



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116547593 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 04

(21) 申请号 202180051869.7

(22) 申请日 2021.08.31

(30) 优先权数据

63/072,361 2020.08.31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.02.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/048418 2021.08.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/047371 EN 2022.03.03

(71) 申请人 阿尔法米克罗恩公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 B·塔赫里 P·C·索托

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

专利代理师 张芸 周伟

(51) Int.Cl.

G02F 1/13 (2006.01)

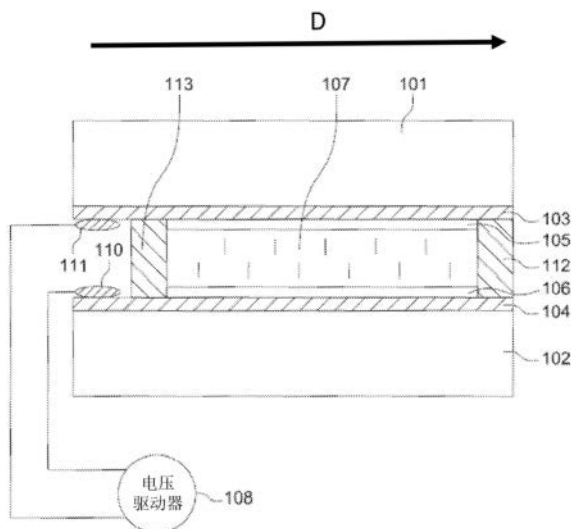
权利要求书2页 说明书13页 附图15页

(54) 发明名称

分级式电光装置及方法

(57) 摘要

公开一种具有一或多个空间可变光学响应特性的光学装置。所述光学装置包含单元，所述单元包含含于一对衬底之间的液晶材料，每一衬底具有设置于其上的透明导电层。电极连接件接触每一透明导电层。驱动信号源与每一电极连接件电连通以用于将驱动信号施加到所述单元。从所述驱动信号源到所述电极连接件的所施加驱动信号在沿着所述对透明导电层远离所述电极连接件引出的梯度方向上产生电压梯度。所述电压梯度由所述液晶材料接收以在所述装置的至少一部分上产生至少一个光学响应特性的梯度。



1. 一种具有一或多个空间可变光学响应特性的光学装置,所述光学装置包括:
单元,其包括含于一对衬底之间的液晶材料,每一衬底具有设置于其上的透明导电层;
电极连接件,其接触每一透明导电层;以及
驱动信号源,其与每一电极连接件电连通以用于将驱动信号施加到所述单元,
其中:
 - i) 从所述驱动信号源到所述电极连接件的所施加驱动信号在沿着所述对透明导电层远离所述电极连接件引出的梯度方向上产生电压梯度;且
 - ii) 所述电压梯度由所述液晶材料接收以跨所述装置的至少一部分产生至少一个光学响应特性的梯度。
2. 根据权利要求1所述的光学装置,其中所述一或多个光学响应特性包含反射、折射、吸收或散射,或其组合。
3. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其中所述液晶材料包括宾主混合物,且至少一个光学响应特性为吸收。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学装置,其中所述透明导电层不被像素化。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的光学装置,其中所述电极连接件各自位于所述装置内的大致相同位置处。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的光学装置,其中所述电极连接件各自在装置边缘处或附近、在装置拐角处或附近,在或装置中心处或附近协同定位。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的光学装置,其中所述驱动信号至少由电压和频率表征。
8. 根据权利要求7所述的光学装置,其中更改所述驱动信号的所述频率改变沿着所述梯度方向的至少一个光学响应特性。
9. 根据权利要求7或8所述的光学装置,其中所述电压大于所述LC的 V_{th} ,且所述频率大于30Hz。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学装置,其中所述液晶材料具有负各向异性。
11. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学装置,其中所述液晶材料具有正各向异性。
12. 根据权利要求1至11中任一项所述的光学装置,其中每一电极连接件为沿着所述单元的边界或边缘的电极总线。
13. 根据权利要求12所述的光学装置,其中所述边界为圆形且所述梯度方向为所述圆的半径,使得所述单元的至少一个光学响应特性能够沿着所述圆的所述半径变化。
14. 根据权利要求1至13中任一项所述的光学装置,其中所述光学装置为空间可变滤光器。
15. 根据权利要求1至14中任一项所述的光学装置,其中所述透明导电层是不具有任何图案的均匀层。
16. 根据权利要求1至10所述的光学装置,其中所述透明导电层具有大于或等于1欧姆/平方的电阻率。
17. 根据权利要求2至15中任一项所述的光学装置,其中至少一个光学响应特性为折射。
18. 根据权利要求17所述的光学装置,其中所述装置为具有可变折射率的透镜。

19. 根据权利要求17所述的光学装置,其中所述装置为可变光束偏光器。

20. 一种制品,其包括根据权利要求1至19中任一项所述的光学装置,其中所述制品包含眼镜、眼罩、护目镜、防护面罩、AR/VR耳机、近眼显示器、视窗、挡风玻璃、天窗、平视显示器或光学仪器。

21. 根据权利要求20所述的制品,其中所述光学装置层压到其上。

分级式电光装置及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请主张2020年8月31日提交的标题为分级式电光装置及方法 (GRADUATED ELECTRO-OPTIC DEVICE AND METHOD) 的美国临时专利申请第63/072,361号的优先权和任何其他权益,所述专利申请的全部公开内容完全以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及光学装置。

背景技术

[0004] 如眼镜、透镜、相机滤光器以及窗玻璃 (glazing) 的常规光学装置通常具有固定光学性质,如色调、反射或焦距。这通过在某些应用中具有次优性能而导致用户体验受损。在一些日常实例中,光学装置的质量和多功能性并非如此苛刻。在其它环境中,例如,在需要专业和最优照明的电影拍摄期间,相机的光学性质是至关重要的。因此,在这些应用中,共同方法为取决于环境条件而改变光学装置。这对光学装置的多功能性产生极大约束。此外,存在不可能物理地改变光学装置的许多例子。为了克服此情况,使用分级装置。这些分级装置是光学装置,其中光学性能取决于所使用的位置而变化。这些的常见实例包含太阳镜的分级色调、多焦点处方透镜、汽车挡风玻璃的日光定级以及分级相机滤光器。举例来说,在自然日光使图片的亮度饱和的电影拍摄期间,使用具有分级色调的滤光器,其中在日光进入相机透镜最多的“顶部”处,色调最暗 (图1A)。因为这些滤光器不是按需可调整的,所以当日光条件改变时,必须改变这些滤光器。因此,甚至对于这些系统,对于不同光照条件,需要具有“较宽”或“较窄” (空间可变) 色调区的多个滤光器。

[0005] 为了克服常规光学装置的挑战,需要可根据周围环境状况和/或用户的需求来调整其光学响应的可调适光学装置。在这种情况下,例如,可取决于环境光照条件来更改光学装置的色调。替代地,透镜的焦距 (可调整折射率) 可以是可调整的。这已使用电光材料,如液晶 (LC) 来证实。举例来说,将电信号供应到透明导体,如ITO。这更改电光材料且因此装置的光学性质。已需要实现“梯度”像素化或某一其它电极图案化。在这种情况下,将电信号施加到与常规LCD中所使用的特定像素类似的特定像素。因此,制备在光学性质上具有空间“分级”改变的装置需要各自具有不同光学性质的多个区。这又意味着透明导体、多个电极触点以及复杂驱动器的复杂像素化。即使在这些条件下,也仅实现“逐步”改变。这一方法不适用于某些应用,例如,用于摄影或电影拍摄。“逐步”滤光器在两个邻近区之间产生光学界面,这导致入射光的折射或强度发生寄生改变。这种改变通常由相机传感器记录且通常被视为不合需要的。为了说明此,图1A展示平稳渐进的固定色调相机滤光器的现有技术实例,其中色调转变是渐进但固定的。图1B展示具有具备不同色调的各种像素或片段的现有技术LC可变色调装置。这一装置可达成不同色调水平,但色调转变为逐步且急剧的。图1C展示说明沿着滤光器的侧面 (Y轴) 的“逐步”光透射率T%与距离D之间的关系的曲线图。

[0006] 分级式色调装置的另一类型是人造虹膜。一个实例为包含若干可单独寻址的同心

LCD环的人工晶状体,参见图2(来自Smet,Herbert De等人的“用作动态人造虹膜的弯曲宾主LCD环(Curved Guest-Host LCD used as a dynamic artificial iris)”(2014)国际信息显示学会,中欧分会,2014年春季会议;摘要书.第22-22页)。这些环可以打开或关闭,且可电控每一环或区域的暗度。在图式中,仅展示极端状态(最大透射和最大吸收)。这些LCD环的开/关开关产生虹膜类特征,这可用于帮助具有虹膜缺陷(如无虹膜或平滑肌瘤)的人。这种类型的多环虹膜的一个缺点在于,人们仅可以逐步方式调整着色区,但无法创建模拟天然虹膜的连续梯度着色区。

[0007] 光的透射率/吸收率为可调整的一种类型的光学响应。存在可通过控制装置的折射率来实现的其它光学响应。此的共同实例为透镜。光学装置的焦距通常由三个不同因素确定:光学装置的曲率(凹面或者凸面)、透镜的厚度以及材料的折射率。因为三者均为透镜自身的物理性质,所以一旦制造出透镜,单个透镜的焦距便是不可调整的。为了具有可调整的聚焦深度,通常需要具有不同焦距的一组透镜。或替代地,使用固定焦距透镜的复杂移动来调整图像位置或聚焦深度。这些笨重方法在例如双焦或三焦眼镜中,或在需要可变焦距的相机透镜中是不可行的。为了消除对多个透镜的需求且创建具有可调整焦距特征的单个透镜系统,已尝试且提出可产生可调整折射率的装置。归因于其高双折射和低功率消耗,液晶是适合这种类型的应用的电光材料(例如,美国公开案第2004/0179148A1号、美国专利第7,009,757号;以及美国专利第10,330,970号)。使用LC材料来产生可变折射率的现有实例通常涉及复杂图案化电极和/或复杂对准层,以便使LC层的不同区具有不同所施加电压。参见例如图3(采用自美国公开案第2006/164593A1号的具有可变焦距的自适应电活性透镜(Adaptive Electro-Active Lens With Variable Focal Length))。除未达成渐进转变以外,这些图案化方法还需要许多复杂的制造步骤。

[0008] 综上所述,常规光学装置的静态、不可调谐或逐步光学性质(如色调和光学长度)限制其在各种情形下的使用,且需要具有可调谐的、空间可调整的光学性质的更好光学装置从而消除逐步转变且简化制造。本文中所描述的发明旨在解决上文所论述的一些问题。

发明内容

[0009] 本文中描述具有空间可变光学响应特性的光学装置。

[0010] 光学装置包含单元,所述单元包含含于一对衬底之间的液晶材料,每一衬底具有设置于其上的透明导电层。电极连接件接触每一透明导电层。驱动信号源与每一电极连接件电连通以用于将驱动信号施加到单元。从驱动信号源到电极连接件的所施加驱动信号在沿着所述透明导电层远离电极连接件引出的梯度方向上产生电压梯度。电压梯度由液晶材料接收以在装置的至少一部分上产生至少一个光学响应特性的梯度。

附图说明

[0011] 出于对本发明的目标、技术以及结构的全面理解,应参考以下详细描述和附图,其中:

[0012] 图1(A)展示具有沿着方向D逐渐淡变的持久连续色调的静态光学装置的现有技术实例;(B)展示具有分段式可变色调的可变光学装置,(C)展示透射比率T%与距离D之间的关系的曲线图。

- [0013] 图2展示具有逐步色调可调整性的可调谐虹膜(隐形眼镜)的现有技术实例。
- [0014] 图3展示具有可调整折射率与图案化电极的装置现有技术实例。
- [0015] 图4展示在逐步色调改变时经由像素化(A)或分段(B)改变的可调整色调或虹膜隐形眼镜的现有技术实例。
- [0016] 图5为根据一些实施例的液晶单元的示意性横截面图。
- [0017] 图6(A1)展示不具有所施加驱动信号的根据一些实施例的液晶单元(LC单元);(B1)具有所施加的驱动信号;(C1)液晶分子的分子旋转;(A2)、(B2)展示透射T%对距离D的对应曲线图;(C2)展示指向矢定向 θ 与所施加电压之间的关系。
- [0018] 图7展示根据一些实施例的在驱动信号改变其频率和电压时对单元的色调的影响。
- [0019] 图8展示根据一些实施例的放置在一起的多个LC单元的一些可能组合。
- [0020] 图9展示根据一些实施例的圆形LC单元和其单元内的层的阶梯式剖视图。
- [0021] 图10(A)展示根据一些实施例的在中心淡变的径向梯度色调;(B)T%对半径r的曲线图;(C)电压V对r。
- [0022] 图11展示根据一些实施例的在驱动信号改变其频率和电压时对圆形单元的色调的影响。
- [0023] 图12为(A)传统的双凸透镜和(B)传统的双凹透镜的示意图。
- [0024] 图13展示使用图案化电极来调整其折射率的现有技术自适应透镜的实例,其中多电极配置使得每一片段具有特定LC分子定向。
- [0025] 图14展示根据一些实施例的(A)在不使用多个电极的情况下LC分子定向的渐进改变,和(B)折射率n与透镜上的位置与电极连接件的位置之间的距离r之间的关系。
- [0026] 图15为根据一些实施例的已在衬底上方图案化的透明导电层和窄导电线的非限制性实例的俯视图。
- [0027] 图16为响应于变化的驱动信号而具有各种梯度色调的LC单元的实例的俯视图。

具体实施方式

[0028] 本文中描述具有可变光学响应特性的液晶(LC)光学装置,可在不使用到多个区段的多个电极连接件或像素化的情况下沿着梯度更改所述可变光学响应特性。在本发明的装置中,使用LC单元的透明导电层的电容和/或电阻性质沿着一定方向实现可变电电压梯度。

[0029] 一般来说,在LC单元中,LC分子定向取决于所施加的电压。为了使用LC分子定向来实现装置中具有空间可变光学性质的区,有必要在每一区中将单元像素化或分段成各种片段(或像素),且将不同电压施加到每一片段/像素,以便实现不同LC分子定向且因此实现对应区中的不同光学效应。(例如参见图4A和图4B,从De Smet美国专利第9,829,720号获得,其展示各自具有其自身的电压的多个片段以产生可变光学特性)。替代地,有必要控制装置的物理构造,如在空间上改变液晶的单元间隙/物理性质,如d/p或聚合物含量,或通过空间上改变透明导体层的导电率/电阻率。这种类型的方法制造和控制起来是复杂的。另外,邻近片段或像素之间的变化产生不是平滑转变的“逐步”变化,且可产生不必要的光学像差,如片段之间的衍射、折射以及可见线。

[0030] 本发明人已发现,液晶单元的有损电容器性质、透明导体(如ITO)的低导电率(大

于或等于1欧姆/平方)以及所施加驱动信号的足够高的频率可用于在单元内产生电压梯度且减少或消除对上文所陈述的像素化/分段或其它方法的需要。通过恰当地选择应用于LC单元的材料、装置配置以及驱动波形,可建立LC所经历的电压的空间梯度,这继而可更改沿着LC单元的尺寸的光学性质。跨某一位置或区处的电极连接件施加驱动信号以获得远离所述区的电压梯度,这继而实现源于连接区的单元的光学性质的梯度效应。通过对所施加驱动信号、透明导体的导电率以及所使用的LC的配置进行适当控制来确定和控制梯度的深度。这一方法减少或消除对多个片段的需要(每个片段需要其自身的电极连接件和电压以实现单元中的梯度效应)、提高装置的光学性能且简化其制造。

[0031] 定义

[0032] “驱动信号”是指施加到LC单元且具有包含电压(振幅、极性)、频率、持续时间以及波形的各种特性的电信号。

[0033] “电极连接件”是指将驱动信号施加到单元的导电层所处的点或区域。在一些实例中,电极连接件是总线,但其可呈任何形状或形式,如所属领域中所已知。

[0034] “光学响应梯度方向”是指以第一端(通常接近电极连接件)开始且以第二端(通常远离电极连接件)结束的方向。第一端通常具有整个梯度的最高有效光学响应,且第二端通常具有整个梯度的最低有效光学响应。

[0035] “光学响应特性”是指光反射、折射、吸收、散射或其任何组合。经反射、折射、吸收或散射的光可包含可见光、UV光或IR光。

[0036] “电压梯度”意指沿着某一方向(例如,沿着光学响应梯度方向)的所施加电压的连续空间增加或减小。在一些实例中,“连续”意指不被像素化。

[0037] “吸收带”可定义发生吸收的光谱波长。

[0038] 如本文所使用,“透明状态”或“透明状态透射”可指宾主混合物展现最大光透射率的状态。

[0039] “黑暗状态”或“黑暗状态透射”可指宾主混合物展现最小光透射率的状态。

[0040] “二向色(DC)染料”为具有棒状形状且显示独特各向异性的有机分子,其中其光吸收性质平行($\alpha_{||}$)和垂直(α_{\perp})于分子出现,此由二向色比率, $DR = \alpha_{||} / \alpha_{\perp}$ 表征。具有二向色比率(DR)的任何分子为展现“二向色性”的一个分子。

[0041] “二向色比率”、“平均二向色比率”或混合物的 D_{mix} ($DR = \alpha_{\perp} / \alpha_{||}$)是指可含有一或多种DC染料的宾主混合物的二向色比率。可使用针对有效二向色比率(D_{eff})或总有效二向色比率($D_{eff-agg}$)的公式来测量混合物二向色比率。因此,如本文所使用, D_{mix} 、 D_{eff} 或 $D_{eff-agg}$ 可互换地使用(取决于使用哪种方法来测量二向色比率)且描述相同参数。

[0042] 如本文中所使用的“窄带吸收”定义为具有小于或等于175nm,或替代地小于或等于165nm、155nm、120nm或80nm的半峰全宽(FWHM)的光谱吸收带宽,其中在400到700nm的可见区内测量到整个光谱吸收带。

[0043] “可见光”是指约400到约700nm的波长范围。

[0044] 如本文中所使用的“宽带吸收”可指大于175nm且优选地大于180nm、185nm、190nm、195nm或200nm的光谱吸收带,其中整个光谱吸收带含于可见波长范围内,通常假设为400nm到700nm。

[0045] “宽带装置”是指能够产生宽吸收带和宽(即, > 30%)传输摆幅的装置,其中偏振

灵敏度小于50%，或在一些实例中小于40%、30%、20%、15%，或在一些实例中小于10%。

[0046] 描述：

[0047] 在本文中所描述的装置的实施例中，通过将驱动信号施加到LC单元且使用装置的阻抗性质来实现光学装置的梯度光学响应。在施加驱动信号后，且取决于LC单元的特性，人们可实现梯度光学响应中的一者或组合。驱动信号为施加到LC单元电极的电信号，其具有各种特性，包含电压（振幅、极性）、频率、持续时间以及波形（正弦波、方波、三角波、锯齿波、交替极性、非交替极性等）。这些特性中的每一个可能影响LC的分子移动和定向，这继而使LC单元的光学响应改变。

[0048] LC材料对所施加的外部电压/电场作出响应。当将电压施加到LC单元时，向列型LC分子重新定向且与电场对准或者垂直于电场。细长分子的统计学上平均定向指向特定方向，且沿着这一方向的单位向量被称作“指向矢”。当指向矢垂直于衬底时，LC分子垂直地对准；且当指向矢平行于衬底时，LC分子处于平面定向。当整个单元具有均匀电压时，单元展现均匀光学响应。当单元的不同区具有不同电压时，单元展现变化的光学响应。当LC单元沿着某一方向具有梯度可变电压时，其沿着此方向产生梯度可变光学响应特性，即空间可变光学响应特性。

[0049] 使用LC分子的关于所施加电压的改变的上述光学响应来制备具有梯度光学性质的可调整光学装置。在本文中参考附图详细地描述一些非限制性实例实施例，但应注意，其它实例和实施例在精神内是可能的且如权利要求书所定义。

[0050] 本发明人首先研究光透射率/吸收率作为光学装置的光学响应。亦即，在光学响应特性为光吸收的情况下。光吸收率在LC单元中产生色调。为了使色调渐进、连续（不被像素化）以及可调谐，第一实施例采用LC单元，对于LC单元，可通过改变指示LC单元内的液晶分子的定向的驱动信号来改变色调。图5为根据一些实施例的液晶装置的横截面表示，所述液晶装置包含连接到驱动信号源108（例如，电压驱动器）的光变化液晶单元100。

[0051] 单元100包含插入在一对相对衬底101、102之间的液晶材料或混合物107。如稍后更详细地论述，衬底可以独立地选择且包含例如聚合材料、玻璃或陶瓷。在一些实施例中，LC混合物可为不含聚合物的，或在某些实施例中，有可能使用聚合LC。透明导电层103、104分别安置在每一衬底101、102的内表面上。对准层105、106可分别设置在导电层103、104的内表面上（即，邻近LC材料107）。可提供对准层105和106以辅助控制安置在衬底之间的液晶材料的定向。作为非限制性实例，对准层可包含聚酰亚胺。在一些实施例中，可如所属领域中已知摩擦对准层以辅助将LC材料或混合物定向在表面附近。在一些实施例中，摩擦单元的两个对准层。在一些实施例中，单元可包含仅一个对准层或仅一个经摩擦对准层。在一些实施例（未展示）中，可任选地在透明导电层上方设置钝化层。钝化层可包含例如不导电氧化物、溶胶凝胶、聚合物或复合物。在一些情况下，钝化层可设置在透明导电层与对准层之间。在一些情况下，对准层可充当钝化层。电压驱动器108通过电极连接件110和111连接到每一导电层103和104，且配置成跨单元施加驱动信号。可选择驱动信号以在远离电极连接件延伸的梯度方向D上沿着透明导电层建立电压梯度。电极连接件110、111可统称为电极连接件集合。单元100进一步包含边界密封件112和113，其在单元内部含有液晶材料。安置在衬底之间的LC材料的厚度可称为单元间隙。为了维持特定间隙，可在衬底之间插入任意的间隔物（未展示），如玻璃或塑料珠粒或棒。

[0052] 在一些实施例中,单元可使用宾主LC染料混合物(即,胆甾相液晶主体和染料材料的混合物)以响应于LC主体和染料分子的定向而赋予空间可变吸收/色调。然而,应理解,可使用许多其它LC组成/配置来实现所要光学性质或效应,其中的一些可能不使用染料材料。下文描述有用材料和成分的一些非限制性实例。

[0053] LC材料或主体

[0054] 在一些实施例中,LC材料或主体可具有正或负介电各向异性,且可包含向列型、近晶相、胆甾相、扭曲、STN或其它LC材料。在一些实施例中,LC材料包含手性向列型或胆甾相液晶材料(共同地为“CLC”),其可具有负介电各向异性(“负CLC”)或正介电各向异性(“正CLC”)。在CLC的一些实施例中,液晶材料为胆甾相的,或其包含与手性掺杂剂组合的向列型液晶。CLC材料具有扭曲或螺旋结构。扭曲的周期性称为其“节距”。LC材料的定向或次序可在施加电场之后改变,且可与染料材料组合用于控制或部分地控制单元的光学性质。在一些实施例中,LC材料可以进一步由其手性,即右旋手性或左旋手性表征。

[0055] 在本公开的各种实施例中,广泛多种LC材料是可用的且具有潜在效用。

[0056] 染料材料

[0057] 在光学梯度涉及光吸收的一些实施例中,LC混合物可包含染料材料。染料材料大体上包含至少一种二向色(DC)染料或DC染料的混合物。在一些情况下,染料材料可任选地进一步包含光致变色二向色(PCDC)染料,其光吸收率可通过暴露于UV光(如日光)而活化。在一些实施例中,染料材料可进一步包含少量常规吸收染料,例如以在透明状态下为装置提供所要总体色调。在一些实施例中,染料材料基本上仅包含DC染料。染料材料可提供窄带吸收或宽带吸收。赋予到LC单元的色调可具有颜色或可为中性色调。

[0058] DC染料

[0059] 二向色染料通常具有细长分子形状且展现各向异性吸收。通常,沿着分子的长轴的吸收较高,且这类染料可称为“正染料”或展现正二向色性的染料。本文中通常使用正DC染料。然而,在一些情况下,可替代地使用展现负二向色性的负DC染料。在一些实施例中,DC染料(如在CLC主体中所测量)可具有至少5.0,替代地至少6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19或20的二向色比率。

[0060] DC染料的可见光吸收水平可为染料类型和LC主体的函数。LC的定向或长程次序可为跨单元厚度的电场或电压的函数。DC染料展现与LC主体(例如,CLC主体)的某种对准,使得电压的施加可用于更改单元的表现暗度。

[0061] 在一些实施例中,DC染料可包含小分子类型的材料。在一些实施例中,DC染料可包含低聚或聚合材料。负责光吸收的化学部分可例如为主链上的侧接基团。多种DC染料可任选地例如用于调谐光吸收包络或改进关于寿命或某种其它性质的总体单元性能。DC染料可包含可改进与LC主体的溶解性或混溶性的官能团。DC染料的一些非限制性实例可包含偶氮染料,例如具有2到10个偶氮基或替代地2到6个偶氮基的偶氮染料。其它DC染料为所属领域中已知的,如蒽醌和花染料。一般来说,可使用具有二向色性质的任何分子。

[0062] 其它单元特征

[0063] 衬底

[0064] 衬底可独立地选择且可包含塑料、玻璃、陶瓷或某种其它材料。材料的选择和其特定性质部分地取决于预期应用。对于许多应用,支撑件应至少部分地透射可见光。在一些实

施例中,支撑件可对波长在400nm与700nm之间的可见辐射具有高于45%的透射,可替代地,高于40%、50%、60%、70%、80%、90%或95%的透射。在一些实施例中,支撑件可具有高光学澄清度以使得人或传感器可清楚地透视LC单元。在一些实施例中,支撑件可任选地具有一些颜色或色调。在一些实施例中,支撑件可在单元的外部上具有光学涂层。支撑件可以是柔性或刚性的。

[0065] 作为一些非限制性实例,塑料支撑件可包含聚碳酸酯(PC)、聚碳酸酯和共聚物掺合物、聚醚砜(PES)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、三乙酸纤维素(TAC)、聚酰胺、对硝基苯丁酸酯(PNB)、聚醚醚酮(PEEK)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚酰亚胺(PEI)、聚芳酯(PAR)、聚乙酸乙烯酯、环烯烃聚合物(COP)或在所属领域中已知的其它类似塑料。柔性玻璃包含如Corning® Willow®玻璃等的材料。支撑件可包含多种材料或具有多层结构。

[0066] 在一些实施例中,支撑件的厚度可在10到20 μm 、20到30 μm 、30到40 μm 、40到50 μm 、50到75 μm 、75到100 μm 、100到150 μm 、150到200 μm 、200到250 μm 、250到300 μm 、300到350 μm 、350到400 μm 、400到450 μm 、450到500 μm 、500到600 μm 、600到800 μm 、800到1000 μm ,或大于1mm或其范围的任何组合的范围内。

[0067] 透明导电层

[0068] 利用“透明”导电层,这意味着导电层允许至少45%的入射可见光穿过。透明导电层可吸收或反射可见光的一部分且仍有用。在一些实施例中,透明导电层可包含透明导电氧化物(TCO),包含但不限于ITO或AZO。在一些实施例中,透明导电层可包含导电聚合物,包含但不限于PEDOT:PSS、聚(吡咯)、聚苯胺、聚苯或聚(乙炔)。在一些实施例中,透明导电层可包含部分透明的金属薄层或金属纳米线,例如由银、铜、铝或金形成。在一些实施例中,透明导电层可包含石墨烯。

[0069] 在一些实施例中,电极连接件110、111和/或电压驱动器与透明导电层之间的布线可由导电材料形成,所述导电材料具有比透明导电层更高的电导率。电极连接件可包含金属、合金、导电碳、石墨烯或导电金属氧化物。在一些情况下,电极连接件不需要是光学透明的。

[0070] 在一些实施例中,电极连接件110和111可接近彼此定位,即位于装置内的大致相同位置处。在横截面中,例如,一个电极连接件(例如,111)可呈现为在另一电极连接件(例如,110)上方大致对准。电极连接件可在装置边缘处或附近(如图5中所展示),或替代地在装置拐角处或附近,或在装置中心处或附近协同定位。在一些情况下,透明电极可由最大线性尺寸(长度、对角线、直径等)表征,且电极连接件的两个极性(如果存在)之间的横向距离可在最大线性尺寸的约20%内,替代地,在15%、10%、5%或2%内。

[0071] 在一些情况下,电极连接件110、111可充当汇流条且沿着透明导电层的一个边缘延伸(例如,在相对于图5的页面正交的方向上)。在一些实施例中,取决于装置,电极连接件110、111可为小点(点连接件)或具有一些其它形状或大小。在一些实施例中,电极连接件110、111可各自表示一系列单独的点(point/spot)连接件。

[0072] 图6(A1)和(B1)为LC单元的一个非限制性实例的正视图,其中其在关闭状态(A1)下具有最大透明度,且在打开状态(B1)下具有沿着Y轴(D方向)的梯度色调。在这一实例中,电极连接件110/111为电极总线且将电压施加到单元的一个边缘。当未施加电压时,不存在发送到导电层103和104的驱动信号(在图式中未呈现);液晶材料或混合物107是透明的且

具有最大光透射率。在这一实例中,单元含有负各向异性LC,因此当 $V=1$ 或 $V=$ 最大值时,LC分子采用均相或平面定向(在(C1)中说明为区120)。当 $V=0$ 时,液晶分子具有垂直定向(在(C1)中说明为区122);且当 V 在 $V=0$ 与 $V=$ 最大值之间时,LC分子采用平面定向与垂直定向之间的各种定向(说明为区121)。

[0073] 当将驱动信号从电极连接件110/111施加到单元100时,液晶分子响应于电压而重新定向。可施加驱动信号以使得其沿着D建立电压梯度,其中D为衬底上的给定点与电极连接件110/111之间的距离。最靠近电极连接件110/111的区域具有最强驱动信号(V 最大值),从而使得装置展现最大光吸收(针对所述电压)。因此,单元的这一部分展现整个梯度的最暗色调。参见图6(B1)以用于说明。跨两个透明导电层之间的LC混合物施加的电压随着其沿着D穿透而减弱,这继而使得液晶逐渐随着D增加而变得垂直且吸收较少的光。这使得单元的色调随着D增加而逐渐变浅,直到衬底达到其最大光透射率为止。图6(C1)为展示图6(B1)的色调的暗度与液晶的分子定向之间的关系关系的示意图。图6(A2)和(B2)分别对应于图6(A1)和(B1)且展示沿着电压梯度的 $T\%$ 和距离(D)的对应改变。所施加电压 V 与指向矢定向角 θ 之间的关系在图6(C2)中说明。

[0074] 在一些实施例(此处未展示)中,LC材料可具有正各向异性。在这类情况下,LC单元可在 $V=0$ 处处于变暗或着色状态,且在施加适当电压后转变为透明状态。亦即,在一些情况下,当使用正各向异性LC材料时,梯度明暗度(shading)可与图6(B1)中所展示的梯度明暗度相反。

[0075] 可通过改变驱动信号来调整梯度中的色调的总长度和暗度水平。未在图式中展现电极连接件110/111,但应理解,在这一非限制性实例中,如果使用负各向异性LC,那么电极连接件位于每一单元的顶部边界处。在图7中所展示的实例中,驱动信号控制单元的色调的两个方面:色调的长度,说明为区123、124、125;和梯度的最暗色调,说明为区120和126。可通过所施加频率来控制单元的色调的长度,例如123、124、125。较高频率产生较小色调区,且较低频率产生较大色调区。在图7(B)到(D)中,例如,所施加频率 f_1 低于 f_2 且低于 f_3 ,这产生(B)中的最长色调长度123,较短的是(C)中的124;和(D)中的最短区域125。梯度的最暗色调的暗度(吸收)水平(即,最接近将驱动信号施加到单元的地方的末端)由所施加电压控制,且较高电压产生较暗色调c.f.,即(D)中的120和(E)中的126。在图8(D)到(E)中,例如,两者的所施加频率为 f_3 ,但所施加电压 V_1 高于 V_2 。因此,(D)和(E)两者具有相同的色调长度,但两个梯度的较暗色调作为(D)中的120而出现,(D)具有比(E)更高的所施加电压。应注意,通过更改驱动信号的各种方面(例如,频率、电压、波形、所施加的电压的位置),可“调谐”LC装置以实现所要可变梯度效应。还应注意,按需要,色调可指彩色色调或中性灰色/棕色色调。

[0076] 因为可通过改变驱动信号来更改液晶单元的长度和暗度/色调,所以人们可将多个空间可变单元组合在一起以实现多个空间可变区域。在这种类型的装置中,每一单独空间可变单元可供应有其自身的驱动信号(可单独寻址的)。取决于每一单独空间可变单元的定向和位置以及每一驱动信号内的所施加电压和频率,具有各种组合的空间可变单元的所得装置可展示各种色调图案组合。在图8A中,例如,存在彼此邻近的四个水平放置的单元130到133,通过电极连接件集合140到143将驱动信号从单元的左侧施加到衬底。

[0077] 每一单独单元存在其它可能的放置。举例来说,在图8B中,竖直地放置四个可单独

寻址的单元134到137,其中每一单独单元展示不同长度的色调。在这一实例中,驱动信号可从单元的不同端进入。举例来说,单元135在单元的底部上具有其电极连接件集合145,而两个单元134和136在单元的顶部上具有其电极连接件集合144、146。单元137在透明状态下展示,且其电极连接件集合在顶部或底部处。替代地,在图8C中,使用多个可单独寻址的单元来增强色调梯度以按需要实现各种特性(例如,当一个空间可变单元无法实现所要色调的改变%时,人们可组合两个或更多个空间可变或可切换单元以实现所要效应)。另外,图8C说明四个水平放置的空间可变单元168到171一起形成连续色调梯度。在这一实例中,电极连接件集合148到151在每一单元的较长边界(在这一图式中展示为水平边界)上。具体来说,电极连接件集合148为LC单元168的部分,电极连接件集合149为LC单元169的部分,电极连接件集合150为LC单元170的部分,且电极连接件集合151为LC单元171的部分。图8C中的每一单元的梯度方向在每一单元的向下竖直方向上。单元168的较亮端(远离其电极连接件集合)可具有与单元169的较暗端(邻近其电极连接件集合)大致相同的色调,且类似地,单元139的较亮端可具有与单元140的较暗端大致相同的色调。在每一单元内,可存在色调梯度,且按并排方式组合单元以实现更显著(更大范围)的色调改变。

[0078] 衬底和单元的每一层可具有除所说明的矩形形状以外的形状。图9为圆形形状单元的阶梯式剖面示意图。类似于单元100,这一圆形单元300包含插入在一对相对衬底301、302之间的液晶材料或混合物307。透明导电或电极层303、304分别安置在每一衬底301、302的内表面上。对准层305、306可分别设置在导电层303、304的内表面上。驱动信号源308分别通过电极连接件310和311连接到每一导电层303和304。每一层的可能材料组成跟随单元100的可能材料组成。

[0079] 在一些实施例中,圆形单元300具有围绕圆形导电层303和304的外边界(外围)的圆形电极连接件310和311。在这一圆形配置下,驱动信号在外围处最强,且其在朝向圆形单元的中心行进时减弱。对于使用负各向异性LC材料的LC宾主混合物,这将产生径向梯度色调,其中圆形单元的外围具有最暗色调(最高光吸收)且圆形单元的中心具有最亮色调(最低光吸收)。参见图10(A)以用于说明由单元展现的径向色调。图10(B)说明T%与r之间的关系,其中r为圆的半径。图10(C)说明r与电压V之间的关系。

[0080] 类似地,可通过调整施加到单元的驱动信号来调谐圆形单元300的径向色调。举例来说,在图11中,所有三个实例(A)到(C)具有相同的所施加电压 V_1 ,但具有不同频率 f_1 、 f_2 以及 f_3 。不同电压或所施加频率产生不同的总覆盖区域和/或不同的色调水平。在图11中,例如, f_1 高于 f_2 且高于 f_3 。这一可控制径向梯度色调类似于虹膜或相机快门的色调,且通过光学装置的光透射量由驱动信号控制。

[0081] 还可能通过在圆形单元的中心或靠近圆形单元的中心放置电极连接件且使用不同的LC染料配置来实现这一虹膜效应。举例来说,一种配置为在未施加电压时变暗或着色而在施加电压后变透明的配置。在这种情况下,虹膜的具有最高电压的中心具有最大透明度,其随着电压电平朝向边缘或外围下降而逐渐着色。

[0082] 径向梯度色调的方向还可为反向的,例如,其中圆形LC单元的中心可具有最暗色调,且色调随着方向从圆形形状的中心行进到外围边界而逐渐淡变。可通过例如使用不同类型的LC材料(例如,正各向异性LC材料)来实现这类“反向”色调方向,其中LC宾主混合物在未施加电压时具有最大光吸收能力,且在施加电压时变透明。还可通过将电极连接件放

置在每一透明电极层的中心部分处而非单元的外围中来实现这类“反向”色调方向。因此，在这种情形下，LC单元的中心部分具有最高电压，相应地，LC材料展现最强光学响应且沿着梯度方向逐渐减小。还应注意，这类“反向”梯度方向方法还适用于其它形状的LC单元。举例来说，在“反向”梯度设置中，矩形形状的LC单元可在最靠近电极连接件的区域中具有最少光吸收，且随着信号沿着梯度方向行进，色调逐渐变暗。

[0083] 本文中还包括可应用相同原理的各种形状(例如，椭圆、三角形、矩形等)。

[0084] 前述实施例集中于光学响应中的一者，即液晶单元的光吸收的改变，但其它光学响应也可以相同方式改变。举例来说，一些实施例可实现光学装置的可调谐折射(或自适应聚焦)能力而不是先前实施例中的空间可变梯度色调，或除先前实施例中的空间可变梯度色调以外。

[0085] 自适应聚焦透镜是能够借助于应用外部刺激来调谐其焦距的装置。常规透镜依赖于两个物理参数来修改冲击波前：(a) 透镜材料的折射率与周围环境之间的差异，和(b) 其界面的曲率。(Algorri, J.F., Zografopoulos, D.C., Urruchi, V. 和 Sánchez-Pena, J.M. 的自适应液晶透镜的最新进展 (Recent Advances in Adaptive Liquid Crystal Lenses. Crystals) 9(5), 272 (2019))。

[0086] 针对关系的公式为：

[0087] Δ (光程长度) = Δ (n_l)

[0088] 其中n=折射率且l为长度(或厚度)

[0089] 在典型透镜中，n为恒定的且l变化。

[0090] 图12展示(A)双凸透镜和(B)双凹透镜两者的示意图。以双凸透镜为例，制成透镜的材料类型确定n。在每种情况下，观察到透镜化(lensing)，因为光程长度径向变化。根据以上等式，在n保持恒定时改变光程长度的一种方式是在常规透镜中所进行径向改变透镜的厚度。替代地，透镜的厚度可保持恒定，且强加n的径向改变来改变光程透镜。可通过改变LC分子定向在LC光学装置中实现n的这类改变。

[0091] 自适应聚焦透镜基于改变透镜材料的折射率或者其界面的曲率的装置。已提出开发适应性聚焦透镜的若干技术，包含折射率控制LC透镜。

[0092] 自适应聚焦透镜基于折射率的渐进变化。当光行进通过非均质介质时，波前的速度在光学密集区中减小且在较低密度的区域中加快。基于这一机制，不具有曲率的透镜通过使用具有其折射率的空间梯度的材料来制造，如例如，称为GRIN (GRadex INdex) 透镜的装置。就此而言，已表明基于具有电可控制焦距的LC透镜的大量方法。针对LC透镜提出的许多拓扑基于跨透镜产生能够再现LC层中的抛物线折射率梯度的渐进电压，从而模拟常规透镜的光学行为。备受关注的是需要可变焦距的应用，这是LC透镜以低驱动电压和低功率消耗来实现的。

[0093] 产生折射率梯度的一种方法是采用在结构中具有图案化氧化铟锡(ITO)以形成多电极配置的设计，每一电极需要单独连接器和驱动信号。参见图13A-C。然而，这种方法具有若干问题，包含制造和操作的复杂性。

[0094] 本文中所描述的各种实施例通过去除对图案化或多电极配置的需要且替代地使用仅一个或减少数目的电极连接件集合来克服这些困难中的一些。图14A为根据一些实施例的空间可变折射率装置的非限制性实例的横截面示意图。LC单元400可任选地为具有半

径R的圆形装置。在一些情况下,LC单元400可充当光学透镜。LC单元400包含插入在一对相对衬底401、402之间的液晶材料或混合物407。透明导电层403、404分别安置在每一衬底401、402的内表面上。对准层405、406可分别设置在导电层403、404的内表面上(即,邻近LC材料407)。LC单元400可进一步包含边界密封件412、413。驱动信号源408分别通过电极连接件410和411连接到每一导电层403和404。在一些实施例中,电极连接件410、411可设置在装置的中心处或附近(如所展示)。在一些情况下,电极连接件410、411可为延伸穿过衬底的导电通孔。在其它实施例(未展示)中,取决于装置的要操作,可在透明导电层或某一其它配置的外围处提供电极连接件。LC单元400的各种成分和材料可为如上文关于图5所描述。

[0095] 在一些实施例中,当未将电压施加到LC单元时,LC材料展现如在垂直于装置的方向(图14A中的竖直方向)上所测量的 n_c 的折射率(c 表示圆形透镜的中心)。在施加驱动信号后,LC分子将开始旋转,且取决于电压的强度而展现一系列不同的指向矢旋转角度,且因此,展现沿着方向R的不同折射率(称作 n_r)。取决于LC材料的性质,可存在或可不存在阈值电压(V_{th})。如果存在这类阈值电压,那么即使存在所施加电压,LC指向矢也将不会开始旋转,直到所施加电压已超过 V_{th} 为止。类似地,所施加电压可存在上限 V_u ,其中LC指向矢平行于电场对准。在这种情形下,即使使所施加电压增加得很高,LC指向矢也不再旋转。当所施加电压在 V_{th} 与 V_u 之间时,LC指向矢展示不同旋转角度。LC分子的这一特征可用于在LC单元内形成具有不同折射率的LC层。参见图14B中的曲线图,其说明随距中心的距离 r 而变化的折射率 n 。

[0096] 举例来说,当驱动信号沿着梯度方向R形成梯度电压,且假设最高梯度电压高于 V_u 时,在这一电压下的区将具有平行于电场的LC指向矢。随着电压沿着梯度方向R逐渐减小,LC指向矢展现连续变化的旋转角度,这产生沿着梯度的连续变化的折射率。梯度的端点可或可不低于 V_{th} 。

[0097] 此处还涵盖其它配置,包含电极连接件处于外围的透镜,且选择LC配置以允许所要LC分子定向从外围朝向中心。另外,尽管图14A的衬底展示为平坦的,但一个或两个可为弯曲的。在一些实施例中,可将空间可变折射率装置层压在另一光学装置(例如,透镜)上方以提供可变聚焦透镜。

[0098] 在一些实施例中,可使用透明导电层的一些有限图案化步骤来进行到透明导电层的中心的连接而非使用通孔连接件。举例来说,在图15中展示衬底501和图案化透明导电层503的俯视图。可在与透明导电层大致相同的平面中设置从衬底边缘延伸到衬底中心的窄导线523(与任一侧上的透明导电层电气连接)。窄导线与透明导电层的主要区段相交的中心处或附近的点或区域可称为电极连接件511。窄导线可由与透明导电层或一些其它导电材料相同的材料制成。在一些实施例中,一个衬底的窄导线可相对于另一衬底的窄导线在不同或相反方向上延伸。

[0099] 在一些实施例中,透明导电层可具有图案以辅助形成所要电压/光学响应梯度。在非限制性实例中,可将透明导电层图案化成螺旋形状或迂回形状,其中每一个在所述形状的一端处具有电极连接件。

[0100] 在一些实施例中,透明导电层可各自具有可单独寻址的第二电极连接件,例如,在透明导电层的相对于第一电极连接件的相对末端上,在需要均匀光学响应特性的情况下,所述第二电极连接件可被激活以修改梯度或甚至消除梯度。

[0101] 驱动信号

[0102] 用于实现特定梯度的特定驱动信号高度取决于许多因素,包含但不限于LC材料、单元间隙、透明导电层电阻率、装置的大小以及电极连接件的几何形状,仅举几例。因此,取决于装置,存在可为有用的广泛范围的电压、频率、持续时间以及波形。通常,电容器的充电由系统的RC常数表征。在这种方法中,如果驱动信号持续时间比RC常数长若干倍,那么实现全充电。然而,在这种模型中,假设电容器在各处均匀充电,因为导体通常由如铜、铝、金等的低电阻率材料制成。然而,在液晶单元中,导体具有可辨别的电阻率。这产生跨液晶单元中的ITO的电压降,从而降低由LC所见的电压。如果连接处于相同附近,那么这一电压降作为远离连接区域的函数而出现。另外,如果所施加波形本质上是振荡的,那么远离连接区域的电压分布将为频率相关的。因此,通过施加足够高的频率波形,可控制远离连接的波形的最大电压的穿透。如果波形的原始振幅高于 V_{th} ,那么可实现LC中的转变。下文我们呈现以上参数可如何用于实现梯度效应的一个非限制性实例。

[0103] 实施例1

[0104] 根据以下协议来制备帘涂 (curtaining) 可变透射的单元。使用ITO涂覆玻璃为0.7mm厚的衬底来制造测试单元。在ITO的顶部上,通过旋涂来涂覆聚酰亚胺涂层(日产SE1211(日本东京的日产化学工业有限公司(Nissan Chemical Industries, Ltd.))的涂层,且接着在100°C下烘烤2小时。这一聚酰亚胺涂层充当设计成诱导液晶分子的基本上垂直表面对准的对准层。接着,将直径为6微米的Shinshikyū EW塑料球(香港的海科工业有限公司(Hiko Industrial Ltd))喷覆到衬底中的一个上以充当间隔物。接着在衬底中的一个的外围周围涂覆UV可固化粘合剂的薄珠粒(乐泰3106(德国杜塞尔多夫的汉高股份有限及两合公司(Henkel AG&Co. KGaA)),从而留下将充当填充口的间隙。接着组装两个衬底,抵着间隔物一起按压以在衬底之间产生均匀间隙,且接着暴露于UV光以固化粘合剂。

[0105] 接着制备由以下组成的宾主混合物:(1)94.8重量%的负介电各向异性液晶主体,MLC-6609,来自默克公司(美国新泽西州吉布斯镇的EMD化学品),其具有负介电各向异性($\Delta\epsilon < 0$);(2)1.125%的手性掺杂剂,ZLI811,同样来自默克公司;以及(3)基于偶氮的二向色染料混合物,其由0.41%的染料DR-1303;(美国的 α 微米(AlphaMicron))、0.95%的G-241;(日本的丸红化学品(Marubeni Chemicals))以及以相同比率混合的总共2.71%的染料LSY-210;(日本的三菱化学公司(Mitsubishi Chemical Corporation))、DD-1123、DD1032、DD1089;(美国的 α 微米有限公司(AlphaMicron Inc))组成。将测试单元放置在真空腔室中以去除衬底之间的间隙中的空气,且接着通过毛细作用用宾主混合物进行填充。使用UV可固化粘合剂来密封填充口。接着将由铜背衬和导电粘合剂组成的导电胶带粘附到所组装单元的边缘上的导电聚合物涂层以充当电导线的稳固互连件。在1KHz到60Hz范围内的不同频率下施加RMS电压为8V的方波波形。观察到梯度着色随所施加频率而变化。图16展示展现性能的单元的图片。

[0106] 应用

[0107] 本文中所描述的LC单元具有广泛多种的潜在用途。举例来说,可将这些装置直接制造成“可穿戴”产品或层压到其上,如眼镜(如处方和非处方眼镜和太阳镜)、眼罩、护目镜、防护面罩、近眼显示器以及AR/VR耳机,仅举几例。替代地,可将其直接制造成其它产品或层压到其上,包含但不限于视窗(车辆、建筑物、飞机等)、挡风玻璃、天窗、平视显示器以

及光学仪器。这类产品和装置可进一步配备有电源、电池、传感器等。

[0108] 虽然本发明的各种发明性方面、概念以及特征可在本文中描述和说明为在示例性实施例中组合体现,但这些各种方面、概念以及特征可单独地或以其各种组合和子组合形式用于许多替代实施例中。除非本文中明确排除,否则所有这类组合和子组合旨在处于本发明的范围内。又另外,虽然可在本文中描述关于本发明的各种方面、概念以及特征的各种替代实施例-如替代材料、结构、配置、方法、电路、装置和组件,关于形式、拟合以及功能的替代方案等,但这类描述并不意图为可用替代实施例的完整或穷尽性列表,无论是当前已知还是稍后开发的。所属领域的技术人员可容易地使发明性方面、概念以及特征中的一或多个适用于额外实施例以及在本发明的范围内的使用,即使本文中未明确地公开这类实施例。此外,虽然本文中可能明确地将各种方面、特征以及概念标识为发明性的或形成发明的部分,但这类标识并不意图为排他性的,而实际上,可存在本文中完全描述而未明确地如此标识或标识为特定发明的部分的发明性方面、概念以及特征。

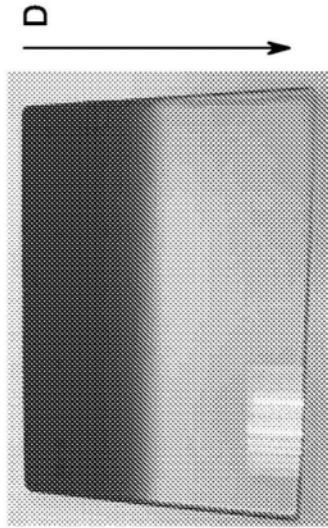


图1A现有技术

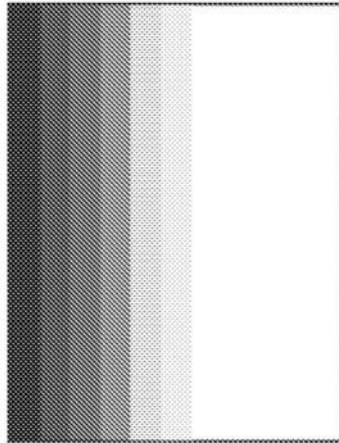


图1B现有技术

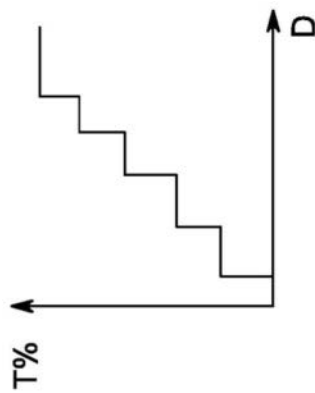


图1C现有技术



图2现有技术

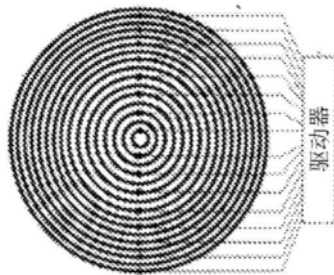


图3现有技术

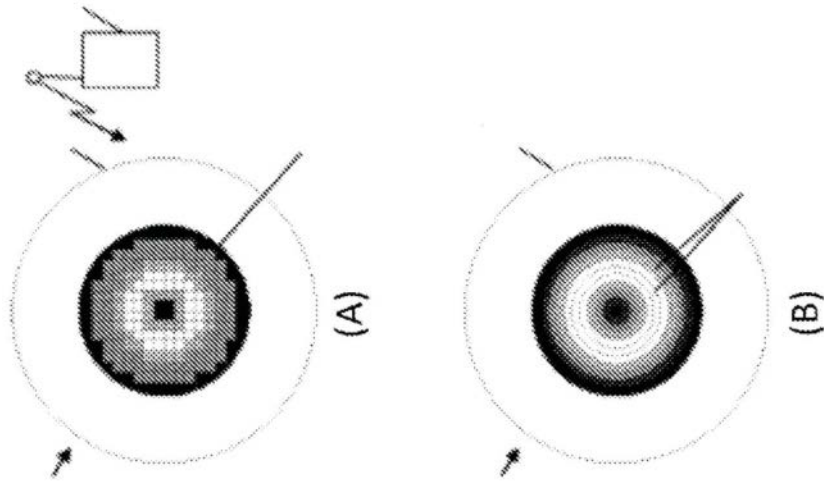


图4现有技术

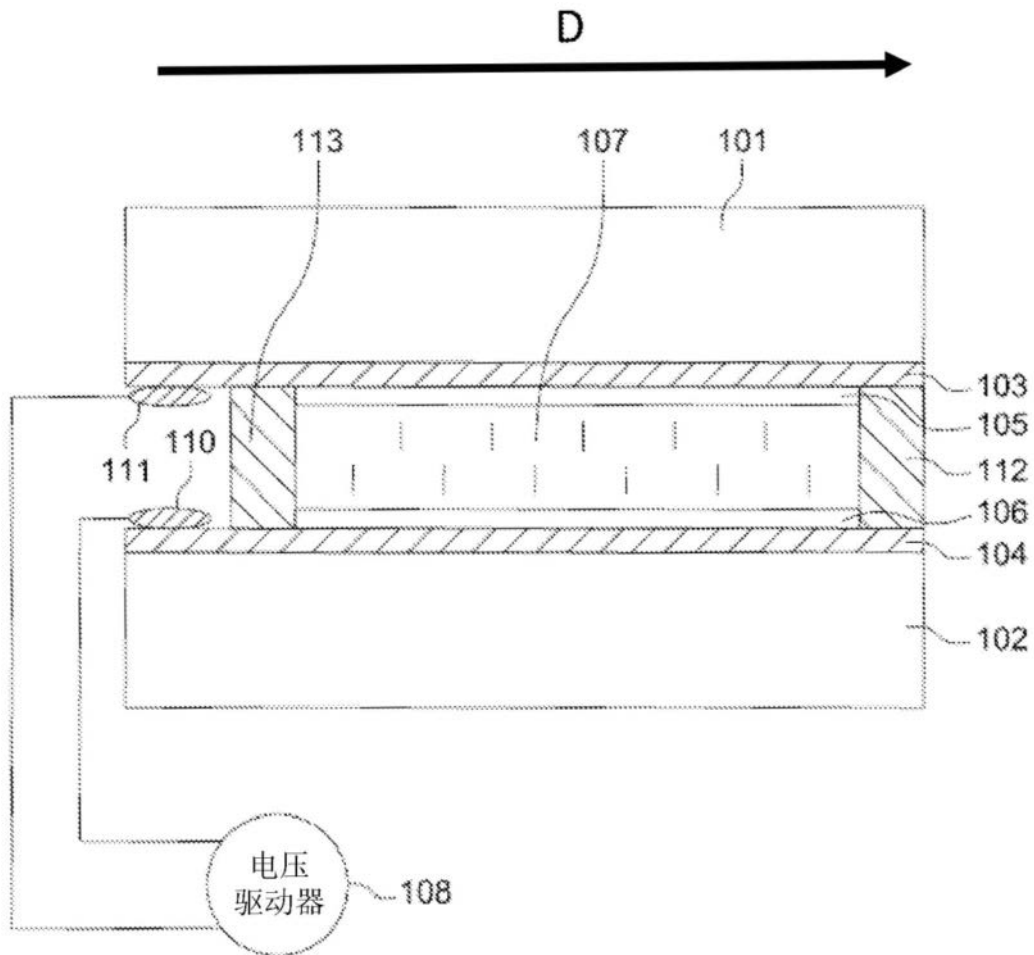


图5

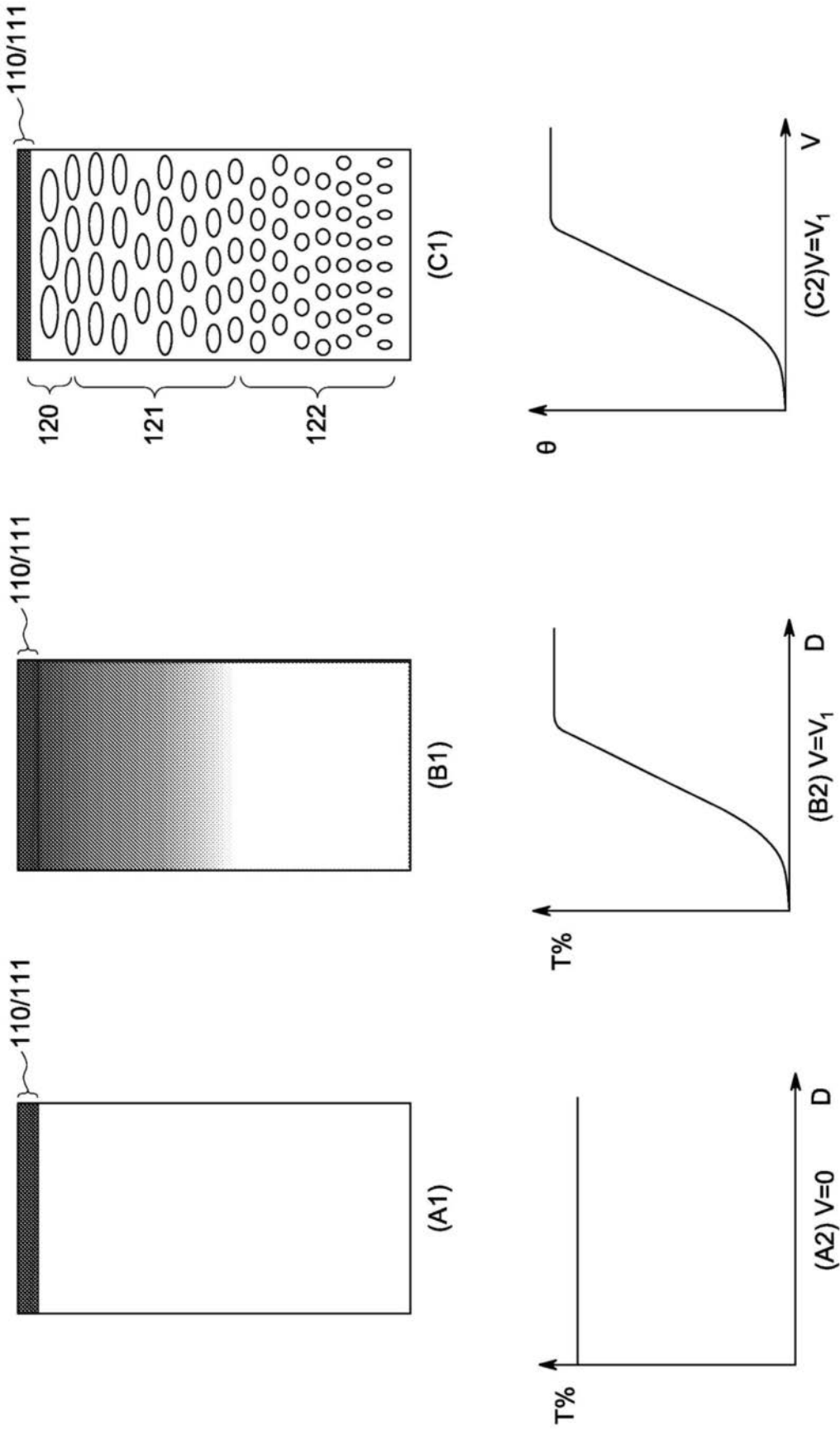


图6

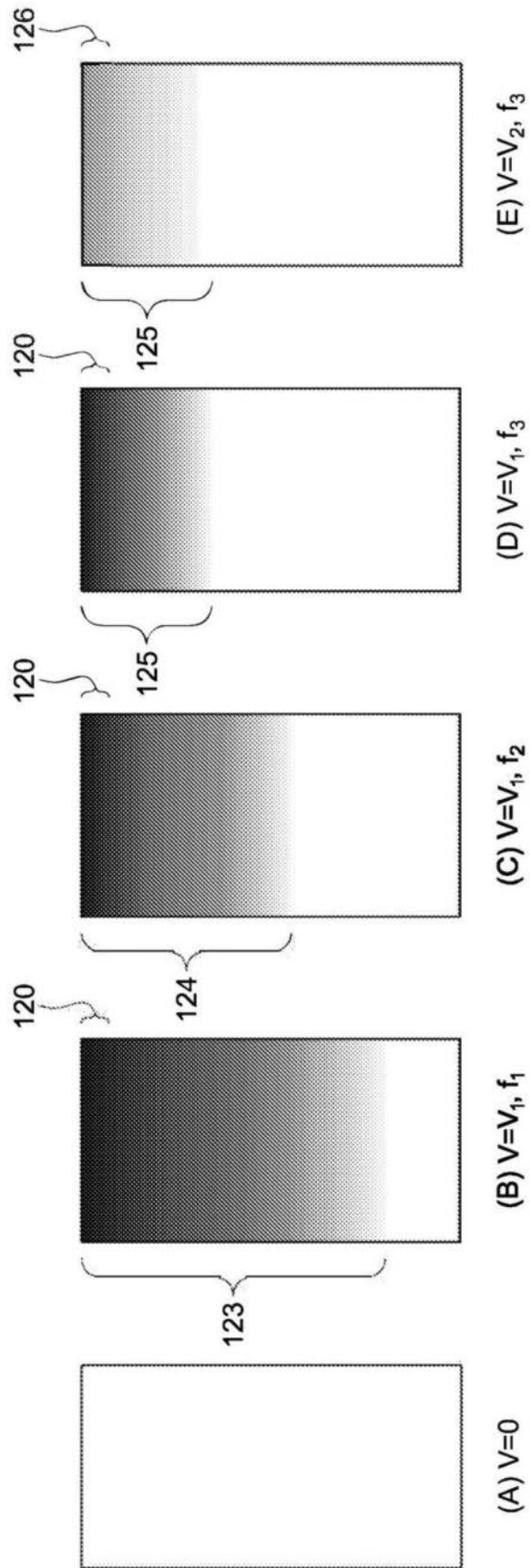


图7

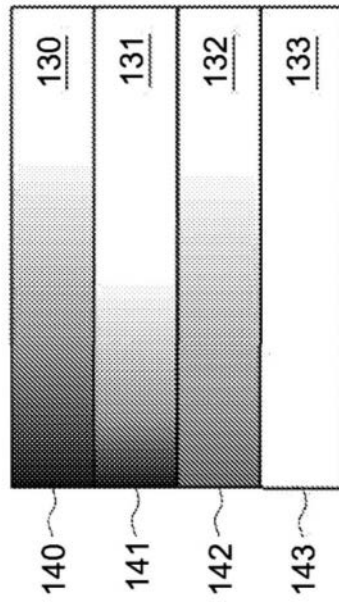


图8A

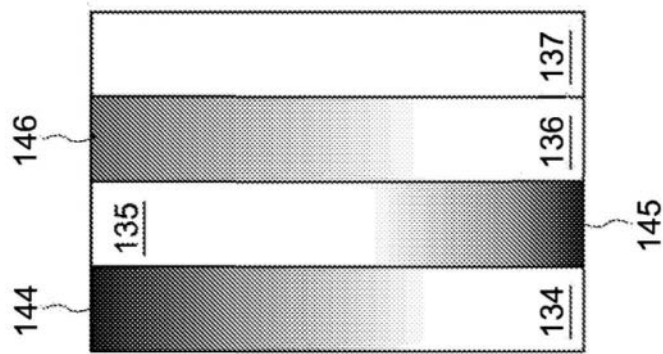


图8B

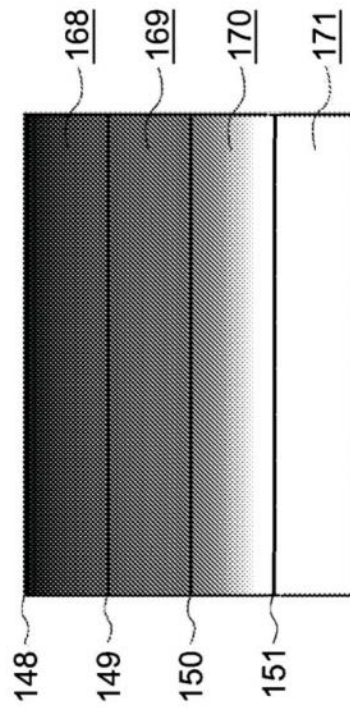


图8C

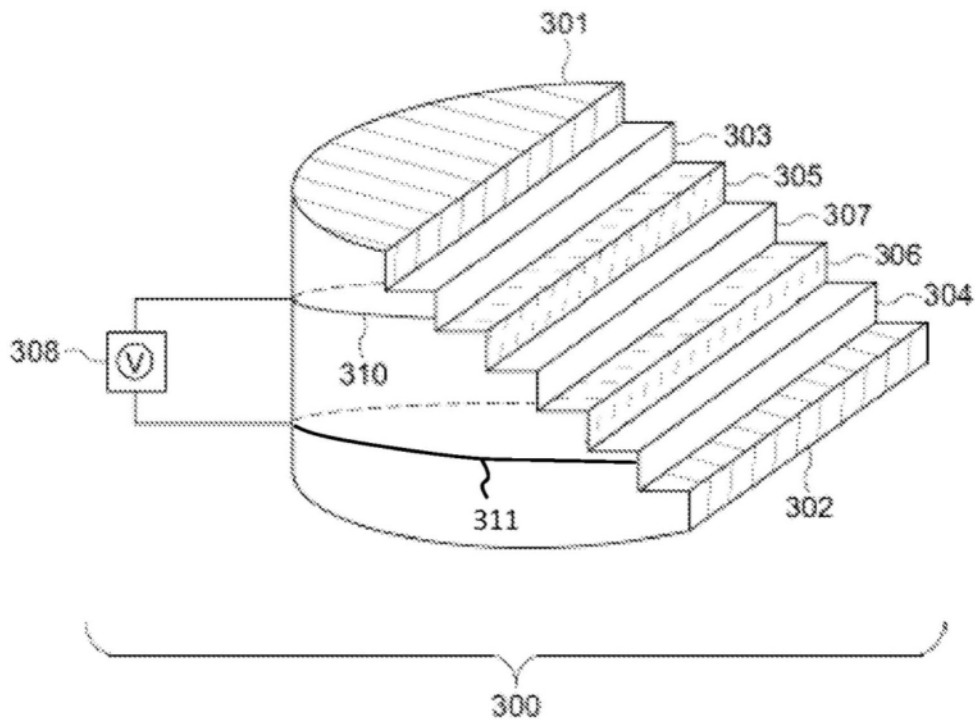


图9

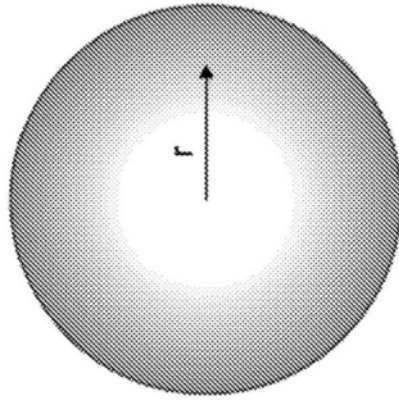


图10A

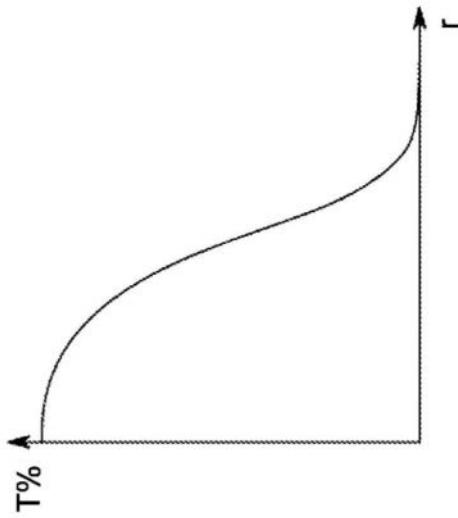


图10B

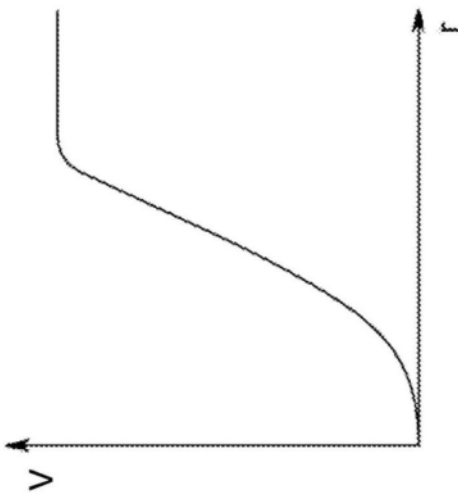


图10C

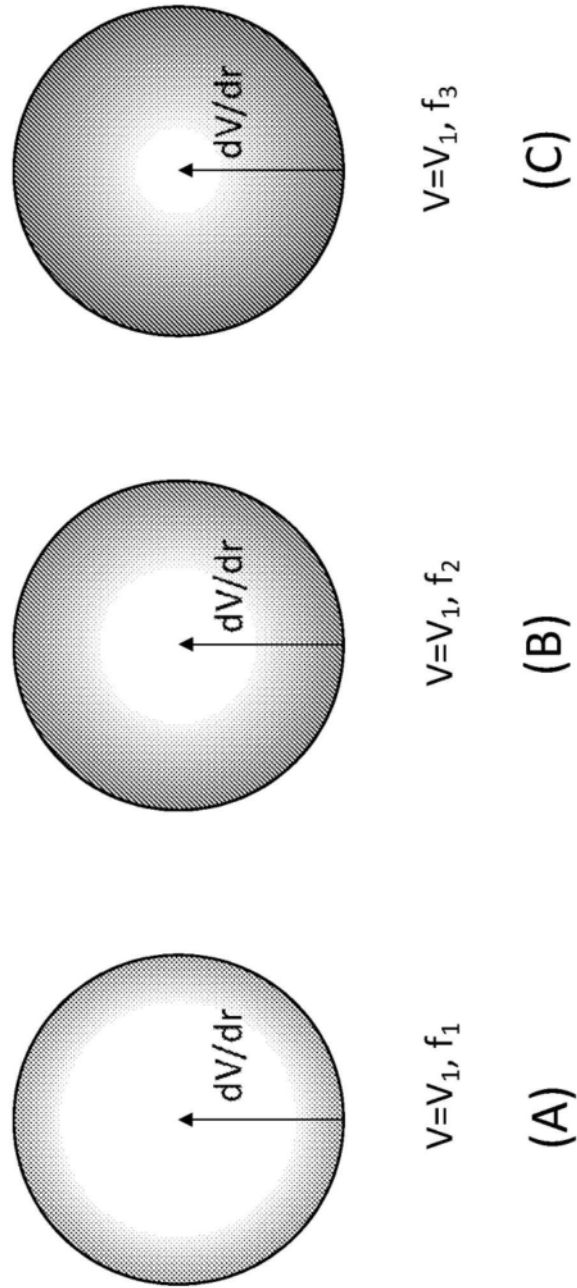


图11

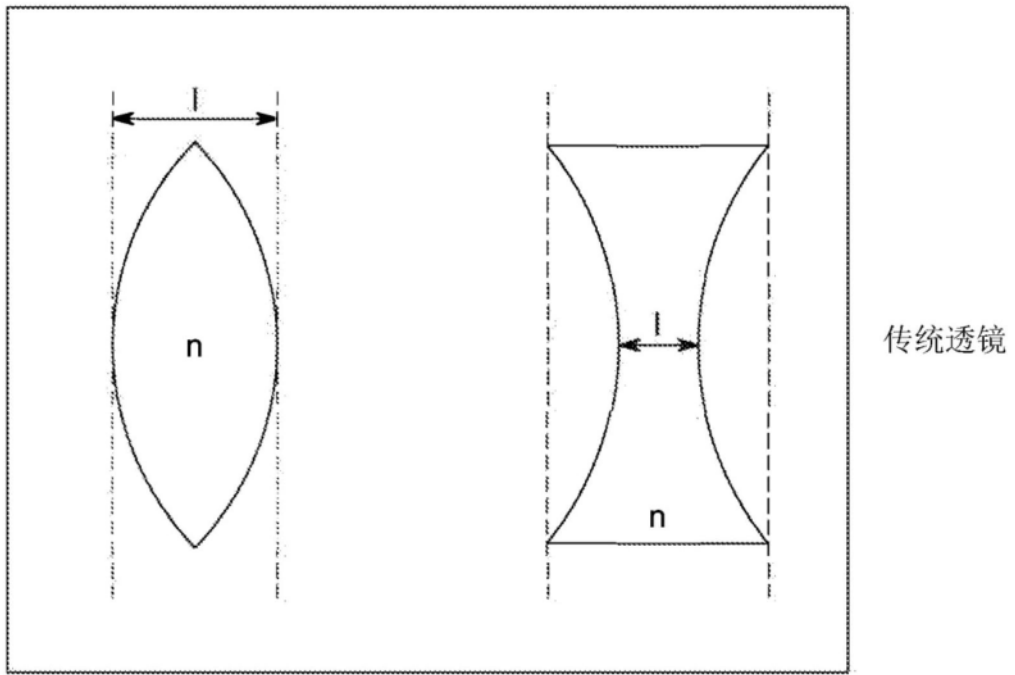


图12

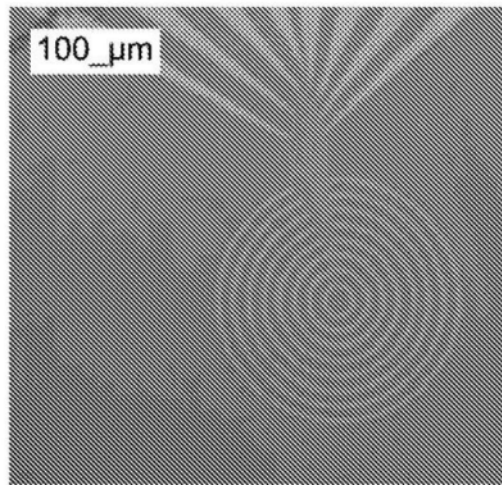


图13A现有技术

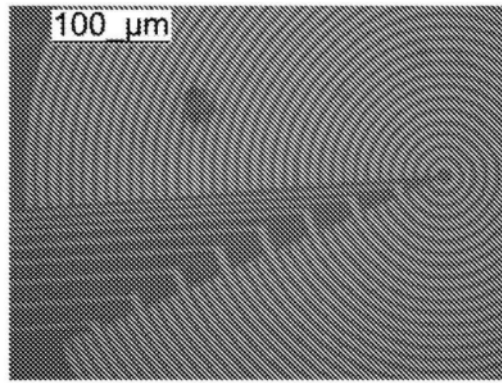


图13B现有技术

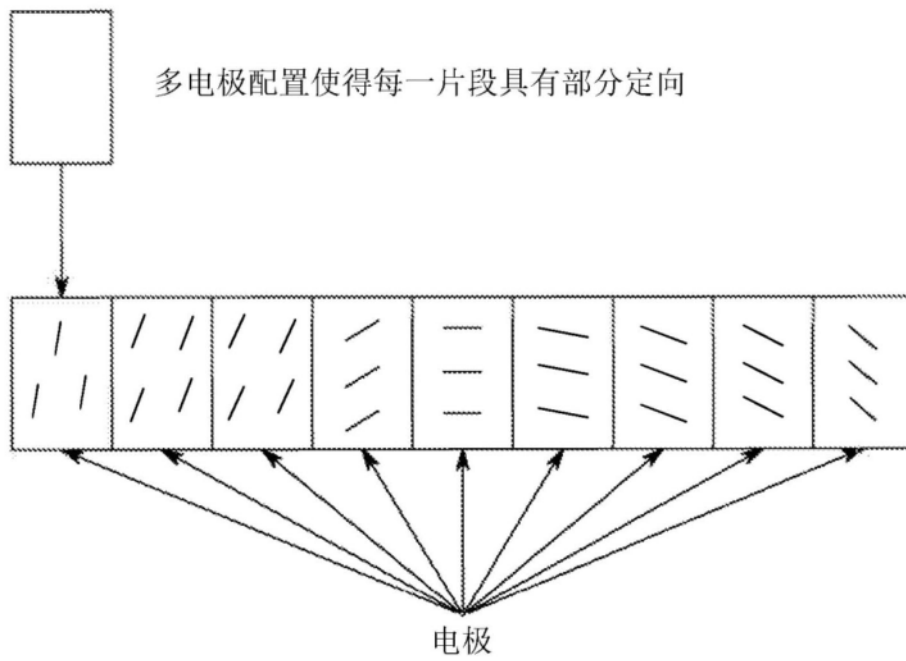


图13C现有技术

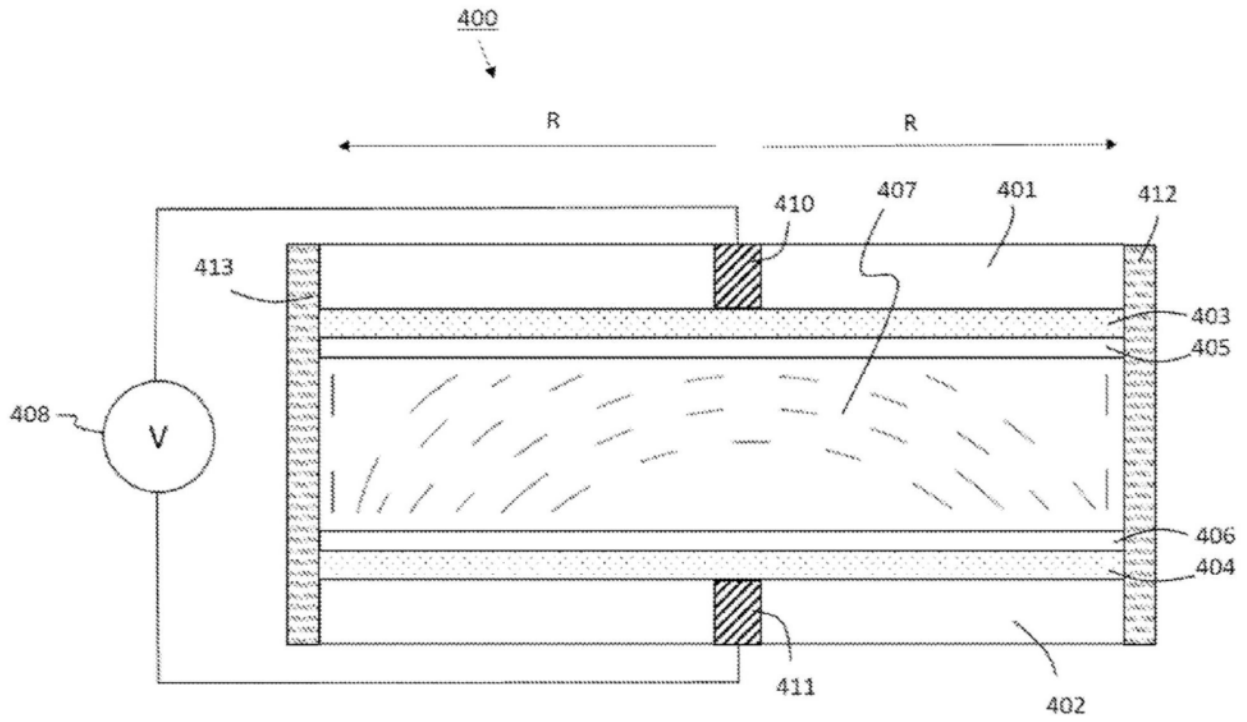


图14A

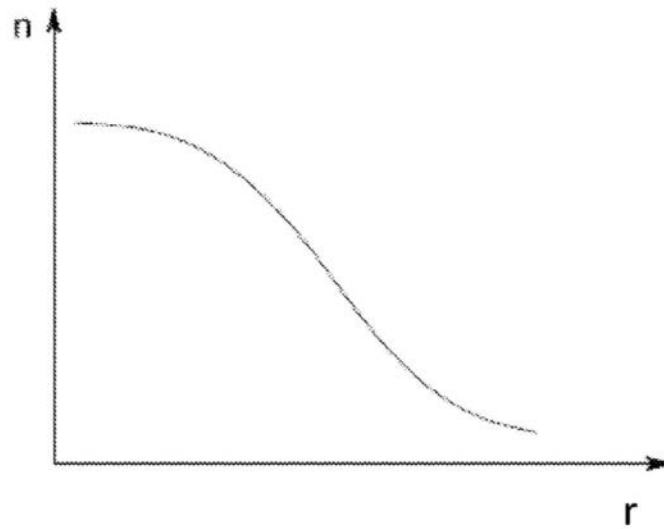


图14B

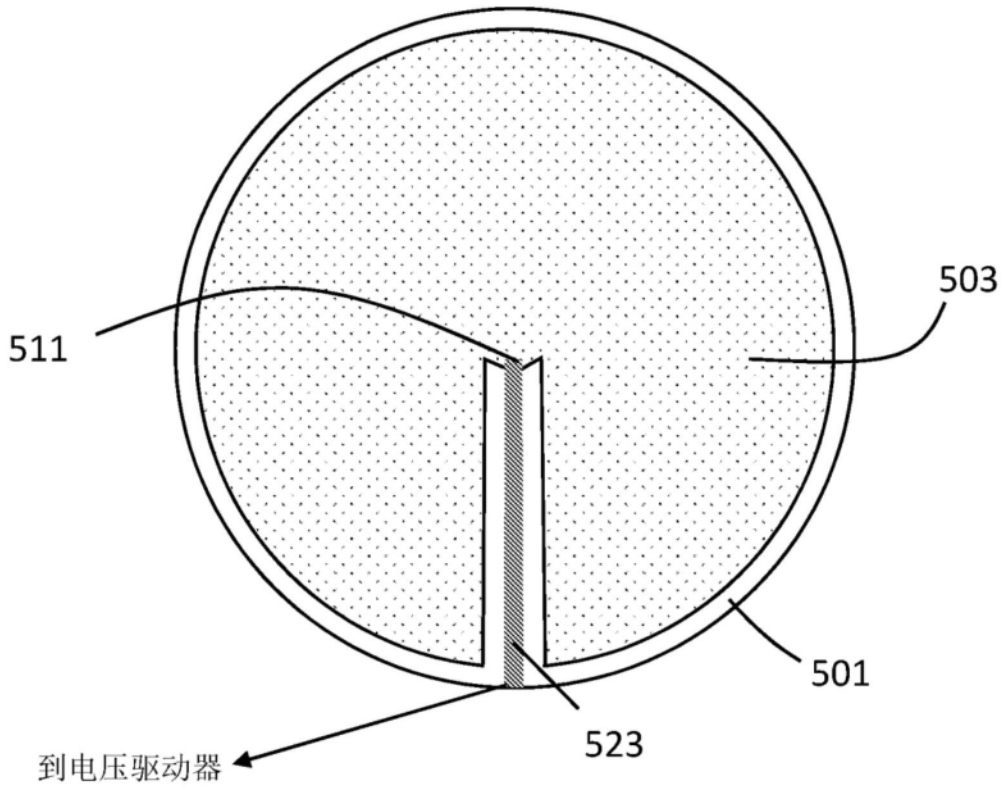


图15

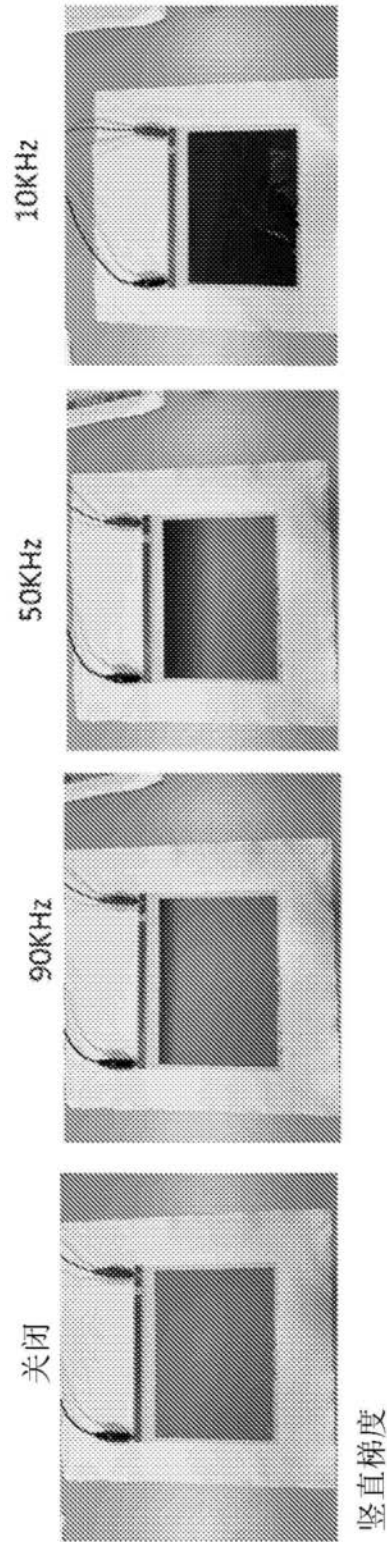


图16A

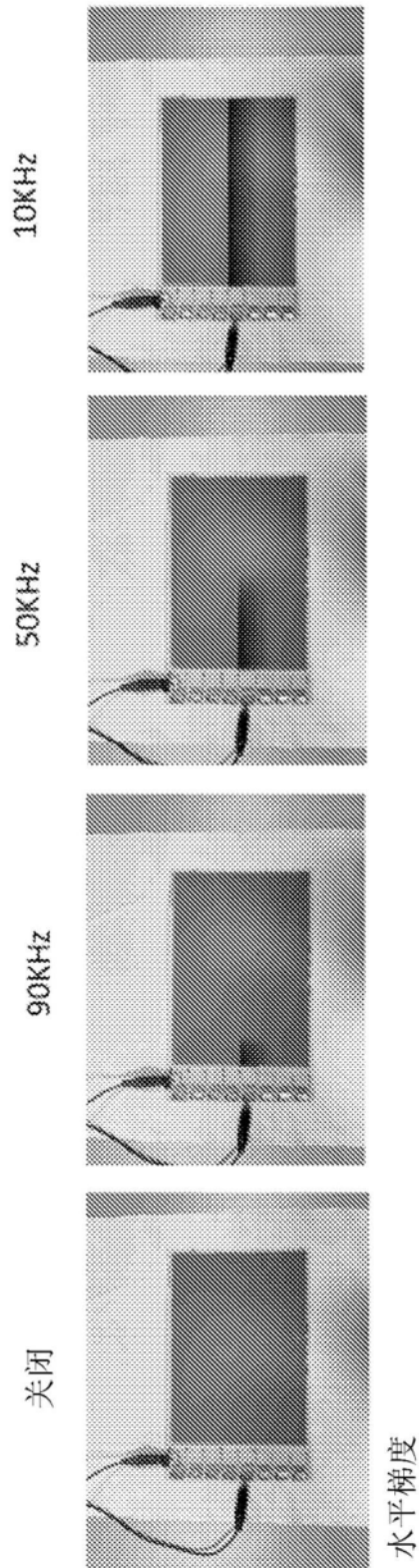


图16B