S32侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光。由此,第2偏振成分PL2从p偏振向s偏振转变。第3液晶单元30的第2电极E32不产生横向电场。因此,第2偏振成分PL2没有通过第2电极E32扩散,以s偏振的状态从第3液晶单元30射出。

[0138] 通过了第3液晶单元30的第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第4液晶单元40入射。第4液晶单元40的第1电极E41不产生横向电场。因此,第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中从第1基板S11侧朝向第2基板S12侧的过程中根据液晶分子的扭转取向而以90度旋光而转变为p偏振。而且,第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第2基板S42扩散而从第4液晶单元40射出。

[0139] 入射至第2结构所涉及的液晶光控制元件102的第2偏振成分PL2在入射至第1液晶单元10并从第4液晶单元40射出为止期间,在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,以p偏振的状态入射并以90度的角度4次旋光,由此以p偏振的状态射出。

[0140] 在第2结构中,第1偏振成分PL1在第1液晶单元10中旋光后在Y轴方向上扩散,在第4液晶单元40中旋光后在X轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第2液晶单元20中旋光前在X轴方向中扩散,在第3液晶单元30中旋光前在Y轴方向上扩散。即,在该第2结构中,第1偏振成

分PL1的在X轴方向上的先扩散成为0次,后扩散成为1次,在Y轴方向上的先扩散成为0次,后扩散成为1次。此外,第2偏振成分PL2的在X轴方向上的先扩散成为1次,后扩散成为0次,在Y轴方向上的先扩散成为1次,后扩散成为0次。

[0141] 1-3.参考例1

[0142] 图11示出参考例1所涉及的液晶光控制元件。在参考例1中,对第1液晶单元10的第1基板S11侧的第1带状电极E11A施加控制信号A,对第2带状电极E11B施加控制信号B,对第2基板S12侧的第3带状电极E12A施加控制信号A,对第4带状电极E12B施加控制信号B。针对第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40也相同。即,在任一个液晶单元中,在第1基板(S11、S21、S31、S41)侧以及第2基板(S12、S22、S32、S42)侧这两者中都产生横向电场。

[0143] 在图11中,若着眼于第1偏振成分PL1,则第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。第1偏振成分PL1在第1液晶单元10的第1电极E11侧在X轴方向上扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光,在第2电极E12侧在Y轴方向上扩散。第1偏振成分PL1在第2液晶单元20以及第3液晶单元30中分别以90度旋光且透过,在第4液晶单元40的第1电极E41侧在Y轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光,在第2电极E42侧在X轴方向上扩散,以s偏振的状态射出。

[0144] 在图11中,若着眼于第2偏振成分PL2,则第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。第2偏振成分PL2在第1液晶单元10中以90度旋光,在第1液晶单元10中没有扩散而以s偏振的状态向第2液晶单元20入射。第2偏振成分PL2在第2液晶单元20的第1电极E21侧在X轴方向上扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振,在第2电极E22侧在Y轴方向上扩散。而且,第2偏振成分PL2在第3液晶单元30的第1电极E31侧在Y轴方向上扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振,在第2电极E22侧在X轴方向上扩散。其后,第2偏振成分PL2在第4液晶单元40中以90度旋光,在第4液晶单元40中没有扩散而以p偏振的状态射出。

[0145] 这样,对于参考例1所涉及的液晶光控制元件而言,第1偏振成分PL1在第1液晶单元10以及第4液晶单元40中在X轴方向以及Y轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第2液晶单元20以及第3液晶单元30中在X轴方向以及Y轴方向上扩散。

[0146] 1-4.角度特性

[0147] 图12A示出第1结构以及第2结构所涉及的液晶光控制元件102的亮度-角度特性的图表。此外,图12A在该图表中示出参考例1的特性。另外,图12A所示的图表的横轴表示极角。如图12E所示,0度表示从正对面观察液晶光控制元件102的光射出面时,图表所示的极角表示在X轴方向上向正方向和负方向倾斜时的角度。图表的纵轴表示以中心(极角0度)的亮度作为100%而标准化时的亮度。

[0148] 在图12A所示的图表中,可知:对于液晶光控制元件102的第1结构所涉及的特性而言,虽极角+20度～+40度以及-20度～-40度的范围的亮度从中心亮度下降20%左右,但在该范围内得到恒定的亮度分布。在第1结构中,采用如上述所示那样使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散的结构,从而示出在极角的恒定范围内实质得到平坦的强度分布。即,在液晶单元中在预定方向(X轴方向或Y轴方向)上扩散的偏振成分中的没有在液晶层中完全被旋光的成分没有通过光射出侧的电极再次扩散,从而能够在亮度的角度特性中得到平坦的特性。

[0149] 另外,上述“使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散”是指某偏振成分在某液晶面板内旋光前扩散,其紧后在同一液晶面板内旋光后没有进一步扩散,且没有包括至在某偏振成分通过液晶光控制元件的过程中在不同的液晶面板中扩散的情况。例如在上述第1结构中,第1偏振成分在第1液晶单元和第4液晶单元中扩散,但在第1液晶单元中在旋光前扩散(先扩散)且在旋光后不扩散,在第4液晶单元中也相同地在旋光前扩散,在旋光后不扩散。

[0150] 针对液晶光控制元件102的第2结构所涉及的特性,可知:虽极角+20度～+40度以及-20度～-40度的范围的亮度从中心亮度下降40%左右,但在该范围内得到恒定的亮度分布。在第2结构中,第1偏振成分PL1的扩散在液晶层中的旋光后进行,第2偏振成分PL2的扩散在旋光前进行。第2结构所涉及的特性具有:虽极角+20度～+40度以及-20度～-40度的范围的亮度降低但接近第1结构所涉及的特性的分布。这样,可知:通过使各自的偏振成分在X轴方向以及Y轴方向上各进行1次扩散,在极角+20度～+40度以及-20度～-40度的范围内得到比较平坦的亮度特性。

[0151] 这样,若将第1结构与第2结构进行比较,则示出:在第1结构中,在通过液晶光控制元件102的过程中第1偏振成分和第2偏振成分都在X轴方向上各进行1次先扩散,另一方面,在第2结构中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次后扩散,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,先扩散比后扩散更加抑制亮度降低,并且维持恒定亮度的极角范围大。

[0152] 相对于此,作为参考例1而示出的液晶光控制元件的特性示出如下趋势:亮度的强度分布在极角0度的位置处强度最大,随着极角向正方向以及负方向(即左右方向)变大而以直线状减少。可知参考例1所涉及的液晶光控制元件由于使各偏振成分在液晶层的前后扩散,从而亮度的极角方向的变化与第1结构以及第2结构中的特性不同。即,可知:通过在液晶单元中使偏振成分在旋光的前后扩散,得到在极角方向上以直线状减少的亮度分布。

[0153] 更具体而言,在参考例1中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元(第1液晶单元)内在Y轴方向上进行后扩散。此外,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,但在与该后扩散的紧前相同的液晶单元(第2液晶单元)内在Y轴方向上进行后扩散。进一步在参考例1中,第1偏振成分在Y轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元(第4液晶单元)内在X轴方向上进行后扩散。此外,第2偏振成分在Y轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元(第3液晶单元)内在X轴方向上进行后扩散。即,在参考例1中,按每个偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散和1次后扩散,但均伴有同一液晶单元内的在Y轴方向上的扩散。根据图12A,示出:若像这样在同一液晶单元内在旋光前后伴有扩散,则即便先扩散的次数相同,与仅通过先扩散而扩散的情况(第1结构)比较,也随着极角变大而亮度单调降低。

[0154] 另外,根据图12A,针对第1结构、第2结构以及参考例1的任一个,在极角50度左右,亮度成为极角0度时的一半,在此以下亮度以相同的方式降低。若将该亮度成为一半为止的区域称为半值宽度,则在第1结构中,使半值宽度与参考例1相同,并且与该参考例1相比,使半值宽度内的亮度提高并且恒定地保持,在第2结构中,使半值宽度与参考例1相同,并且与该参考例1相比,使半值宽度内的亮度降低并且恒定地保持。

[0155] 接下来,示出各结构的射出光的分布。图12B示出第1结构中的射出光的分布。在第1结构中,第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2通过各液晶单元的光入射侧的电极在X轴方

向以及Y轴方向上各进行1次扩散,从而得到接近正方形的良好的形状的分布。图12C示出第2结构中的射出光的分布。在第2结构中,第1偏振成分PL1在第1液晶单元10以及第4液晶单元40的第2基板(光射出侧的基板)中扩散,第2偏振成分PL2在第2液晶单元20以及第3液晶单元30的第1基板(光入射侧的基板)中扩散,从而得到与第1结构相同地接近正方形的分布。

[0156] 另一方面,图12D示出参考例1中的射出光的分布。在参考例1中,第1偏振成分PL1在第1液晶单元10以及第4液晶单元40中在X轴方向、Y轴方向上进行两次扩散,第2偏振成分PL2在第2液晶单元20以及第3液晶单元30中在X轴方向以及Y轴方向上进行两次扩散,从而得到比在第1结构以及第2结构中得到的分布更接近圆形的分布。

[0157] 在图12A的图表中,若将第1结构以及第2结构与参考例1所涉及的特性进行比较,则可知在各液晶单元中在第1基板(光入射侧的基板)侧扩散的情况下配光的强度更高。另一方面,如参考例1中那样,通过增加扩散的次数能够使极角0度附近的亮度的降低变小。

[0158] 如图12B～图12D所示,可知:在一个液晶单元中使偏振成分在基于液晶层的旋光的前后扩散相比,在旋光前扩散且在旋光后不扩散的情况下,得到形状良好的(正方形的)分布。此外,可知:通过在一个液晶单元中使偏振成分在液晶层中只在仅在旋光前旋光后扩散,也得到形状良好的(正方形的)分布。

[0159] 若参照图5A以及图5B说明的那样,导致各偏振成分在通过各液晶单元的过程中没有被完全旋光的偏振成分残留一部分,因此,与在一个液晶单元中在旋光前后在不同的方向上扩散相比,使对应的偏振成分在其他液晶单元中扩散,从而能够提高配光特性,能够得到形状良好的照射分布。

[0160] 根据本实施方式,在以4级配置的液晶单元中,采用使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散的结构,从而能够在极角的恒定范围内得到实质平坦的强度分布,能够得到形状良好的照射分布。此外,在以4级配置的液晶单元中,通过采用使各偏振成分在液晶层中旋光前或旋光后扩散且在一个液晶单元中在旋光前后不扩散的结构,也能够在极角的恒定范围内得到实质平坦的强度分布,能够得到形状良好的照射分布。

[0161] [第2实施方式]

[0162] 本实施方式示出液晶光控制元件由5个液晶单元构成的例子。各液晶单元设置有一对基板间的液晶层,在至少一个基板设置有图1所示那样的带状电极。

[0163] 2-1.第3结构

[0164] 图13示出第3结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中的电极配置和入射至液晶光控制元件102的光透过各液晶单元时的状态。第3结构所涉及的液晶光控制元件102具有第1～第5液晶单元。各液晶单元的结构如第1实施方式中说明的那样,第1基板侧的第1电极由带状电极构成,第2基板侧的第2电极由带状电极构成。

[0165] 如图13所示,第3结构所涉及的液晶光控制元件102配置为从光入射侧朝向射出侧重叠有第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40以及第5液晶单元50。

[0166] 第1液晶单元10配置为,第1基板S11侧的第1带状电极E11A以及第2带状电极E11B的延伸方向沿X轴方向延伸,且配置为第2基板S12侧的第3带状电极E12A以及第4带状电极E12B的延伸方向沿Y轴方向延伸。第2液晶单元20以及第3液晶单元30配置为,第1基板S21、

S31侧的第1带状电极E21A、E31A以及第2带状电极E21B、E31B的延伸方向沿Y轴方向延伸,且配置为,第2基板S22、S32侧的第3带状电极E22A、E32A以及第4带状电极E22B、E32B的延伸方向沿X轴方向延伸。第4液晶单元40以及第5液晶单元50配置为,第1基板S41、S51侧的第1带状电极E41A、E51A以及第2带状电极E41B、E51B的延伸方向沿X轴方向延伸,且配置为,第2基板S42、S52侧的第3带状电极E42A、E52A以及第4带状电极E42B、E52B的延伸方向沿Y轴方向延伸。此外,在各液晶单元的取向膜的取向方向在与带状电极的延伸方向的延伸的方向交叉的方向上配置这点上也与第1实施方式相同。本实施方式此外也可以说是在图9、图10所示的第1实施方式的变形例的结构进一步在入射侧追加层叠一个液晶单元的结构。此外,该追加的液晶单元也可以说是与该第1实施方式的变形例中所说的第3～第4液晶单元相同的液晶单元且以与这些液晶单元相同的朝向配置。

[0167] 图13与第1实施方式相同,通过剖面线表示被施加控制信号且形成横向电场的电极。此外,图13中插入表,通过透过、旋光、扩散这样的术语表示包含第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2的光通过各液晶单元的第1电极、液晶层、第2电极时的各自的偏振成分的状态。

[0168] 表3示出对图13所示的第3结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元施加的控制信号。

[0169] [表3]

[0170]

液晶光控制元件 ：１０２				控制信号
第1液晶单元 １０	第1基板 Ｓ１１	第1电极 Ｅ１１	第1带状电极：Ｅ１１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ１１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ１２	第2电极 Ｅ１２	第3带状电极：Ｅ１２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ１２Ｂ	Ｅ
第2液晶单元 ２０	第1基板 Ｓ２１	第1电极 Ｅ２１	第1带状电极：Ｅ２１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ２１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ２２	第2电极 Ｅ２２	第3带状电极：Ｅ２２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ２２Ｂ	Ｅ
第3液晶单元 ３０	第1基板 Ｓ３１	第1电极 Ｅ３１	第1带状电极：Ｅ３１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ３１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ３２	第2电极 Ｅ３２	第3带状电极：Ｅ３２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ３２Ｂ	Ｅ
第4液晶单元 ４０	第1基板 Ｓ４１	第1电极 Ｅ４１	第1带状电极：Ｅ４１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ４１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ４２	第2电极 Ｅ４２	第3带状电极：Ｅ４２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ４２Ｂ	Ｅ
第5液晶单元 ５０	第1基板 Ｓ５１	第1电极 Ｅ５１	第1带状电极：Ｅ５１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ５１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ５２	第2电极 Ｅ５２	第3带状电极：Ｅ５２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ５２Ｂ	Ｅ

[0171] 如表3所示,在第3结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中,对第1基板侧(光入射侧)的第1电极(第1带状电极、第2带状电极)施加矩形波的控制信号A、B,对第2基板侧(光射出侧)的第2电极(第3带状电极、第4带状电极)施加恒定电压的控制信号E。即,对于图13所示的第3结构所涉及的液晶光控制元件102而言,对各液晶单元的第1电极施加控制信号A、B,对第2电极施加控制信号E,仅在第1基板侧产生横向电场。

[0172] 接下来,对入射至第3结构所涉及的液晶光控制元件102的光扩散、旋光、透过的状

态进行说明。在第3结构中,也设为第1偏振成分PL1的初始状态(向液晶光控制元件102入射的紧前的状态)为s偏振,第2偏振成分PL2的初始状态为p偏振。

[0173] 在图13中,着眼于第1偏振成分PL1。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第1偏振成分PL1(p偏振)没有通过第1电极E21扩散,而在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E22扩散,而从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第1偏振成分PL1(s偏振)通过第1电极E31在X轴方向上扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第1偏振成分PL1(p偏振)通过第1电极E41在Y轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E51扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。这样,入射至第3结构所涉及的液晶光控制元件102的第1偏振成分PL1(s偏振)在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,在液晶层中进行5次旋光而以p偏振的状态射出。

[0174] 图13中,着眼于第2偏振成分PL2。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第2偏振成分PL2(p偏振)通过第1电极E11在Y轴方向上扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第2偏振成分PL2(s偏振)通过第1电极E21在X轴方向上扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E22扩散,而从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E31扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E41扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第2偏振成分PL2(p偏振)通过第1电极E51在Y轴方向上扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。这样,入射至第3结构所涉及的液晶光控制元件102的第2偏振成分PL2(p偏振)在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行两次扩散,在液晶层中进行5次旋光而以s偏振的状态射出。

[0175] 在第3结构中,第1偏振成分PL1在第3液晶单元30中旋光前在X轴方向上扩散,在第4液晶单元40中旋光前在Y轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第2液晶单元20中旋光前在X轴方向上扩散,在第3液晶单元30中旋光前在Y轴方向上扩散,进一步在第5液晶单元50中旋光前在Y轴方向上扩散。另外,在第3结构中,也可以使第2电极E12、E22、E32、R42、E52成为图6所示那样的面状(也称为平板状或满面状。)的电极,或者如图8所示成为没有设置第2电极的结构。

[0176] 2-2.第4结构

[0177] 在第4结构中,液晶光控制元件使偏振成分没有在第1液晶单元10、第2液晶单元20以及第5液晶单元50的第1电极E11、E41、E51侧(光入射侧)扩散,而在第2电极E12、E42、E52

侧(光射出侧)扩散,在第3液晶单元30以及第4液晶单元40的第1电极E21、E31侧(光入射侧)扩散,没有在第2电极E22、E32侧扩散。

[0178] 图14示出第4结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中的电极配置和入射至液晶光控制元件102的光透过各液晶单元时的状态。各液晶单元的带状电极的配置与第3结构相同。

[0179] 表4示出对图14所示的第4结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元施加的控制信号。

[0180] [表4]

[0181]

液晶光控制元件：１０２				控制信号
第1液晶单元 １０	第1基板 Ｓ１１	第1电极 Ｅ１１	第1带状电极：Ｅ１１Ａ	Ｅ
			第2带状电极：Ｅ１１Ｂ	Ｅ
	第2基板 Ｓ１２	第2电极 Ｅ１２	第3带状电极：Ｅ１２Ａ	Ａ
			第4带状电极：Ｅ１２Ｂ	Ｂ
第2液晶单元 ２０	第1基板 Ｓ２１	第1电极 Ｅ２１	第1带状电极：Ｅ２１Ａ	Ｅ
			第2带状电极：Ｅ２１Ｂ	Ｅ
	第2基板 Ｓ２２	第2电极 Ｅ２２	第3带状电极：Ｅ２２Ａ	Ａ
			第4带状电极：Ｅ２２Ｂ	Ｂ
第3液晶单元 ３０	第1基板 Ｓ３１	第1电极 Ｅ３１	第1带状电极：Ｅ３１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ３１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ３２	第2电极 Ｅ３２	第3带状电极：Ｅ３２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ３２Ｂ	Ｅ
第4液晶单元 ４０	第1基板 Ｓ４１	第1电极 Ｅ４１	第1带状电极：Ｅ４１Ａ	Ａ
			第2带状电极：Ｅ４１Ｂ	Ｂ
	第2基板 Ｓ４２	第2电极 Ｅ４２	第3带状电极：Ｅ４２Ａ	Ｅ
			第4带状电极：Ｅ４２Ｂ	Ｅ
第5液晶单元 ５０	第1基板 Ｓ５１	第1电极 Ｅ５１	第1带状电极：Ｅ５１Ａ	Ｅ
			第2带状电极：Ｅ５１Ｂ	Ｅ
	第2基板 Ｓ５２	第2电极 Ｅ５２	第3带状电极：Ｅ５２Ａ	Ａ
			第4带状电极：Ｅ５２Ｂ	Ｂ

[0182] 如表4所示,对于第4结构所涉及的液晶光控制元件102而言,在第1液晶单元10、第2液晶单元20以及第5液晶单元50中,对光入射侧的第1电极E11、E21、E51(第1带状电极E11A、E21A、E51A、第2带状电极E11B、E21B、E51B)施加恒定电压的控制信号E,对旋光后光射出侧的第2电极E12、E22、E52(第3带状电极E12A、E22A、E52A、第4带状电极E12B、E22B、E52B)施加控制信号A、B。此外,在第3液晶单元30以及第4液晶单元40中,对光入射侧的第1电极E31、E41(第1带状电极E31A、E41A、第2带状电极E31B、E41B)施加控制信号A、B,对第2电极E32、E42(第3带状电极E32A、E42A、第4带状电极E32B、E42B)施加恒定电压的控制信号E。即,对于图14所示的第4结构所涉及的液晶光控制元件102而言,在第1液晶单元10、第2液晶单元20以及第5液晶单元50的第1基板S11、S21、S51这侧没有产生横向电场,在第2基板S12、S22、S52这侧产生横向电场,在第3液晶单元30以及第4液晶单元40中,在第1基板S31、S41这侧产生横向电场,在第2基板S32、S42这侧没有产生横向电场。

[0183] 接下来,对入射至第4结构所涉及的液晶光控制元件102的光扩散、旋光、透过的状态进行说明。在第4结构中,也设为第1偏振成分PL1的初始状态(向液晶光控制元件102入射的紧前的状态)为s偏振,第2偏振成分PL2的初始状态为p偏振。

[0184] 在图14中,着眼于第1偏振成分PL1。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单

元10入射。入射至第1液晶单元10的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第1偏振成分PL1(p偏振)没有通过第1电极E21扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E22扩散,而从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第1偏振成分PL1(s偏振)通过第1电极E31在X轴方向上扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第1偏振成分PL1(p偏振)通过第1电极E41在Y轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E51扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。这样,入射至第4结构所涉及的液晶光控制元件102的第1偏振成分PL1(s偏振)在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,在液晶层中进行5次旋光而以p偏振的状态射出。

[0185] 在图14中,着眼于第2偏振成分PL2。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为s偏振,通过第2电极E12在X轴方向上扩散,从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E21扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振,通过第2电极E22在Y轴方向上扩散,从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E31扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E41扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E51扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为s偏振,通过第2电极E52在X轴方向上扩散,从第5液晶单元50射出。这样,入射至第4结构所涉及的液晶光控制元件102的第2偏振成分PL2(p偏振)在X轴方向上进行两次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,在液晶层中进行5次旋光而以s偏振的状态射出。

[0186] 在第4结构中,第1偏振成分PL1在第3液晶单元30中旋光前在X轴方向上扩散,在第4液晶单元40中旋光前在Y轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第1液晶单元10中旋光后在X轴方向上扩散,在第2液晶单元20中旋光后在Y轴方向上扩散,在第5液晶单元50中旋光后在X轴方向上扩散。

[0187] 2-3.参考例2

[0188] 图15示出参考例2所涉及的液晶光控制元件。在参考例2中,对第1液晶单元10的第1基板S11侧的第1带状电极E11A施加控制信号A,对第2带状电极E11B施加控制信号B,对第2基板S12侧的第3带状电极E12A施加控制信号A,对第4带状电极E12B施加控制信号B。针对第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40以及第5液晶单元50也相同。即,在第1～第5液晶单元全部中在两基板侧产生横向电场。

[0189] 在图15中,若着眼于第1偏振成分PL1,则第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。第1偏振成分PL1没有在第1液晶单元10中扩散,而在第1液晶层LC1中以90度

旋光而成为p偏振的状态。第1偏振成分PL1在第2液晶单元20中也没有扩散,而在第2液晶层LC2中以90度旋光而再次成为s偏振的状态。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第3液晶单元30入射,通过第1电极E31在X轴方向上扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为p偏振的状态,通过第2电极E32在Y轴方向上扩散。第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第4液晶单元40入射,通过第1电极E41在Y轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E42在X轴方向上扩散。第1偏振成分PL1在第5液晶单元50中没有扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光并以p偏振的状态射出。

[0190] 在图15中,若着眼于第2偏振成分PL2,则第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。第2偏振成分PL2通过第1电极E11在Y轴方向上扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E12在X轴方向上扩散。第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第2液晶单元20入射,通过第1电极E21在X轴方向上扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振的状态,通过第2电极E22在Y轴方向上扩散。第2偏振成分PL2在第3液晶单元30中没有扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振的状态。第2偏振成分PL2在第4液晶单元中也没有扩散,在第4液晶层LC4中以90度扩散而成为p偏振的状态。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第5液晶单元50入射,通过第1电极E51在Y轴方向上扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E52在X轴方向上扩散,以s偏振的状态射出。

[0191] 这样,对于参考例2所涉及的液晶光控制元件而言,第1偏振成分PL1在第3液晶单元30以及第4液晶单元40中在X轴方向以及Y轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第1液晶单元10、第2液晶单元20以及第5液晶单元50中在X轴方向以及Y轴方向上扩散。

[0192] 2-4.角度特性

[0193] 图16示出第3结构以及第4结构所涉及的液晶光控制元件102的亮度-角度特性的图表。此外,图16在该图表中示出参考例2的特性。另外,与图12A相同,图16所示的图表的横轴表示极角,纵轴表示以中心(极角0度)的亮度作为100%而标准化时的亮度。

[0194] 在图16所示的图表中,可知液晶光控制元件102的第3结构所涉及的特性虽极角+10度～+45度附近为止以及-10度～-45度附近为止的范围的亮度从中心亮度下降5%左右,但在该范围内得到恒定的亮度分布。在第3结构中,示出通过采用使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散的结构,从而在极角的恒定范围内得到实质平坦的强度分布。并且,可知:与第1结构相比,亮度分布成为恒定的极角的范围变大。

[0195] 可知:液晶光控制元件102的第4结构所涉及的特性虽极角+20度～+45度附近为止以及-20度～-45度附近为止的范围的亮度从中心亮度下降45%左右,但在该范围内得到恒定的亮度分布。在第4结构中,第1偏振成分PL1的扩散在液晶层中的旋光前进行,第2偏振成分PL2的扩散在旋光后进行。第4结构所涉及的特性虽极角+20度～+45度附近以及-20度～-45度的范围的亮度降低,但得到接近第4结构所涉及的特性的分布。

[0196] 这样,若将第3结构与第4结构进行比较,则示出:在第3结构中,在通过液晶光控制元件102的过程中第1偏振成分和第2偏振成分都在X轴方向上各进行1次先扩散,另一方面,在第4结构中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,第2偏振成分在X轴方向上进行两次后扩散,与先扩散1次和后扩散两次相比,先扩散两次更加抑制亮度降低,并且维持恒定亮度的极角范围大。

[0197] 若将第3结构与第1结构进行比较,则亮度相对高,亮度成为恒定的极角的范围大。在将第4结构与第2结构比较的情况下也可见相同的趋势。认为这样的特性的变化的原因之一是第2偏振成分PL2扩散的次数比第1结构多1次。

[0198] 作为参考例2而示出的液晶光控制元件的特性示出如下趋势:亮度的强度分布在极角0度的位置处强度最大,随着极角向正方向以及负方向(即左右方向)变大而以直线状减少。可知参考例2所涉及的液晶光控制元件与参考例1的情况相同,通过使各偏振成分在液晶层的前后扩散,得到在极角方向上以直线状减少的亮度分布。

[0199] 更具体而言,在参考例2中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元(第3液晶单元)内在Y轴方向上进行后扩散。此外,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,但在与该后扩散的紧前相同的液晶单元(第2液晶单元)内在Y轴方向上进行后扩散。进一步在参考例2中,第1偏振成分在Y轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元(第4液晶单元)内在X轴方向上进行后扩散。此外,第2偏振成分在第1液晶单元和第5液晶单元内在Y轴方向上进行1次先扩散,在该先扩散的紧后相同的液晶单元内在X轴方向上进行1次后扩散。即,在参考例2中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散和1次后扩散,但都伴有同一液晶单元内的Y轴方向上的扩散。此外,在参考例2中,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散和两次后扩散,但都伴有同一液晶单元内的Y轴方向上的扩散。根据图16,示出:若像这样在同一液晶单元内在旋光前后伴有扩散,则即便先扩散的次数相同,与仅通过先扩散来扩散的情况(第3结构)比较,也导致随着极角变大而亮度单调降低。

[0200] 另外,根据图16,在第3结构中,使半值宽度与参考例2相同,并且与该参考例2相比,使半值宽度内的亮度提高且恒定地保持,在第4结构中,使半值宽度与参考例2相同,并且与该参考例2相比,使半值宽度内的亮度降低且恒定地保持。

[0201] 根据本实施方式,在以5级配置的液晶单元中,采用使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散的结构,从而能够在极角的恒定范围内得到实质上平坦的强度分布。此外,在以5级配置的液晶单元中,通过采用使各偏振成分在液晶层中旋光前或旋光后扩散且在一个液晶单元中在旋光前后不扩散的结构,也能够在极角的恒定范围内得到实质平坦的强度分布。

[0202] [第3实施方式]

[0203] 3-1.第5结构

[0204] 图17示出第5结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中的电极配置和入射至液晶光控制元件102的光透过各液晶单元时的状态。第5结构所涉及的液晶光控制元件102具有第1～第6液晶单元。各液晶单元的结构如第1实施方式中说明的那样,第1基板侧的第1电极由带状电极构成,第2基板侧的第2电极由带状电极构成。

[0205] 如图17所示,第5结构所涉及的液晶光控制元件102配置为,从光入射侧朝向射出侧重叠有第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40、第5液晶单元50以及第6液晶单元60。

[0206] 第1液晶单元10以及第2液晶单元20配置为,第1基板S11、S21侧的第1带状电极E11A、E21A以及第2带状电极E11B、E21B的延伸方向沿X轴方向延伸,且配置为,第2基板S12、S22侧的第3带状电极E12A、E22A以及第4带状电极E12B、E22B的延伸方向沿Y轴方向延伸。第

3液晶单元30以及第4液晶单元40配置为,第1基板S31、S41侧的第1带状电极E31A、E41A以及第2带状电极E31B、E41B的延伸方向沿Y轴方向延伸,且配置为,第2基板S32、S42侧的第3带状电极E32A、E42A以及第4带状电极E32B、E42B的延伸方向沿X轴方向延伸。第5液晶单元50以及第6液晶单元60配置为,第1基板S51、S61侧的第1带状电极E51A、E61A以及第2带状电极E51B、E61B的延伸方向沿X轴方向延伸,且配置为,第2基板S52、S62侧的第3带状电极E52A、E62A以及第4带状电极E52B、E62B的延伸方向沿Y轴方向延伸。此外,在各液晶单元的取向膜的取向方向在与带状电极的延伸方向延伸的方向交叉的方向上配置这点也与第1实施方式相同。

[0207] 这样,对于第5结构所涉及的液晶光控制元件102而言,第1液晶单元10以及第2液晶单元20与第5液晶单元50以及第6液晶单元60的带状电极的配置相同,针对这些液晶单元,第3液晶单元30以及第4液晶单元40以带状电极的配置旋转了90度的状态配置。本实施方式此外可以说是在图9、图10所示的第1实施方式的变形例的结构进一步在入射侧追加层叠两个液晶单元的结构。此外,该追加的液晶单元也可以说是与该第1实施方式的变形例中所说的第3～第4液晶单元相同的液晶单元且以与这些液晶单元相同的朝向配置。

[0208] 图17与第1实施方式相同,通过剖面线表示被施加控制信号且形成横向电场的电极。此外,图17中插入表,通过透过、旋光、扩散之类的术语表示包含第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2的光通过各液晶单元的第1电极、液晶层、第2电极时的各自的偏振成分的状态。

[0209] 表5示出对图17所示的第5结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元施加的控制信号。

[0210] [表5]

[0211]

液晶光控制元件：１０２				控制信号
第1液晶单元１０	第1基板Ｓ１１	第1电极Ｅ１１	第1带状电极：Ｅ１１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ１１Ｂ	B
	第2基板Ｓ１２	第2电极Ｅ１２	第3带状电极：Ｅ１２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ１２Ｂ	E
第2液晶单元２０	第1基板Ｓ２１	第1电极Ｅ２１	第1带状电极：Ｅ２１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ２１Ｂ	B
	第2基板Ｓ２２	第2电极Ｅ２２	第3带状电极：Ｅ２２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ２２Ｂ	E
第3液晶单元３０	第1基板Ｓ３１	第1电极Ｅ３１	第1带状电极：Ｅ３１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ３１Ｂ	B
	第2基板Ｓ３２	第2电极Ｅ３２	第3带状电极：Ｅ３２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ３２Ｂ	E
第4液晶单元４０	第1基板Ｓ４１	第1电极Ｅ４１	第1带状电极：Ｅ４１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ４１Ｂ	B
	第2基板Ｓ４２	第2电极Ｅ４２	第3带状电极：Ｅ４２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ４２Ｂ	E
第5液晶单元５０	第1基板Ｓ５１	第1电极Ｅ５１	第1带状电极：Ｅ５１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ５１Ｂ	B
	第2基板Ｓ５２	第2电极Ｅ５２	第3带状电极：Ｅ５２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ５２Ｂ	E
第6液晶单元６０	第1基板Ｓ６１	第1电极Ｅ６１	第1带状电极：Ｅ６１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ６１Ｂ	B
	第2基板Ｓ６２	第2电极Ｅ６２	第3带状电极：Ｅ６２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ６２Ｂ	E

[0212] 如表5所示,在第5结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中,对第1基板侧(光入射侧)的第1电极(第1带状电极、第2带状电极)施加矩形波的控制信号A、B,对第2基板侧(光射出侧)的第2电极(第3带状电极、第4带状电极)施加恒定电压的控制信号E。即,图17所示的第5结构所涉及的液晶光控制元件102对各液晶单元的第1电极施加控制信号A、B,对第2电极施加控制信号E,仅在第1基板侧产生横向电场。

[0213] 接下来,对入射至第5结构所涉及的液晶光控制元件102的光扩散、旋光、透过的状态进行说明。在第5结构中,也设为第1偏振成分PL1的初始状态(向液晶光控制元件102入射的紧前的状态)为s偏振,第2偏振成分PL2的初始状态为p偏振。

[0214] 在图17中,着眼于第1偏振成分PL1。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第1偏振成分PL1(p偏振)通过第1电极E21在Y轴方向上扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E22扩散,而从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第1偏振成分PL1(s偏振)通过第1电极E31在X轴方向上扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第1偏振成分PL1(p偏振)没有通过第1电极E41扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E51扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。入射至第6液晶单元60的第1偏振成分PL1(p偏振)通过第1电极E61在Y轴方向上扩散,在第6

液晶层LC6中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E62扩散,而从第6液晶单元60射出。这样,入射至第5结构所涉及的液晶光控制元件102的第1偏振成分PL1(s偏振)在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行两次扩散,在液晶层中进行6次旋光而以s偏振的状态射出。

[0215] 在图17中,着眼于第2偏振成分PL2。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第2偏振成分PL2(p偏振)通过第1电极E11在Y轴方向上扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E21扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E22扩散,而从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E31扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第2偏振成分PL2(s偏振)通过第1电极E41在X轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第2偏振成分PL2(p偏振)通过第1电极E51在Y轴方向上扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。入射至第6液晶单元60的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E61扩散,在第6液晶层LC6中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E62扩散,而从第6液晶单元60射出。这样,入射至第5结构所涉及的液晶光控制元件102的第2偏振成分PL2(p偏振)在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行两次扩散,在液晶层中进行6次旋光而以s偏振的状态射出。

[0216] 在第5结构中,第1偏振成分PL1在第2液晶单元20以及第6液晶单元60中旋光前在Y轴方向上分别扩散,在第3液晶单元30中旋光前在X轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第1液晶单元10以及第5液晶单元50中旋光前在Y轴方向上分别扩散,在第3液晶单元30中旋光前在X轴方向上扩散。另外,在第5结构中,也可以使第2电极E12、E22、E32、R42、E52、E62成为图6所示那样的面状(也称为平板状或满面状。)的电极,或者如图8所示成为没有设置第2电极的结构。

[0217] 3-2.第6结构

[0218] 在第6结构中,液晶光控制元件使偏振成分在第1液晶单元10、第4液晶单元40以及第5液晶单元50的第1电极E11、E41、E51侧(光入射侧)扩散,没有在第2电极E12、E42、E52侧(光射出侧)扩散,没有在第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第6液晶单元60的第1电极E21、E31、E61侧(光入射侧)扩散,在第2电极E22、E32、E62侧(光射出侧)扩散。

[0219] 图18示出第6结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元中的电极配置和入射至液晶光控制元件102的光透过各液晶单元时的状态。各液晶单元的带状电极的配置与第5结构相同。

[0220] 表6示出对图18所示的第6结构所涉及的液晶光控制元件102的各液晶单元施加的控制信号。

[0221] [表6]

[0222]

液晶光控制元件：１０２				控制信号
第1液晶单元１０	第1基板Ｓ１１	第1电极Ｅ１１	第1带状电极：Ｅ１１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ１１Ｂ	B
	第2基板Ｓ１２	第2电极Ｅ１２	第3带状电极：Ｅ１２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ１２Ｂ	E
第2液晶单元２０	第1基板Ｓ２１	第1电极Ｅ２１	第1带状电极：Ｅ２１Ａ	E
			第2带状电极：Ｅ２１Ｂ	E
	第2基板Ｓ２２	第2电极Ｅ２２	第3带状电极：Ｅ２２Ａ	A
			第4带状电极：Ｅ２２Ｂ	B
第3液晶单元３０	第1基板Ｓ３１	第1电极Ｅ３１	第1带状电极：Ｅ３１Ａ	E
			第2带状电极：Ｅ３１Ｂ	E
	第2基板Ｓ３２	第2电极Ｅ３２	第3带状电极：Ｅ３２Ａ	A
			第4带状电极：Ｅ３２Ｂ	B
第4液晶单元４０	第1基板Ｓ４１	第1电极Ｅ４１	第1带状电极：Ｅ４１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ４１Ｂ	B
	第2基板Ｓ４２	第2电极Ｅ４２	第3带状电极：Ｅ４２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ４２Ｂ	E
第5液晶单元５０	第1基板Ｓ５１	第1电极Ｅ５１	第1带状电极：Ｅ５１Ａ	A
			第2带状电极：Ｅ５１Ｂ	B
	第2基板Ｓ５２	第2电极Ｅ５２	第3带状电极：Ｅ５２Ａ	E
			第4带状电极：Ｅ５２Ｂ	E
第6液晶单元６０	第1基板Ｓ６１	第1电极Ｅ６１	第1带状电极：Ｅ６１Ａ	E
			第2带状电极：Ｅ６１Ｂ	E
	第2基板Ｓ６２	第2电极Ｅ６２	第3带状电极：Ｅ６２Ａ	A
			第4带状电极：Ｅ６２Ｂ	B

[0223] 如表6所示,对于第6结构所涉及的液晶光控制元件102而言,在第1液晶单元10、第4液晶单元40以及第5液晶单元50中,对光入射侧的第1电极E11、E41、E51(第1带状电极E11A、E41A、E51A、第2带状电极E11B、E41B、E51B)施加控制信号A、B,对旋光后光射出侧的第2电极E12、E42、E52(第3带状电极E12A、E42A、E52A、第4带状电极E12B、E42B、E52B)施加控制信号E。此外,在第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第6液晶单元60中,对光入射侧的第1电极E21、E31、E61(第1带状电极E21A、E31A、E61A、第2带状电极E21B、E31B、E61B)施加控制信号E,对第2电极E22、E32、E42(第3带状电极E22A、E32A、E42A、第4带状电极E22B、E32B、E42B)施加控制信号A、B。即,对于图18所示的第6结构所涉及的液晶光控制元件102而言,在第1液晶单元10、第4液晶单元40以及第5液晶单元50的第1基板S11、S41、S51这侧产生横向电场,在第2基板S12、S42、S52这侧没有产生横向电场,在第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第6液晶单元60中在第1基板S21、S31、S61这侧没有产生横向电场,在第2基板S22、S32、S62这侧产生横向电场。

[0224] 接下来,对入射至第6结构所涉及的液晶光控制元件102的光扩散、旋光、透过的状态进行说明。在第6结构中,也设为第1偏振成分PL1的初始状态(向液晶光控制元件102入射的紧前的状态)为s偏振,第2偏振成分PL2的初始状态为p偏振。

[0225] 在图18中,着眼于第1偏振成分PL1。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E11扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第1偏振成分PL1(p偏振)没有通过第1电极E21扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为s偏振,通过第2电极E22在X轴方向上扩散,从第2液晶单元20

射出。入射至第3液晶单元30的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E31扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为p偏振,通过第2电极E32在Y轴方向上扩散,从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第1偏振成分PL1(p偏振)没有通过第1电极E41扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E42扩散,从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第1偏振成分PL1(s偏振)没有通过第1电极E51扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。入射至第6液晶单元60的第1偏振成分PL1(p偏振)没有通过第1电极E61扩散,在第6液晶层LC6中以90度旋光而成为s偏振,通过第2电极E62在X轴方向上扩散,从第6液晶单元60射出。这样,入射至第6结构所涉及的液晶光控制元件102的第1偏振成分PL1(s偏振)在旋光后在X轴方向上进行两次扩散以及在Y轴方向上进行1次扩散,在液晶层中进行6次旋光而以s偏振的状态射出。

[0226] 在图18中,着眼于第2偏振成分PL2。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。入射至第1液晶单元10的第2偏振成分PL2(p偏振)通过第1电极E11在Y轴方向上扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E12扩散,而从第1液晶单元10射出。入射至第2液晶单元20的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E21扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E22扩散,而从第2液晶单元20射出。入射至第3液晶单元30的第2偏振成分PL2(p偏振)没有通过第1电极E31扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E32扩散,而从第3液晶单元30射出。入射至第4液晶单元40的第2偏振成分PL2(s偏振)通过第1电极E41在X轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E42扩散,而从第4液晶单元40射出。入射至第5液晶单元50的第2偏振成分PL2(p偏振)通过第1电极E51在Y轴方向上扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为s偏振,没有通过第2电极E52扩散,而从第5液晶单元50射出。入射至第6液晶单元60的第2偏振成分PL2(s偏振)没有通过第1电极E61扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振,没有通过第2电极E62扩散,而从第6液晶单元60射出。这样,入射至第6结构所涉及的液晶光控制元件102的第2偏振成分PL2(p偏振)在旋光前在X轴方向上进行1次扩散以及在Y轴方向上进行两次扩散,在液晶层中进行5次旋光而以p偏振的状态射出。

[0227] 在第6结构中,第1偏振成分PL1在第2液晶单元20以及第5液晶单元50中旋光后在X轴方向上扩散,在第3液晶单元30中旋光后在Y轴方向上扩散,第2偏振成分PL2在第1液晶单元10以及第5液晶单元50中旋光前在Y轴方向上扩散,在第3液晶单元30中旋光前在X轴方向上扩散。

[0228] 3-3.参考例3

[0229] 图19示出参考例3所涉及的液晶光控制元件。在参考例3中,对第1液晶单元10的第1基板S11侧的第1带状电极E11A施加控制信号A,对第2带状电极E11B施加控制信号B,对第2基板S12侧的第3带状电极E12A施加控制信号A,对第4带状电极E12B施加控制信号B。针对第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40、第5液晶单元50以及第6液晶单元60也相同。

[0230] 在图19中,若着眼于第1偏振成分PL1,则第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第1液晶单元10入射。第1偏振成分PL1没有在第1液晶单元10中扩散,而在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为p偏振的状态。第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第2液晶单元20入射,通过第1

电极E21在Y轴方向上扩散,在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E22在X轴方向上扩散。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第3液晶单元30入射,通过第1电极E31在X轴方向上扩散,在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为p偏振的状态,通过第2电极E32在Y轴方向上扩散。第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第4液晶单元40入射,没有扩散,而在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为s偏振的状态并射出。第1偏振成分PL1以s偏振的状态向第5液晶单元50入射,没有扩散,而在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为p偏振的状态并射出。第1偏振成分PL1以p偏振的状态向第6液晶单元60入射,通过第1电极E61在Y轴方向上扩散,在第6液晶层LC6中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E62在X轴方向上扩散。

[0231] 在图19中,若着眼于第2偏振成分PL2,则第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第1液晶单元10入射。第2偏振成分PL2通过第1电极E11在Y轴方向上扩散,在第1液晶层LC1中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E12在X轴方向上扩散。第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第2液晶单元20入射,没有扩散,而在第2液晶层LC2中以90度旋光而成为p偏振的状态并射出。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第3液晶单元30入射,没有扩散,而在第3液晶层LC3中以90度旋光而成为s偏振的状态并射出。第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第4液晶单元40入射,通过第1电极E41在X轴方向上扩散,在第4液晶层LC4中以90度旋光而成为p偏振的状态,通过第2电极E42在Y轴方向上扩散。第2偏振成分PL2以p偏振的状态向第5液晶单元50入射,通过第1电极E51在Y轴方向上扩散,在第5液晶层LC5中以90度旋光而成为s偏振的状态,通过第2电极E52在X轴方向上扩散。第2偏振成分PL2以s偏振的状态向第6液晶单元60入射,没有扩散,而在第6液晶层LC6中以90度旋光而成为p偏振的状态并射出。

[0232] 这样,对于参考例3所涉及的液晶光控制元件而言,第1偏振成分PL1在第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第6液晶单元60中在X轴方向以及Y轴方向上分别扩散,第2偏振成分PL2在第1液晶单元10、第4液晶单元40以及第5液晶单元50中在X轴方向以及Y轴方向上分别扩散。

[0233] 3-4.角度特性

[0234] 图20示出第5结构以及第6结构所涉及的液晶光控制元件102的亮度-角度特性的图表。此外,图20在该图表中示出参考例3的特性。另外,与图12A相同,图20所示的图表的横轴表示极角,纵轴表示以中心(极角0度)的亮度作为100%而标准化时的亮度。

[0235] 在图20所示的图表中,可知液晶光控制元件102的第5结构所涉及的特性虽在极角为±30度的范围时得到与中心亮度(极角0度)相同的亮度(100%),在极角为±30～±45度的范围时下降5%左右,但在该范围内得到恒定的亮度分布。在第5结构中,示出通过采用使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散的结构,从而在极角的恒定范围内得到实质平坦的强度分布。并且,可知:与第1结构以及第3结构相比,亮度高,且亮度分布成为恒定的极角的范围变大。

[0236] 液晶光控制元件102的第6结构所涉及的特性得到如下趋势:随着从中心(极角0度)起极角向正方向以及负方向变大而亮度降低。在极角为+30～+45度、-30～-45度的范围内,出现亮度降低的比例变小的趋势。在第6结构中,第1偏振成分PL1的扩散在液晶层中的旋光后进行,第2偏振成分PL2的扩散在旋光前进行。第6结构所涉及的特性与第5结构相比整体上亮度降低,在亮度的角度特性中得到不同的分布。

[0237] 这样,若将第5结构与第6结构进行比较,则示出:在第5结构中,在通过液晶光控制元件102的过程中第1偏振成分和第2偏振成分都在X轴方向上各进行1次先扩散,另一方面,在第6结构中,第1偏振成分在X轴方向上进行两次后扩散,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,先扩散两次比先扩散1次和后扩散两次更加抑制亮度降低,并且维持恒定亮度的极角范围大。

[0238] 若将第5结构与第1结构以及第5结构进行比较,则亮度相对变高,亮度成为恒定的极角的范围大。第6结构在与第2结构以及第4结构相比的情况下也表现出相同的趋势。认为这样的特性的变化原因之一是第1偏振成分PL1以及第2偏振成分PL2扩散的次数比第1结构以及第2结构多。

[0239] 作为参考例3而示出的液晶光控制元件的特性示出如下趋势:亮度的强度分布在极角0度的位置处强度最大,随着极角向正方向以及负方向(即左右方向)变大而以直线状减少。可知参考例3所涉及的液晶光控制元件与参考例1以及参考例2的情况相同,通过使各偏振成分在液晶层的前后扩散,得到在极角方向上以直线状减少的亮度分布。

[0240] 更具体而言,在参考例3中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元(第3液晶单元)内在Y轴方向上进行后扩散。此外,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散,但在该后扩散的紧前相同的液晶单元(第4液晶单元)内在Y轴方向上进行后扩散。进一步在参考例3中,第1偏振成分在第2液晶单元以及第6液晶单元内在Y轴方向上进行1次先扩散,但在该先扩散的紧后相同的液晶单元内在X轴方向上进行后扩散。此外,第2偏振成分在第1液晶单元和第5液晶单元内在Y轴方向上进行1次先扩散,在该先扩散的紧后相同的液晶单元内在X轴方向上进行1次后扩散。即,在参考例3中,第1偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散和两次后扩散,但都伴有同一液晶单元内的Y轴方向上的扩散。此外,在参考例2中,第2偏振成分在X轴方向上进行1次先扩散和两次后扩散,但都伴有同一液晶单元内的Y轴方向上的扩散。根据图20,示出:若像这样在同一液晶单元内在旋光前后伴有扩散,则即便先扩散的次数相同,与仅通过先扩散而扩散的情况(第5结构)比较,也随着极角变大而亮度单调降低。

[0241] 另外,根据图20,在第5结构中,使半值宽度与参考例3相同,并且与该参考例3相比,使半值宽度内的亮度提高且恒定地保持,在第6结构中,使半值宽度与参考例3相同,并且与该参考例3相比,使半值宽度内的亮度降低并且恒定地保持。

[0242] 根据本实施方式,在以6级配置的液晶单元中,通过采用使各偏振成分在液晶层中旋光前扩散且在旋光后不扩散的结构,能够在极角的恒定范围中得到实质平坦的强度分布。此外,在以6级配置的液晶单元中,通过采用使各偏振成分在液晶层中旋光前或在旋光后扩散且在一个液晶单元中旋光前后不扩散的结构,也能够在极角的恒定范围中得到实质平坦的强度分布。

[0243] [第4实施方式]

[0244] 图21示出本发明的一实施方式所涉及的照明装置100的立体图。照明装置100包括液晶光控制元件102以及电路基板104。液晶光控制元件102应用第1～第4实施方式所示的结构。图21示出液晶光控制元件102由第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30以及第4液晶单元40构成的一个例子。在第1液晶单元10与第2液晶单元20之间、第2液晶单元20与第3液晶单元30之间、第3液晶单元30与第4液晶单元40之间设置有未图示的透明粘接层。

液晶光控制元件102具有:前后相邻配置的液晶单元彼此通过透明粘接层而粘接的构造。

[0245] 电路基板104包括:驱动液晶光控制元件102的电路。第1液晶单元10通过第1柔性布线基板F1而与电路基板104连接,第2液晶单元20通过第2柔性布线基板F2而与电路基板104连接,第3液晶单元30通过第3柔性布线基板F3而与电路基板104连接,第4液晶单元40通过第4柔性布线基板F4而与电路基板104连接。电路基板104经由柔性布线基板对各液晶单元输出控制液晶的取向状态的控制信号。

[0246] 图1所示的照明装置100在液晶光控制元件102的背面侧配置有光源106。照明装置100构成为,从光源106发射的光穿过液晶光控制元件102而在附图的近前侧射出。液晶光控制元件102从光源106这侧依次配置有第1液晶单元10、第2液晶单元20、第3液晶单元30、第4液晶单元40。

[0247] 也可以是,光源106包含白色光源,根据需要在白色光源与液晶光控制元件102之间配置有透镜等光学元件。白色光源是发射接近自然光的光的光源,也可以是发射被称为日光色、灯泡色这样的调光后的光的光源。光源106期望由配光范围窄的光源构成,例如优选具有在LED光源组合有反射器、透镜等的结构。

[0248] 如第1～第4实施方式所示,本实施方式所涉及的照明装置100通过液晶光控制元件102能够控制从光源106发射的光的强度分布。即,通过输入至液晶光控制元件102的控制信号,能够控制照明光的极角方向的强度分布。通过本实施方式所涉及的照明装置100,能够进行在照射面内调整了照度的照明。

[0249] 附图标记说明

[0250] 10...第1液晶单元;20...第2液晶单元;30...第3液晶单元;40...第4液晶单元;50...第5液晶单元;60...第6液晶单元;100...照明装置;102...液晶光控制元件;104...电路基板;106...光源;AL11...第1取向膜;AL12...第2取向膜;E11...第1电极;E12...第2电极;E11A...第1带状电极;E11B...第2带状电极;E12A...第3带状电极;E12B...第4带状电极;F1...第1柔性布线基板;F2...第2柔性布线基板;F3...第3柔性布线基板;F4...第4柔性布线基板;LC1...第1液晶层;LC2...第2液晶层;LC3...第3液晶层;LC4...第4液晶层;LC5...第5液晶层;LC6...第6液晶层;LCM...液晶分子;PE11...第1供电线;PE12...第2供电线;PE13...第3供电线;PE14...第4供电线;PE15...第5供电线;PE16...第6供电线;PT11...第1供电端子;PT12...第2供电端子;SE...密封件;S11...第1基板;S12...第2基板;T11...第1连接端子;T12...第2连接端子;T13...第3连接端子;T14...第4连接端子。

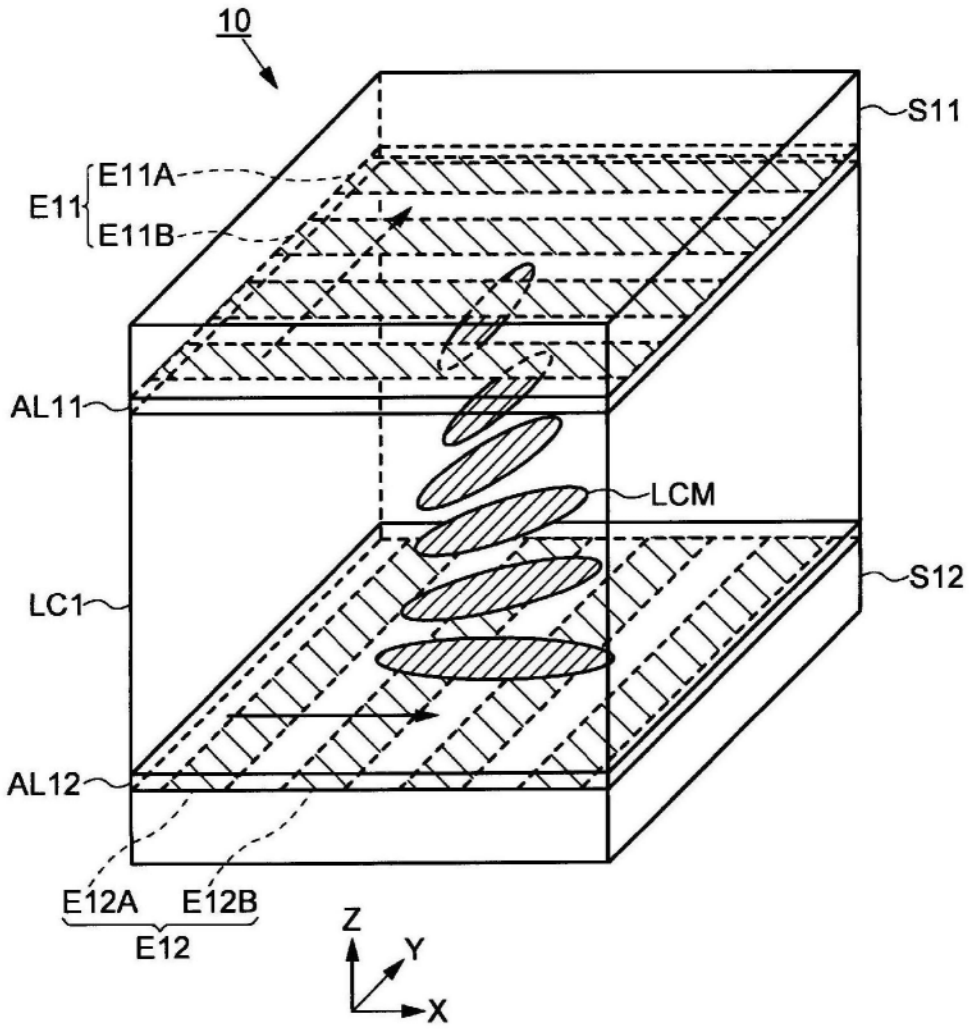


图1

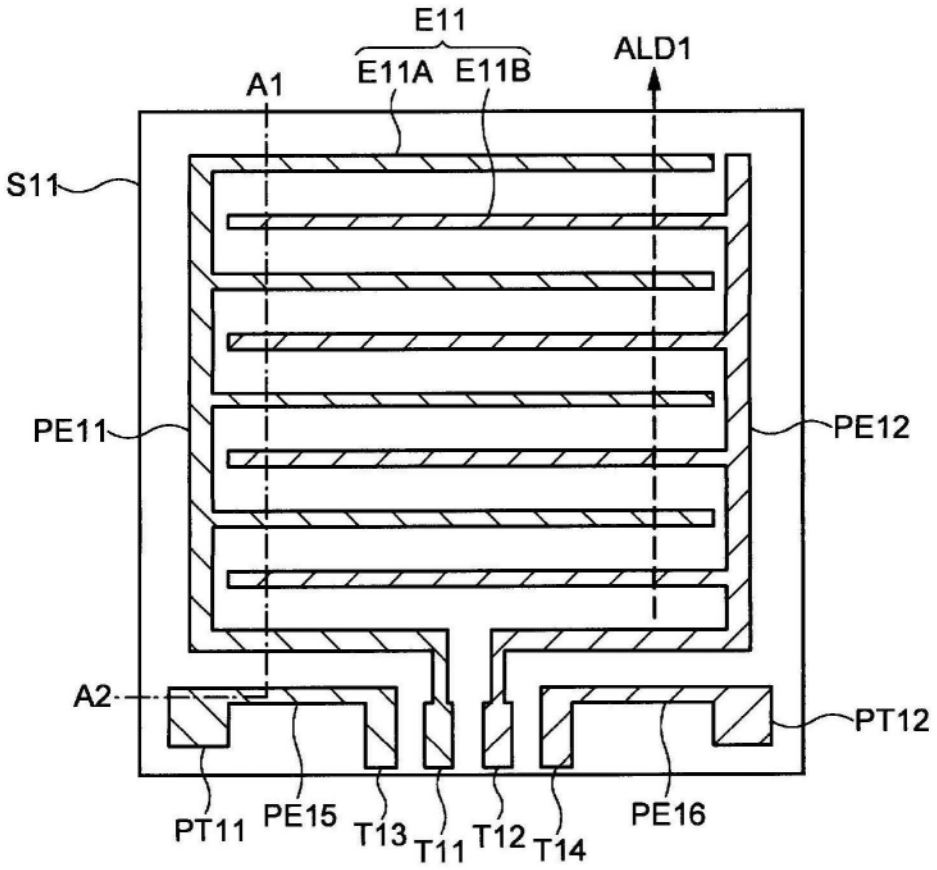

E11
E11A
E11B
ALD1
A1
S11
PE11
PE12
A2
PT12
PT11
PE15
T13
T11
T12
T14
PE16

图2A

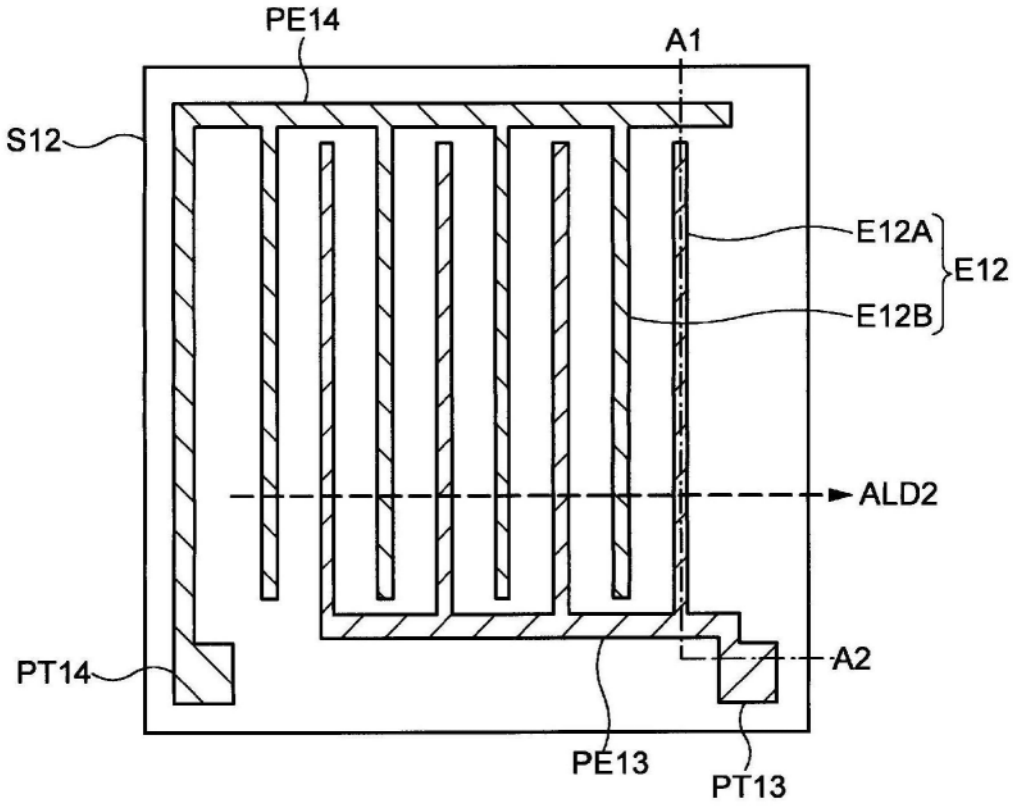


图2B

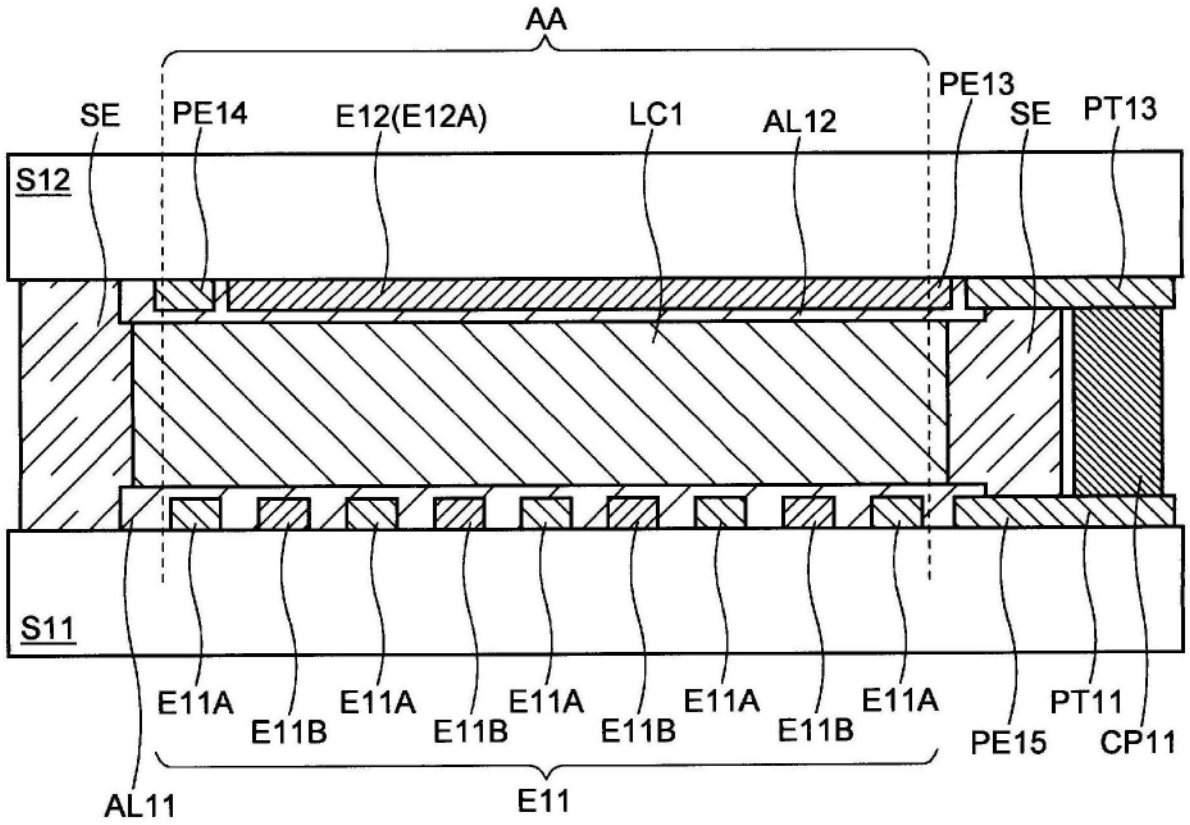

AA
SE
PE14
E12(E12A)
LC1
AL12
PE13
SE
PT13
S12
S11
E11A
E11B
E11A
E11B
E11A
E11B
E11A
E11B
E11A
PE15
PT11
CP11
AL11
E11

图3

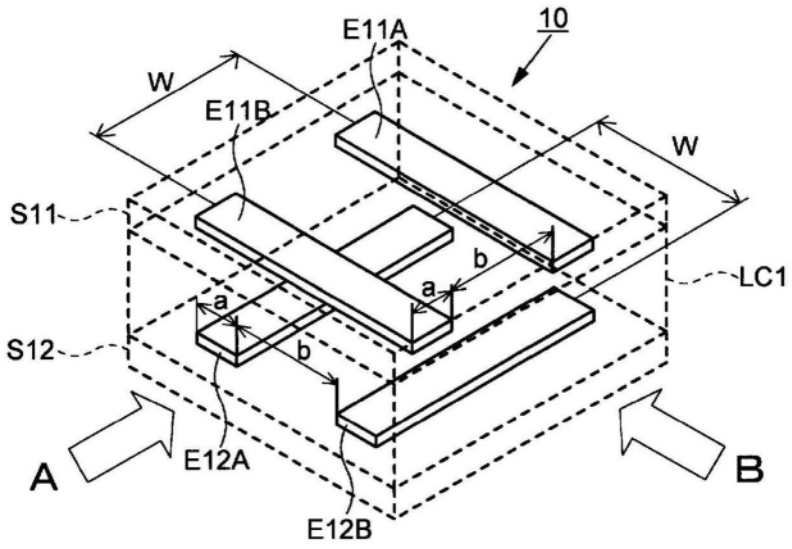

E11A
10
W
E11B
W
S11
LC1
b
a
a
S12
b
A
E12A
B
E12B

图4A

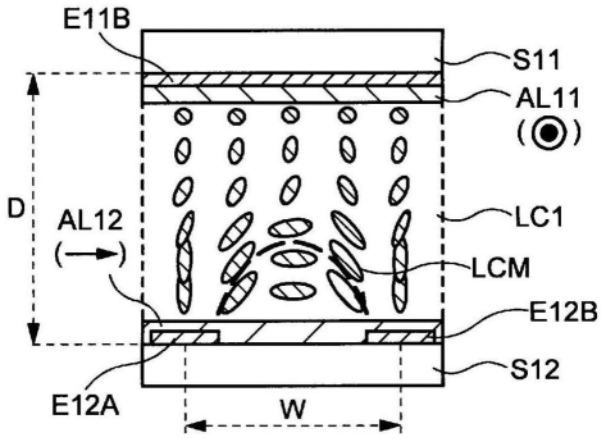

E11B
S11
AL11
D
AL12
LC1
LCM
E12B
S12
E12A
W

图4B

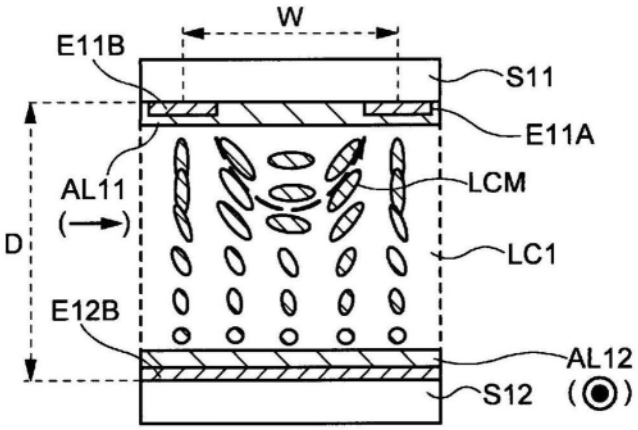
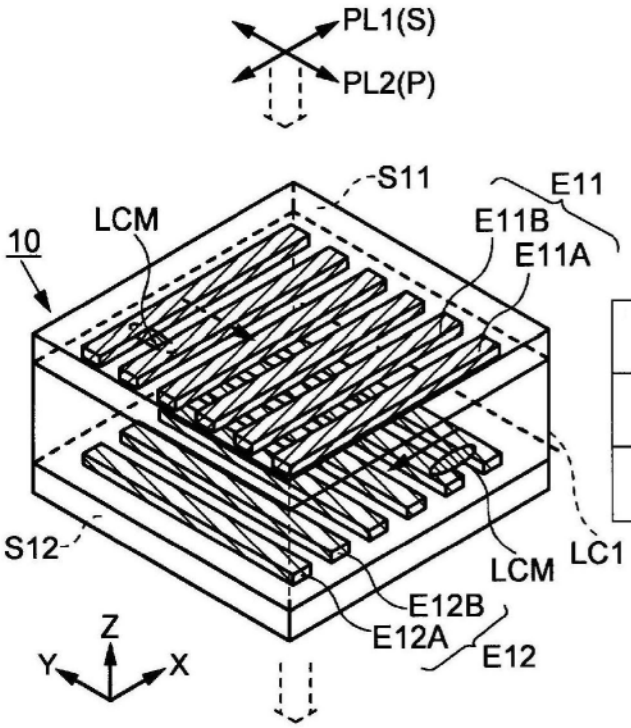

W
E11B
S11
E11A
AL11
LCM
D
LC1
E12B
AL12
S12

图4C



	第1偏振成分 (PL1)	第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11	透过	扩散(Y)
液晶层 LC1	旋光	旋光
第2电极 E12	透过	扩散(X)

图5A

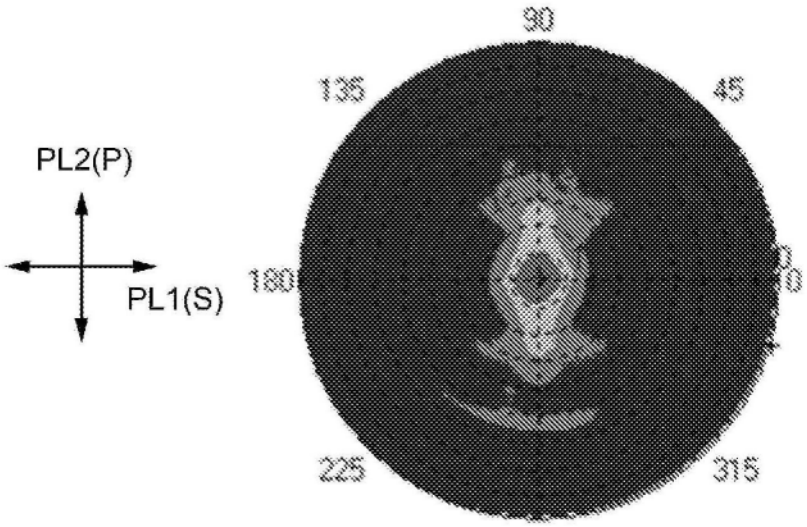


图5B

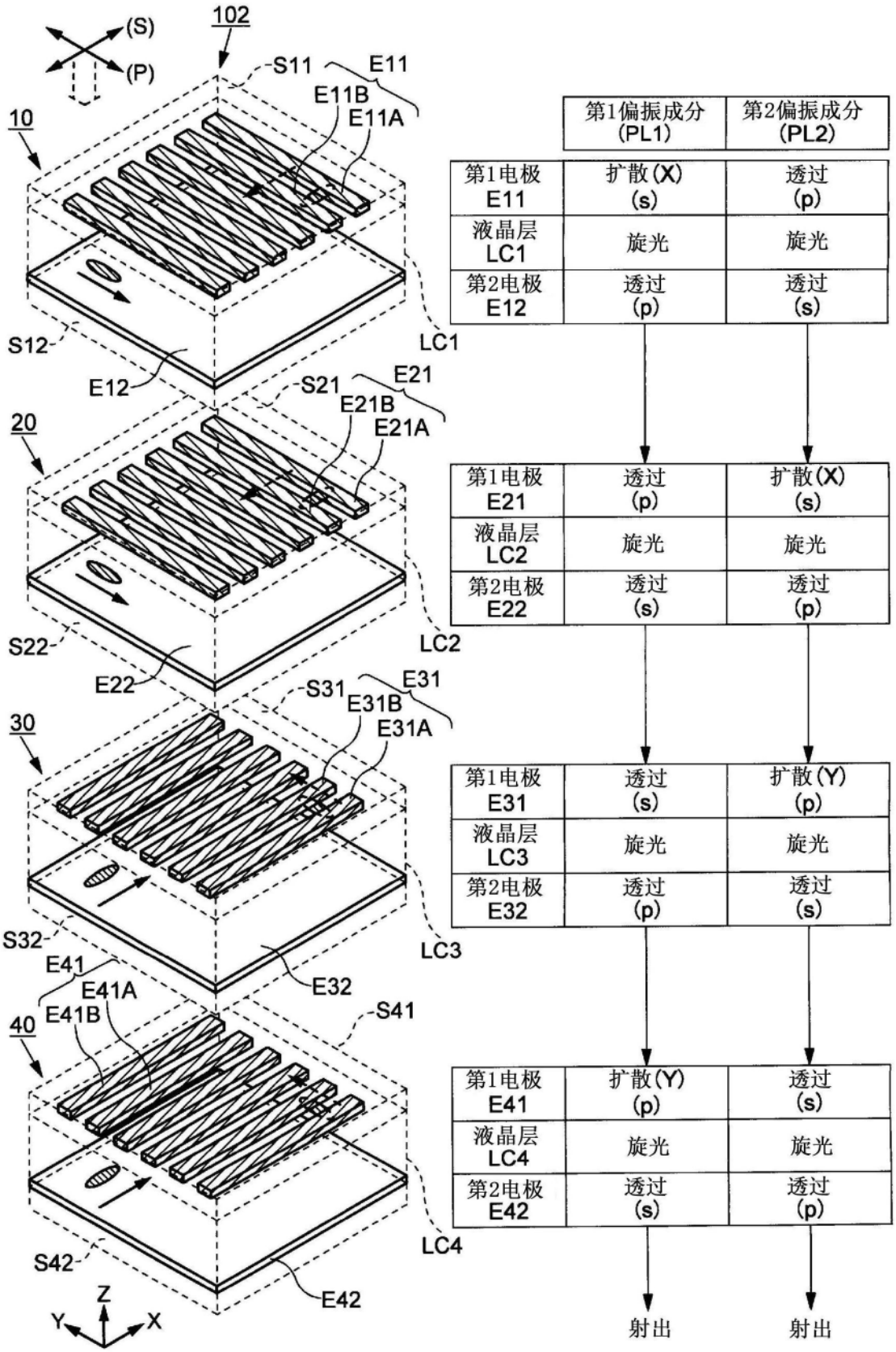

(S)
(P)
102
S11
E11
E11B
E11A
10
S12
E12
LC1
S21
E21
E21B
E21A
20
S22
E22
LC2
S31
E31
E31B
E31A
30
S32
E41
E41A
E41B
40
E32
S41
S42
E42
LC4
LC3
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
扩散(X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散(X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E31
透过 (s)
扩散(Y) (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E41
扩散(Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
透过 (s)
透过 (p)
射出
射出

图6

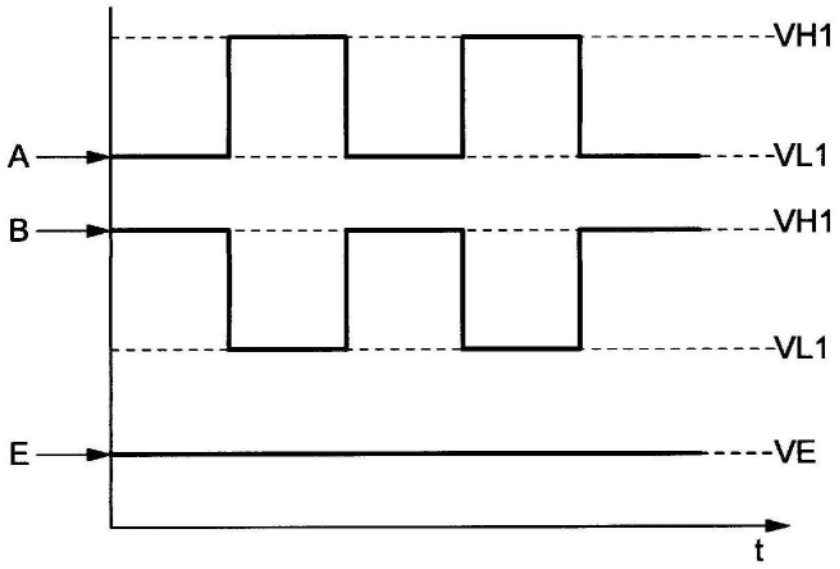


图7

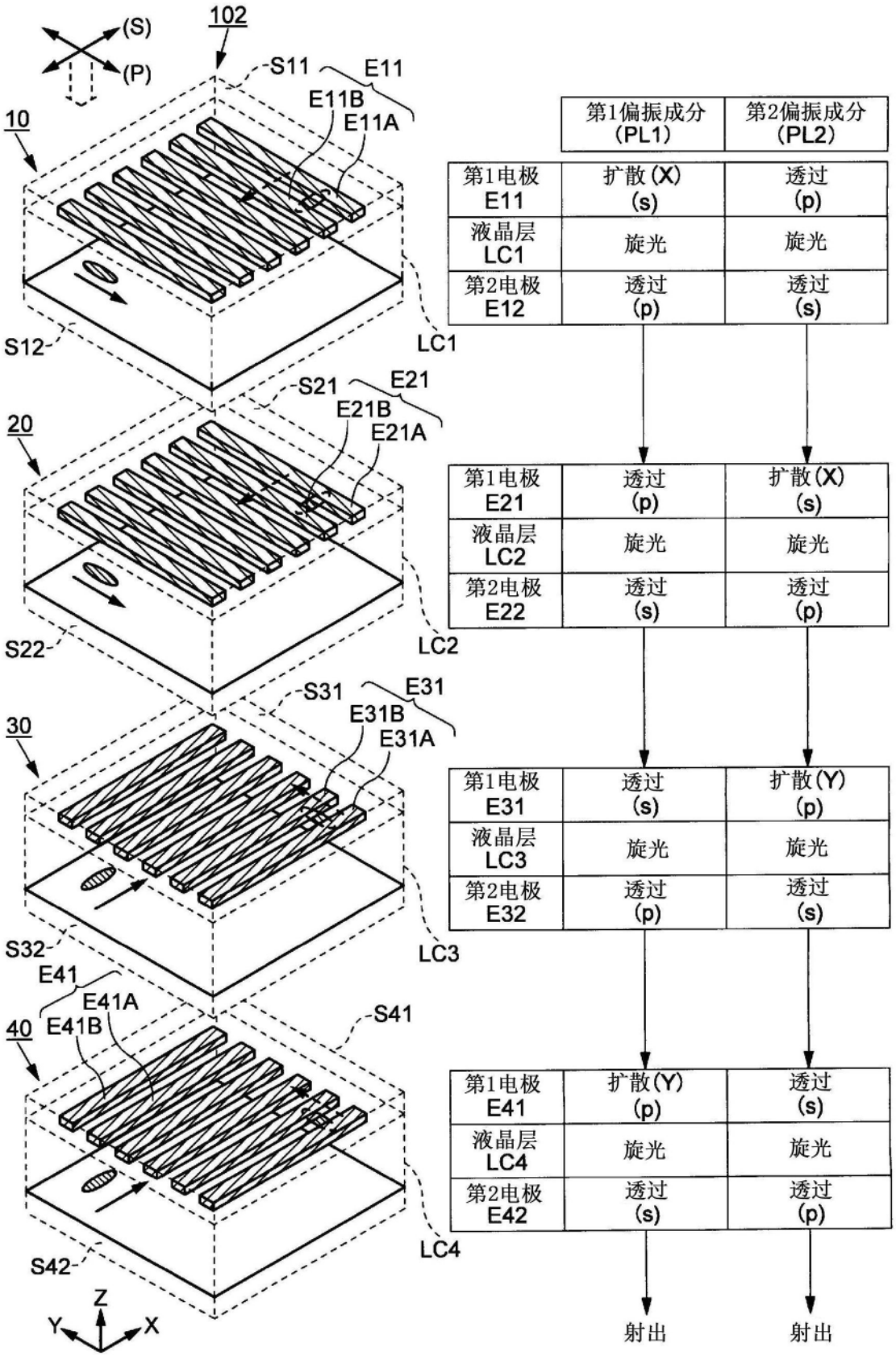

(S)
(P)
102
S11
E11
E11B
E11A
10
S12
LC1
S21
E21
E21B
E21A
20
S22
LC2
S31
E31
E31B
E31A
30
S32
LC3
E41
E41A
E41B
40
S41
S42
LC4
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
扩散 (X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散 (X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E31
透过 (s)
扩散 (Y) (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E41
扩散 (Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
透过 (s)
透过 (p)
射出
射出

图8

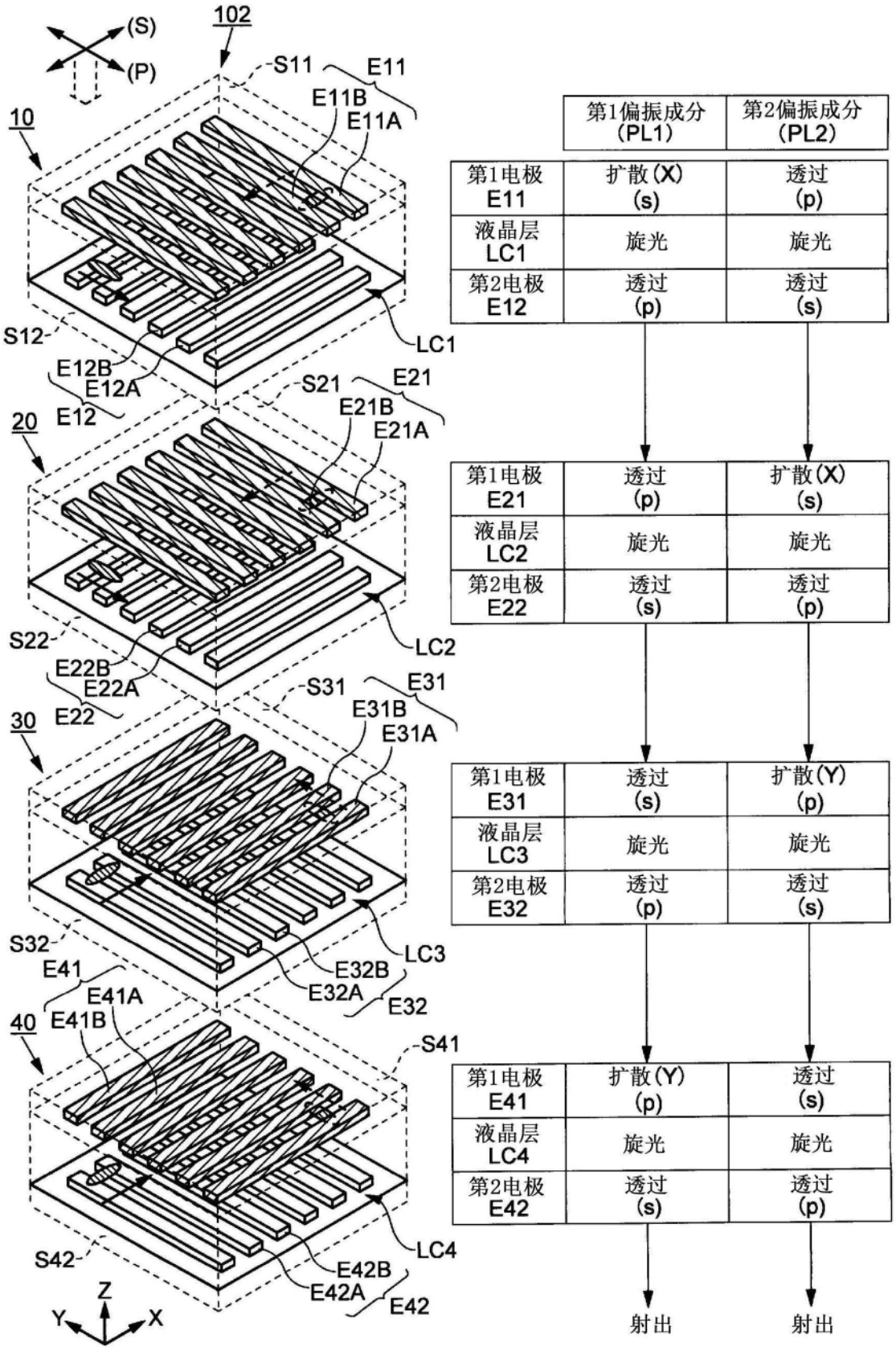

(S)
(P)
102
10
S11
E11
E11B
E11A
LC1
S12
E12B
E12A
E12
20
S21
E21
E21B
E21A
LC2
S22
E22B
E22A
E22
30
S31
E31
E31B
E31A
LC3
S32
E32B
E32A
E32
40
E41
E41A
E41B
S41
LC4
S42
E42B
E42A
E42
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
扩散(X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散(X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E31
透过 (s)
扩散(Y) (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E41
扩散(Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
透过 (s)
透过 (p)
射出
射出

图9

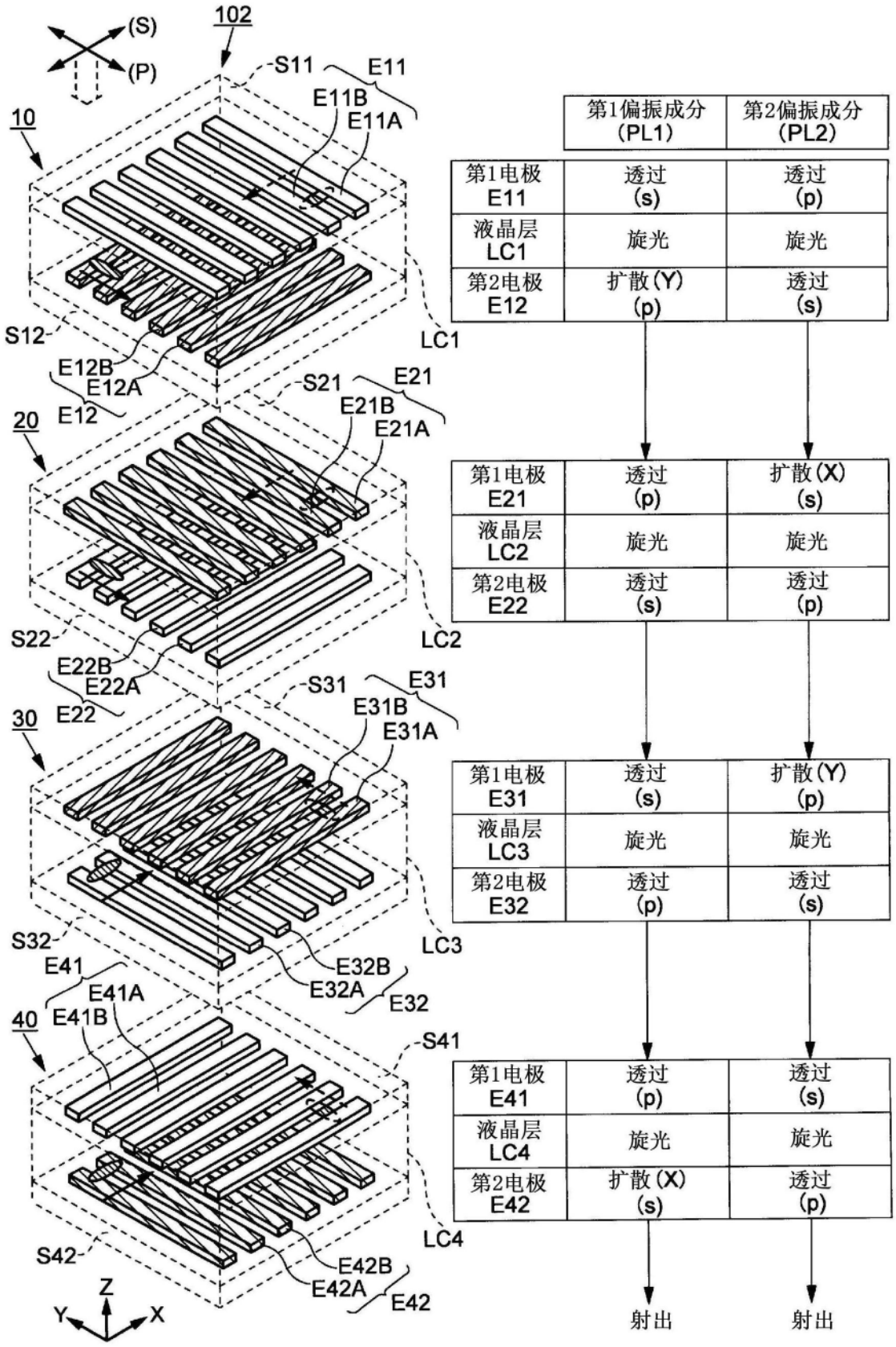

(S)
(P)
102
S11
E11
E11B
E11A
10
S12
E12B
E12A
E12
LC1
S21
E21
E21B
E21A
20
S22
E22B
E22A
E22
LC2
S31
E31
E31B
E31A
30
S32
E41
E41A
E41B
40
E32B
E32A
E32
LC3
S41
S42
E42B
E42A
E42
LC4
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
透过 (s)
透过 (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
扩散(Y) (p)
透过 (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散(X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E31
透过 (s)
扩散(Y) (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E41
透过 (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
扩散(X) (s)
透过 (p)
射出
射出

图10

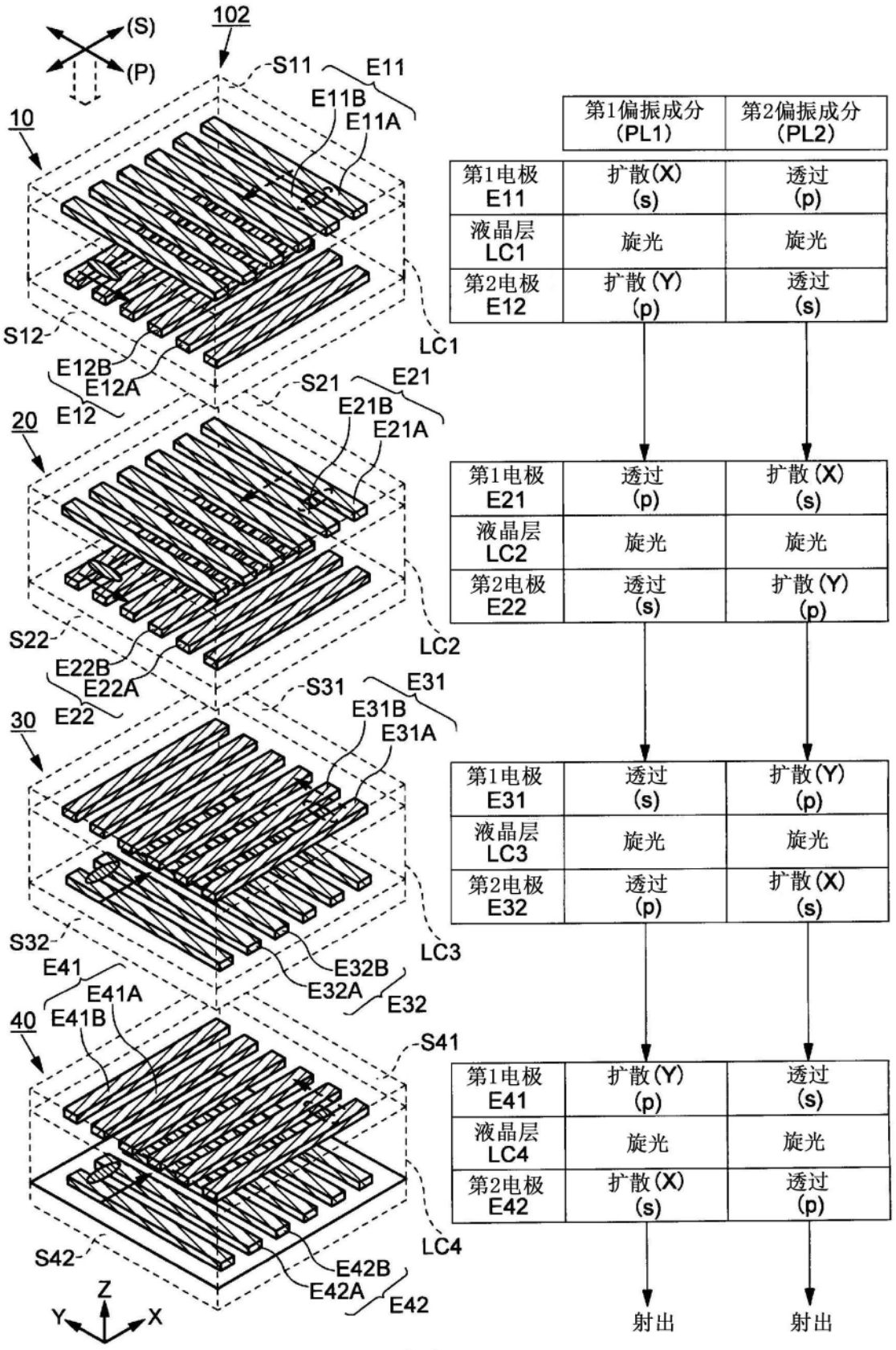

(S)
(P)
102
S11
E11
E11B
E11A
10
S12
E12B
E12A
E12
LC1
S21
E21
E21B
E21A
20
S22
E22B
E22A
E22
LC2
S31
E31
E31B
E31A
30
S32
E41
E41A
E41B
40
E32B
E32A
E32
LC3
S41
S42
E42B
E42A
E42
LC4
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
扩散(X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
扩散(Y) (p)
透过 (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散(X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
扩散(Y) (p)
第1电极 E31
透过 (s)
扩散(Y) (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
扩散(X) (s)
第1电极 E41
扩散(Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
扩散(X) (s)
透过 (p)
射出
射出

图11

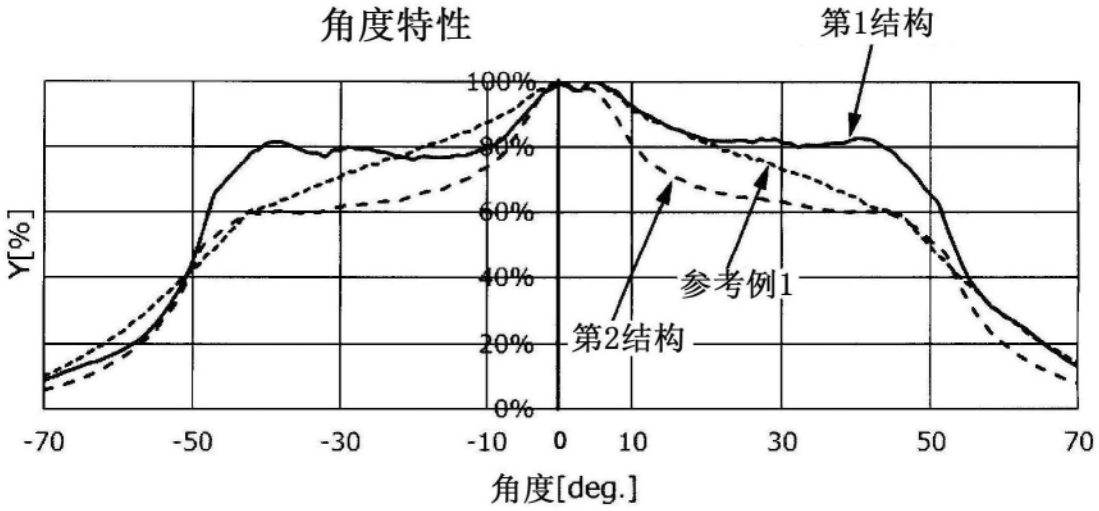


图12A

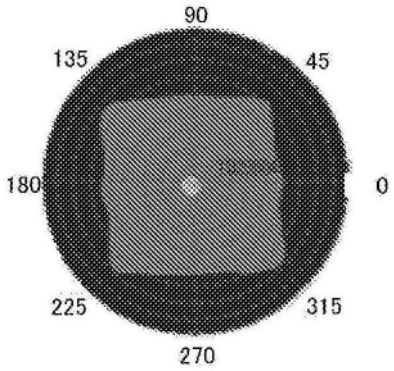


图12B

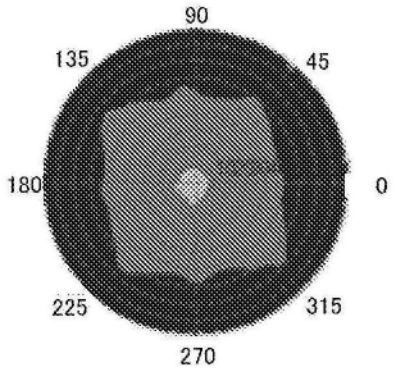


图12C

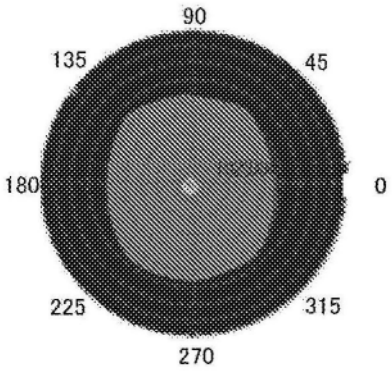


图12D

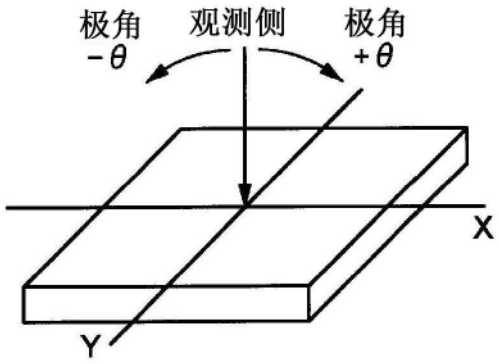


图12E

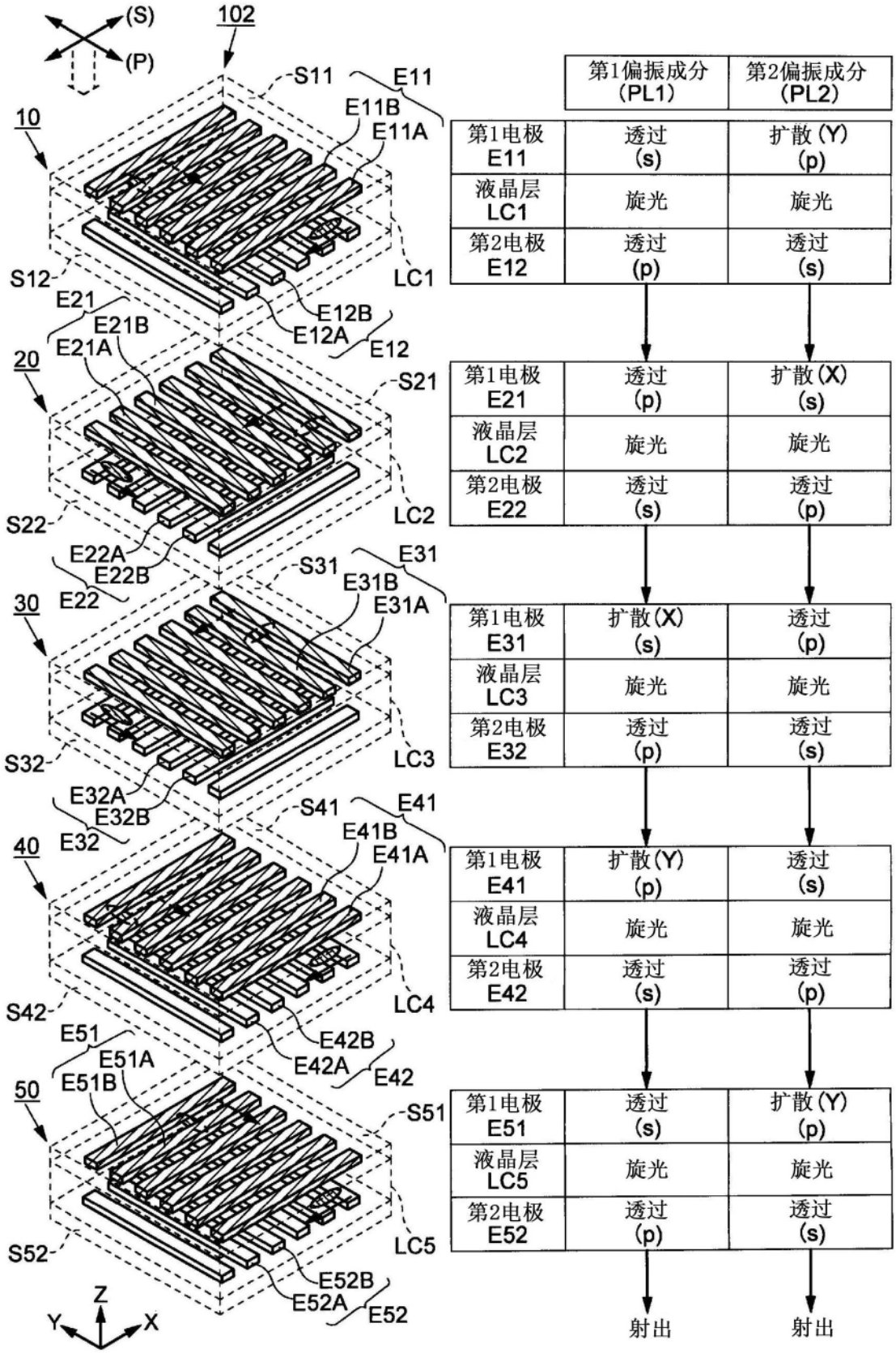

(S)
(P)
102
10
S11
E11
E11B
E11A
S12
LC1
E12B
E12A
E12
E21
E21B
E21A
20
S21
S22
LC2
E22A
E22B
E22
30
S31
E31
E31B
E31A
S32
LC3
E32A
E32B
E32
40
S41
E41
E41B
E41A
S42
LC4
E42B
E42A
E42
E51
E51A
E51B
50
S51
S52
LC5
E52B
E52A
E52
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
透过 (s)
扩散 (Y) (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散 (X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E31
扩散 (X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E41
扩散 (Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E51
透过 (s)
扩散 (Y) (p)
液晶层 LC5
旋光
旋光
第2电极 E52
透过 (p)
透过 (s)
射出
射出

图13

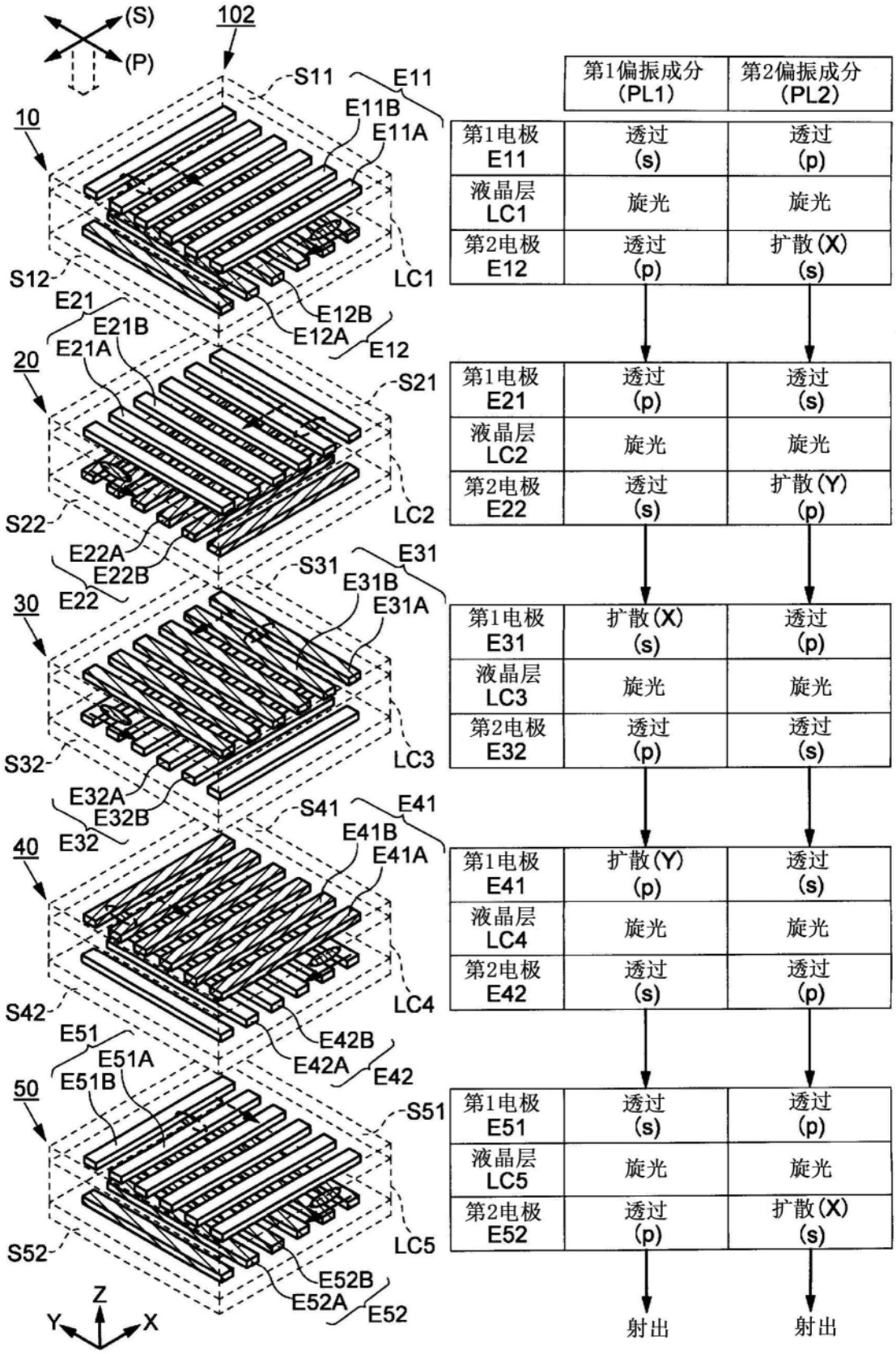

(S)
(P)
102
10
S11
E11
E11B
E11A
S12
LC1
E12B
E12A
E12
E21
E21B
E21A
20
S21
S22
LC2
E22A
E22B
E22
30
S31
E31
E31B
E31A
S32
LC3
E32A
E32B
E32
40
S41
E41
E41B
E41A
S42
LC4
E42B
E42A
E42
50
E51
E51A
E51B
S51
S52
LC5
E52B
E52A
E52
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
透过 (s)
透过 (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
透过 (p)
扩散 (X) (s)
第1电极 E21
透过 (p)
透过 (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
扩散 (Y) (p)
第1电极 E31
扩散 (X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
透过 (p)
透过 (s)
第1电极 E41
扩散 (Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
透过 (s)
透过 (p)
第1电极 E51
透过 (s)
透过 (p)
液晶层 LC5
旋光
旋光
第2电极 E52
透过 (p)
扩散 (X) (s)
射出
射出

图14

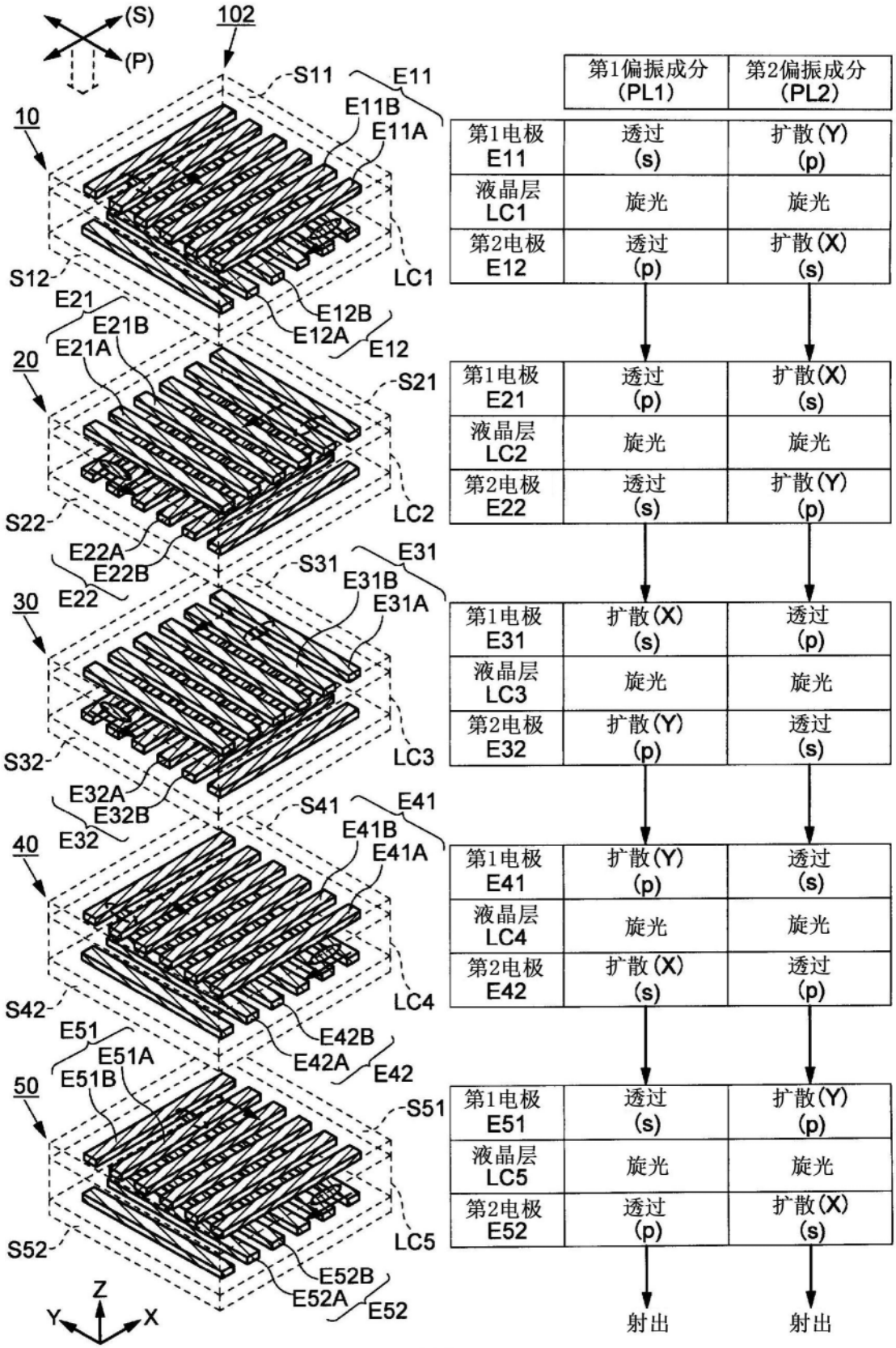

(S)
(P)
102
10
S11
E11
E11B
E11A
LC1
S12
E12B
E12A
E12
E21
E21B
E21A
20
S21
LC2
S22
E22A
E22B
E22
30
S31
E31
E31B
E31A
LC3
S32
E32A
E32B
E32
40
S41
E41
E41B
E41A
LC4
S42
E42B
E42A
E42
E51
E51A
E51B
50
S51
LC5
S52
E52B
E52A
E52
Z
Y
X
第1偏振成分 (PL1)
第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11
透过 (s)
扩散(Y) (p)
液晶层 LC1
旋光
旋光
第2电极 E12
透过 (p)
扩散(X) (s)
第1电极 E21
透过 (p)
扩散(X) (s)
液晶层 LC2
旋光
旋光
第2电极 E22
透过 (s)
扩散(Y) (p)
第1电极 E31
扩散(X) (s)
透过 (p)
液晶层 LC3
旋光
旋光
第2电极 E32
扩散(Y) (p)
透过 (s)
第1电极 E41
扩散(Y) (p)
透过 (s)
液晶层 LC4
旋光
旋光
第2电极 E42
扩散(X) (s)
透过 (p)
第1电极 E51
透过 (s)
扩散(Y) (p)
液晶层 LC5
旋光
旋光
第2电极 E52
透过 (p)
扩散(X) (s)
射出
射出

图15

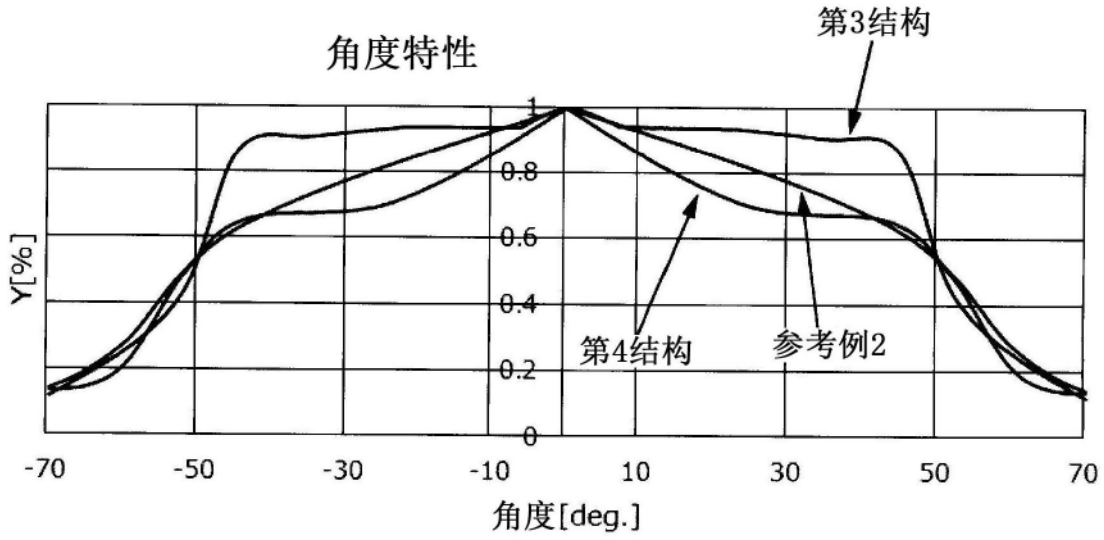
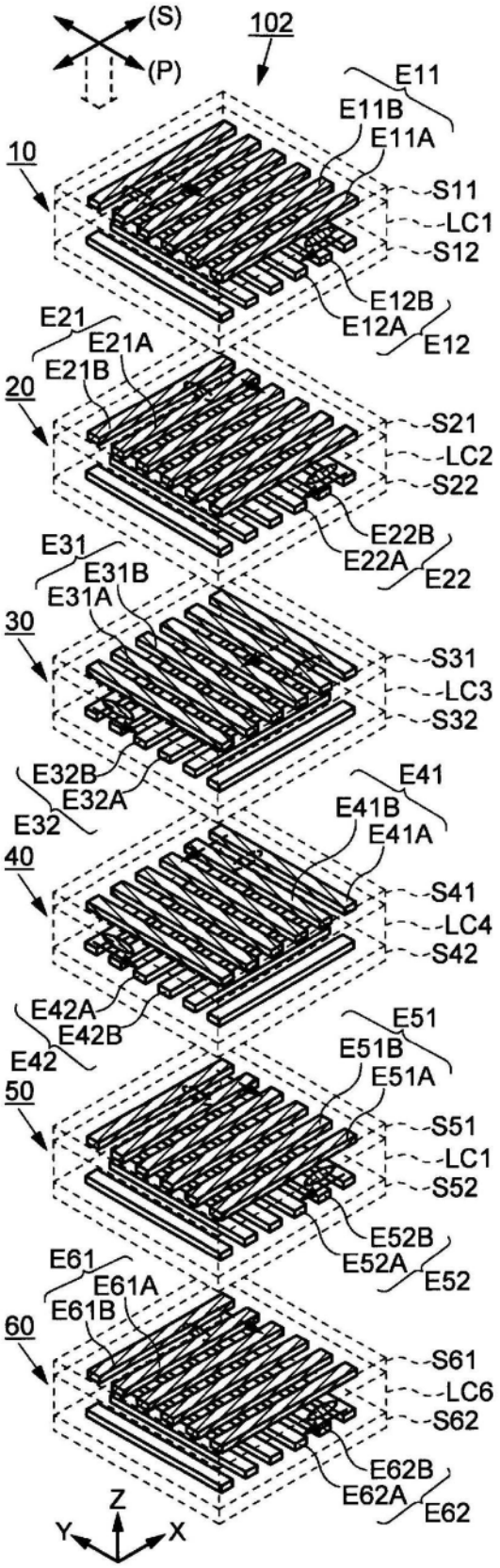
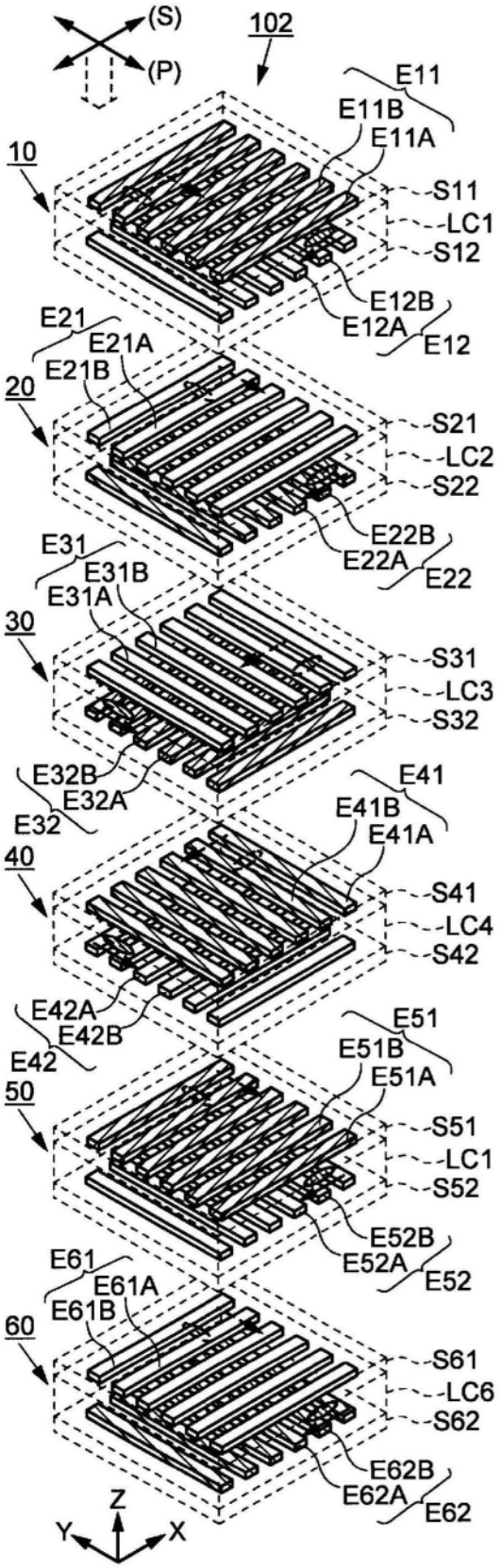


图16



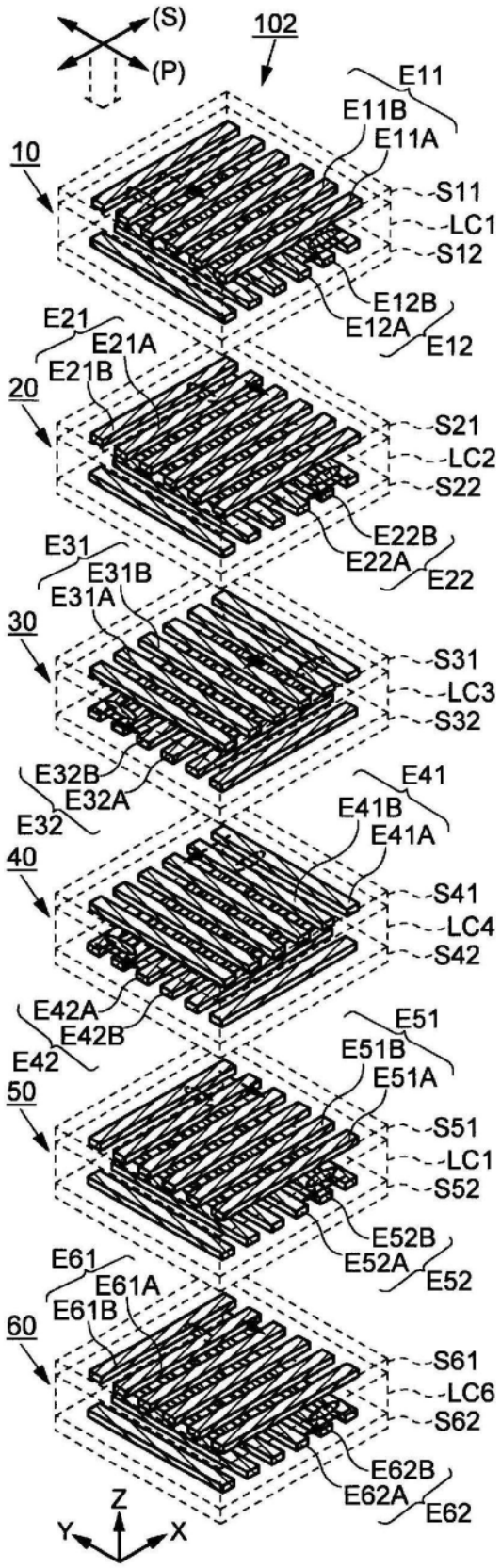
	第1偏振成分 (PL1)	第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11	透过 (s)	扩散(Y) (p)
液晶层 LC1	旋光	旋光
第2电极 E12	透过 (p)	透过 (s)
第1电极 E21	扩散(Y) (p)	透过 (s)
液晶层 LC2	旋光	旋光
第2电极 E22	透过 (s)	透过 (p)
第1电极 E31	扩散(X) (s)	透过 (p)
液晶层 LC3	旋光	旋光
第2电极 E32	透过 (p)	透过 (s)
第1电极 E41	透过 (p)	扩散(X) (s)
液晶层 LC4	旋光	旋光
第2电极 E42	透过 (s)	透过 (p)
第1电极 E51	透过 (s)	扩散(Y) (p)
液晶层 LC15	旋光	旋光
第2电极 E52	透过 (p)	透过 (s)
第1电极 E61	扩散(Y) (p)	透过 (s)
液晶层 LC6	旋光	旋光
第2电极 E62	透过 (s)	透过 (p)
	射出	射出

图17



	第1偏振成分 (PL1)	第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11	透过 (s)	扩散(Y) (p)
液晶层 LC1	旋光	旋光
第2电极 E12	透过 (p)	透过 (s)
第1电极 E21	透过 (p)	透过 (s)
液晶层 LC2	旋光	旋光
第2电极 E22	扩散(X) (s)	透过 (p)
第1电极 E31	透过 (s)	透过 (p)
液晶层 LC3	旋光	旋光
第2电极 E32	扩散(Y) (p)	透过 (s)
第1电极 E41	透过 (p)	扩散(X) (s)
液晶层 LC4	旋光	旋光
第2电极 E42	透过 (s)	透过 (p)
第1电极 E51	透过 (s)	扩散(Y) (p)
液晶层 LC15	旋光	旋光
第2电极 E52	透过 (p)	透过 (s)
第1电极 E61	透过 (p)	透过 (s)
液晶层 LC6	旋光	旋光
第2电极 E62	扩散(X) (s)	透过 (p)
	射出	射出

图18



	第1偏振成分 (PL1)	第2偏振成分 (PL2)
第1电极 E11	透过 (s)	扩散(Y) (p)
液晶层 LC1	旋光	旋光
第2电极 E12	透过 (p)	扩散(X) (s)
第1电极 E21	扩散(Y) (p)	透过 (s)
液晶层 LC2	旋光	旋光
第2电极 E22	扩散(X) (s)	透过 (p)
第1电极 E31	扩散(X) (s)	透过 (p)
液晶层 LC3	旋光	旋光
第2电极 E32	扩散(Y) (p)	透过 (s)
第1电极 E41	透过 (p)	扩散(X) (s)
液晶层 LC4	旋光	旋光
第2电极 E42	透过 (s)	扩散(Y) (p)
第1电极 E51	透过 (s)	扩散(Y) (p)
液晶层 LC15	旋光	旋光
第2电极 E52	透过 (p)	扩散(X) (s)
第1电极 E61	扩散(Y) (p)	透过 (s)
液晶层 LC6	旋光	旋光
第2电极 E62	扩散(X) (s)	透过 (p)
	射出	射出

图19

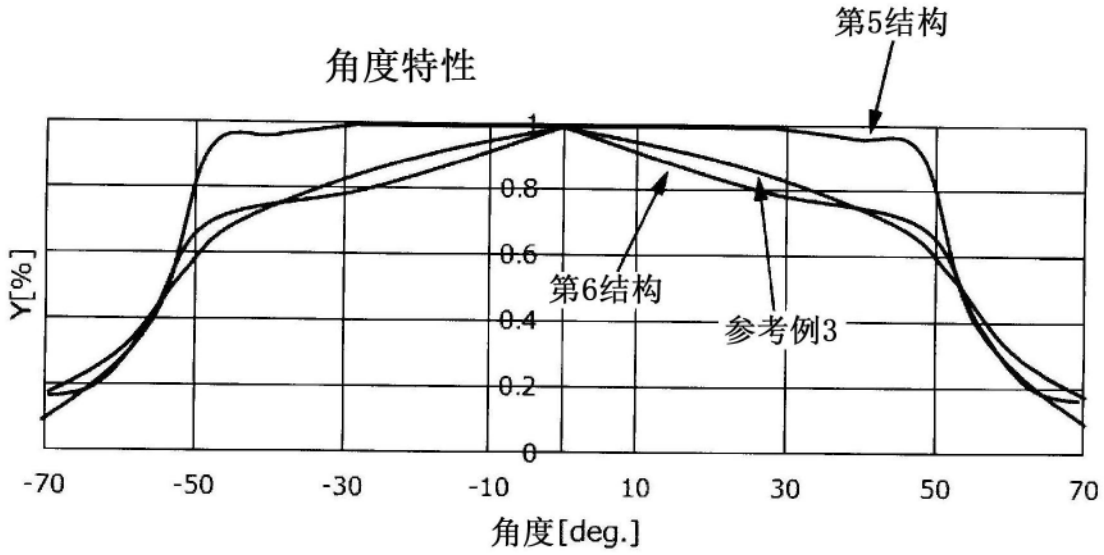


图20

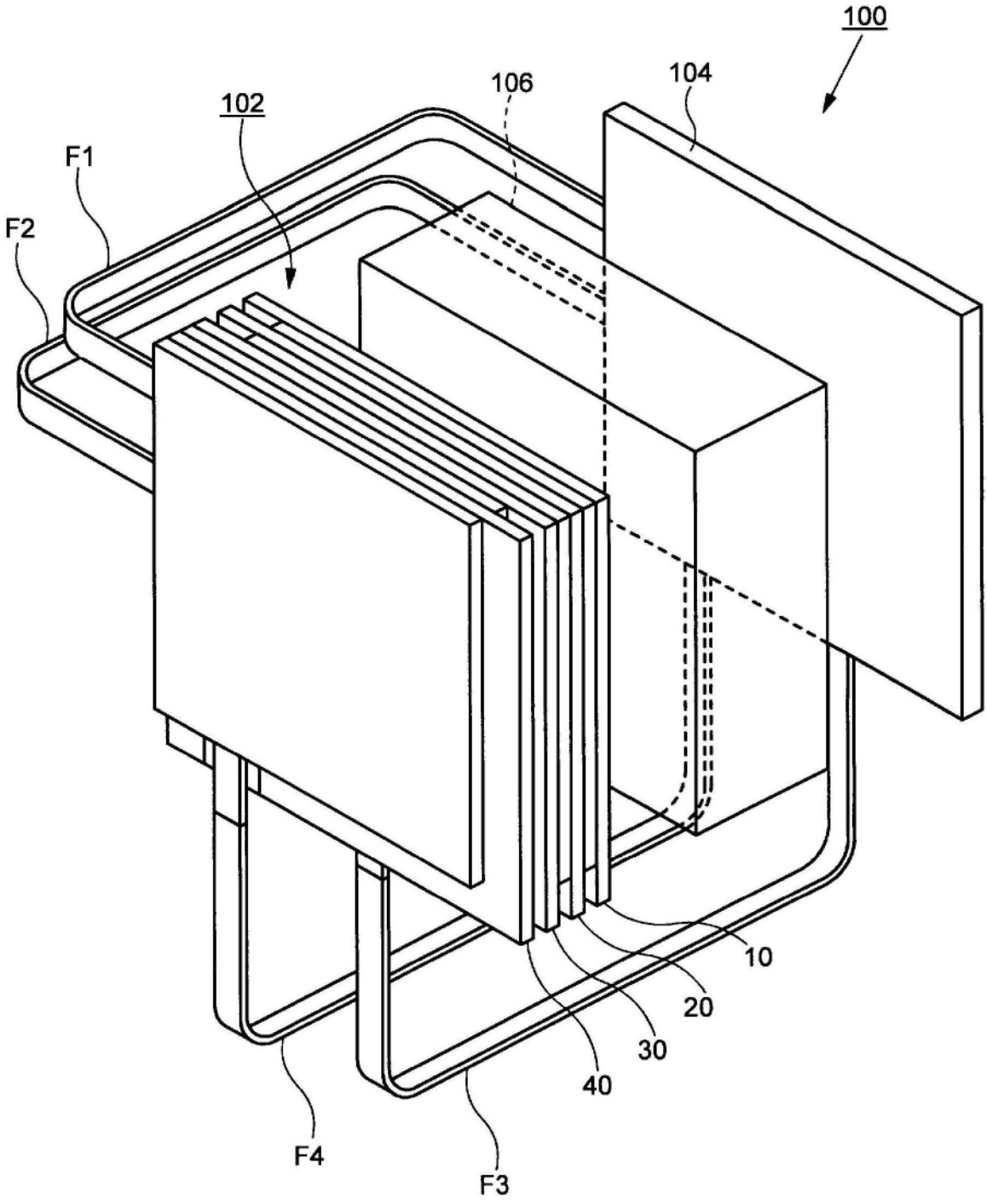


图21