



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107850814 B

(45) 授权公告日 2021.07.06

(21) 申请号 201680039815.8

(73) 专利权人 佳能株式会社

(22) 申请日 2016.06.29

地址 日本东京

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 山田宪司 久保亘 井川悟史  
伊藤健太郎 太田俊

申请公布号 CN 107850814 A

(43) 申请公布日 2018.03.27

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

(30) 优先权数据

代理人 刘强

2015-138367 2015.07.10 JP

(51) Int.CI.

2016-094449 2016.05.10 JP

G02F 1/1503 (2019.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G02B 5/20 (2006.01)

2018.01.05

审查员 刘志玲

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/069956 2016.06.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/010360 EN 2017.01.19

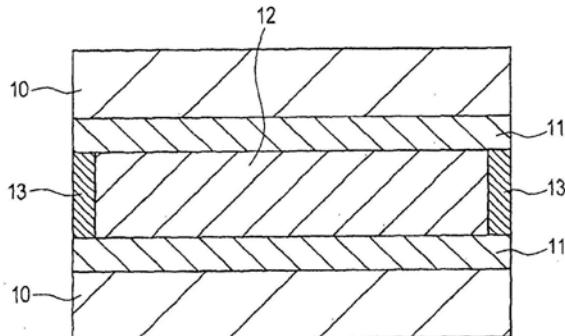
权利要求书2页 说明书24页 附图5页

(54) 发明名称

电致变色元件、光学滤光器、透镜单元、成像装置和窗构件

(57) 摘要

本发明提供电致变色元件，包括：一对电极；和设置在该对电极之间并且含有多种有机电致变色化合物的电致变色层，其中：该多种有机电致变色化合物中的至少一种包括在其着色过程中在700nm以上的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物；并且将其消色状态下的光密度定义为0时，650nm-700nm的波长区域中的透射率相对于中心透射率的变动比率在0.3的光密度下在±15%内。



1. 电致变色元件,包括:

一对电极;和

设置在该对电极之间并且含有多种有机电致变色化合物的电致变色层,

其中:

该多种有机电致变色化合物中的至少一种包括在其着色状态下在700nm以上的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物;并且

将其消色状态中的光密度定义为0时,650nm-700nm的波长区域中的透射率相对于中心透射率的变动比率在0.3的光密度下在±15%内,

其中中心透射率 $T_{mid}$ 由下式(1)表示,

$$T_{mid} = (T_{max} + T_{min}) / 2 \cdots (1)$$

式(1)中, $T_{max}$ 和 $T_{min}$ 分别为波长区域中的透射率的最大值和最小值。

2. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中将消色状态中的光密度定义为0时,该变动比率在0.3的光密度下在±10%内。

3. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中将消色状态中的光密度定义为0时,该变动比率在0.9的光密度下在±40%内。

4. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中将消色状态中的光密度定义为0时,该变动比率在0.9的光密度下在±20%内。

5. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中将消色状态中的光密度定义为0时,该变动比率在1.5的光密度下在±50%内。

6. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中将消色状态中的光密度定义为0时,430nm-700nm的波长区域中的透射率相对于中心透射率的变动比率在0.3的光密度下在±20%内。

7. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中将消色状态中的光密度定义为0时,430nm-700nm的波长区域中的透射率相对于中心透射率的变动比率在0.9的光密度下在±40%内。

8. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中该电致变色层含有各自在其着色状态下在下述(1)-(5)中所述的波长区域中的至少一个中具有吸收峰的有机电致变色化合物:

(1) 430nm以下的波长区域;

(2) 大于430nm且510nm以下的波长区域;

(3) 大于510nm且570nm以下的波长区域;

(4) 大于570nm且小于700nm的波长区域;和

(5) 700nm以上的波长区域。

9. 根据权利要求8所述的电致变色元件,其中在着色状态中在大于430nm且510nm以下的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物或在着色状态中在大于510nm且570nm以下的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物中的至少一种包括吩嗪衍生物。

10. 根据权利要求8所述的电致变色元件,其中在着色状态中在大于570nm且小于700nm的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物包括紫罗碱衍生物。

11. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中在着色状态中在700nm以上的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物含有芳族胺骨架。

12. 根据权利要求1所述的电致变色元件,其中该电致变色层包含溶液层。

13. 根据权利要求8所述的电致变色元件,其中该电致变色层含有至少一种在其着色状态下在(4)中所述的波长区域中具有吸收峰并且在与(5)中所述的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰的有机电致变色化合物。

14. 根据权利要求8所述的电致变色元件,其中在着色状态中在(5)中所述的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物包括在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物。

15. 根据权利要求12所述的电致变色元件,其中该电致变色层含有在其着色状态下在(4)中所述的波长区域中具有吸收峰并且与着色状态中在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物的吸收峰的波长相差20nm-35nm的波长处具有吸收峰的有机电致变色化合物。

16. 光学滤光器,包括:

权利要求1-15的任一项所述的电致变色元件;和  
与该电致变色元件连接的有源元件。

17. 透镜单元,包括:

权利要求1-15的任一项所述的电致变色元件;和  
与该电致变色元件连接的有源元件;和  
成像光学系统。

18. 成像装置,包括:

权利要求1-15的任一项所述的电致变色元件;和  
与该电致变色元件连接的有源元件;和  
用于接收透过该电致变色元件的光的光接收元件。

19. 窗构件,包括:

权利要求1-15的任一项所述的电致变色元件;和  
与该电致变色元件连接的有源元件。

## 电致变色元件、光学滤光器、透镜单元、成像装置和窗构件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电致变色元件以及均使用该电致变色元件的光学滤光器、透镜单元、成像装置和窗构件。

### 背景技术

[0002] 在成像装置例如数码相机或数码成像机中,通过在成像元件上形成用光学系统拍摄的对象图像来检测成像信号,并且已知将中性密度(ND)滤光器用于调节装置的光量。使用ND滤光器时,例如,打开取像时的光圈或者减小快门速度,因此能够扩宽能够表示的图像的范围。

[0003] 同时,已知电致变色(以下有时简写为“EC”)元件,其利用通过物质的电化学氧化还原反应而使其光学吸收性能(着色状态和透光率)变化的EC材料。已期待EC元件在显示元件、调光窗和光学滤光器中应用,原因在于该元件具有例如下述特征。该元件在其消色状态下具有比液晶元件等高的透射率,不受偏振的影响,并且具有记忆性。作为EC材料,目前为止已知均使用金属氧化物例如WO<sub>3</sub>的无机EC材料和包括导电性聚合物例如聚噻吩和聚苯胺以及有机低分子量化合物例如紫罗碱和低聚噻吩的有机EC材料。

[0004] 也已期待该元件在可变ND滤光器中应用,通过使用任何这样的EC材料,可变ND滤光器能够以无步阶方式控制光密度。可变ND滤光器需要在其着色状态下变为灰色或黑色的EC元件,原因在于该滤光器需要在可见光波长区域中均一的分光特性。与无机EC元件的那些相比,通过EC材料设计能够将有机EC元件的吸收波长控制得宽,并且能够使其着色状态下的其光密度增加。因此,有机EC元件具有宽的光量调节范围并且因此作为在成像装置上安装的可变ND滤光器的应用特别有前途。

[0005] 在ND滤光器的分光特性中,为了例如成像元件的灵敏度的改善,要求精度的改善。特别地,为了可保持令人满意的色再现性和令人满意的色平衡,已要求约400nm至约700nm的整个可见光波长区域中的分光特性均一。本文中使用的术语“分光特性均一”意味着某波长区域中各个波长处的透射率之间的变动小,因此透射光谱平坦。也已要求宽的光量调节范围(透光率调节范围)。

[0006] PTL 1(对应于日本专利申请公开No.2004-93687)中,记载了下述EC元件:通过使用无机EC材料,在其着色状态下其颜色为灰色。PTL 2(对应于日本专利申请公开No.2001-519922)中,记载了通过将多种有机EC化合物混合而显示事先选择的颜色的EC元件,并且记载了能够形成灰色作为事先选择的颜色中的一种。

[0007] 引用列表

[0008] 专利文献

[0009] PTL 1:美国专利号6952299

[0010] PTL 2:国际公开号W01998/044384

## 发明内容

- [0011] 根据本发明的一方面的电致变色元件包括：
- [0012] 一对电极；和
- [0013] 设置在该对电极之间并且含有多种有机电致变色化合物的电致变色层，
- [0014] 其中：
- [0015] 该多种有机电致变色化合物中的至少一种包括在其着色状态下在700nm以上的波长区域中具有吸收峰的有机电致变色化合物；并且
- [0016] 将其消色状态下的光密度定义为0时，650nm-700nm的波长区域中的透射率相对于中心透射率的变动比率在0.3的光密度下在±15%内。
- [0017] 由以下参照附图对例示实施方式的说明，本发明的进一步的方面将变得清楚。

## 附图说明

- [0018] 图1是表示实施方式的EC元件的实例的截面示意图。
- [0019] 图2是表示实施例1中的EC元件的吸收光谱的图。
- [0020] 图3A是表示0.3的光密度下实施例1中的EC元件的透射光谱的图。
- [0021] 图3B是表示0.9的光密度下实施例1中的EC元件的透射光谱的图。
- [0022] 图3C是表示1.5的光密度下实施例1中的EC元件的透射光谱的图。
- [0023] 图4A是表示包括使用实施方式的光学滤光器的透镜单元的成像装置的构成的示意图。
- [0024] 图4B是表示包括实施方式的光学滤光器的成像装置的构成的示意图。
- [0025] 图5A是表示实施方式的窗构件的构成的透视图。
- [0026] 图5B是表示实施方式的窗构件的构成的X-X'截面图。

## 具体实施方式

- [0027] 现在根据附图对本发明的优选的实施方式详细地说明。
- [0028] PTL 1的EC元件涉及其光量调节范围窄的问题。具体地，光量调节范围为从80%（其消色状态下）至20%（其着色状态下），即，用光密度的变化表示，为约0.6。此外，将PTL 2的EC元件用于反射EC镜，因此涉及的问题在于，将该元件用作可变ND滤镜时，其分光特性不足。
- [0029] 鉴于这样的背景技术而完成了本发明，并且本发明的目的在于提供具有均匀的分光特性和大的光量调节范围的EC元件。
- [0030] 以下对本发明的实施方式详细地说明。
- [0031] <电致变色元件>
- [0032] 以下参照附图对本实施方式的EC元件进行说明。图1是表示本实施方式的EC元件的实例的截面示意图。
- [0033] 图1的EC元件为有机EC元件，其包括：由第一和第二电极构成的一对透明电极11；和设置在该对电极11之间并且含有多种有机EC化合物的EC层12。通过密封材料13使该对电极11之间的电极间距离保持恒定。此外，将该对电极11设置在一对透明基板10之间。本文中使用的术语“透明”意味着可见光区域中的透光率为10%-100%。

[0034] 图1的EC元件是本实施方式的EC元件的构成的实例，并且本实施方式的EC元件并不限于此。例如，可在基板10与电极11之间或者在电极11与EC层12之间设置减反射膜的层。

[0035] <基板10>

[0036] 基板10优选均为透明基板。例如，可使用无色或着色的玻璃或钢化玻璃，或者可使用无色或着色的透明树脂。透明树脂的具体实例包括聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚降冰片烯、聚酰胺、聚砜、聚醚砜、聚醚醚酮、聚苯硫醚、聚碳酸酯、聚酰亚胺和聚甲基丙烯酸甲酯。

[0037] <电极11>

[0038] 电极11优选为透明电极。作为用于透明电极的材料，可给出：金属和金属氧化物，例如氧化铟锡合金(ITO)、氟掺杂的氧化锡(FTO)、氧化锡(NESA)、氧化铟锌(IZO)、氧化银、氧化钒、氧化钼、金、银、铂、铜、铟和铬；硅系材料，例如多晶硅和无定形硅；和碳材料，例如炭黑、石墨和玻璃碳。此外，通过例如掺杂处理而使其电导率增加的导电性聚合物（例如聚苯胺、聚吡咯、聚噻吩、聚乙炔、聚对亚苯基、或者聚亚乙基二氧化噻吩(PEDOT)和聚苯乙烯磺酸盐的络合物）也可适合使用。将该EC元件用作光学滤光器时，特别优选使用在可见光区域中不显示任何光吸收的ITO、FTO、IZO、NESA和使电导率增加的导电性聚合物中的每一个，原因为在于需要该元件具有作为光学滤光器的透明性。作为增加电导率的方法，能够采用已知的方法。这些材料可以以各种形式例如块状和细颗粒状使用。可单独使用这些电极材料中的一种，或者可将其多种组合使用。

[0039] <密封材料13>

[0040] 将密封材料13设置在一对电极11之间，并且提供用于贮存EC层12的空间。具体地，能够使用环氧树脂、丙烯酸系树脂、聚酰亚胺、特氟隆（商品名）、氟橡胶等。密封材料13能够保持EC元件的电极间距离。

[0041] <电致变色层12>

[0042] EC层12含有多种有机电致变色化合物，并且优选为溶液层，该溶液层通过将该有机电致变色化合物和根据需要使用的支持电解质溶解在溶剂中而得到。能够将通过其氧化而着色的阳极EC化合物和通过其还原而着色的阴极EC化合物中的一者或两者中的每一者用作任何这样的有机EC化合物，并且该化合物中的至少一种是在其着色状态下在700nm以上的波长区域中具有吸收峰的有机EC化合物。此外，为了在有机EC化合物的着色状态下可实现大的光密度，优选以高浓度将有机EC化合物溶解的状态，因此优选该化合物均在溶剂中具有高溶解性。此外，优选该化合物均在其消色状态下具有高透明性，因此优选每一个化合物在中性状态下在紫外区域中具有吸收并且在可见区域中无任何吸收。由上述观点出发，优选低分子量化合物。此外，在实用上优选有机EC化合物的氧化电位（在阳极EC化合物的情况下）或还原电位（在阴极EC化合物的情况下）均一。在氧化电位或还原电位彼此大幅不同时，EC化合物在氧化或还原的容易性上或者在氧化或还原的速率上彼此大幅不同，因此可能难以控制着色状态下的色平衡。

[0043] 本文中使用的术语“吸收峰”是指在某波长区域中光吸收量取最大值处的波长。例如，在后述的(1)-(5)中所述的波长区域中的一个或者两个以上的每一个中光吸收量成为最大处的波长定义为吸收峰。

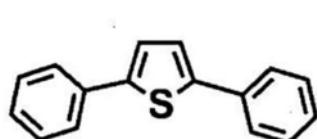
[0044] 本实施方式的EC元件的优选的第一方面为通过将阳极EC化合物和阴极EC化合物

两者都溶解于溶剂中而得到的EC元件，并且其优选的第二方面为通过将阳极和阴极EC化合物中的单独一者溶解于溶剂中而得到的EC元件。第一方面的元件构成称为互补型EC元件，第二方面的元件构成称为单极型EC元件。驱动互补型EC元件时，在一个电极上通过氧化反应而生成自由基阳离子，在另一个电极上通过还原而生成自由基阳离子。在两个电极上生成作为着色种的自由基阳离子，因此在其着色状态下需要大的光密度(低透射率)时优选互补型EC元件。同时，作为下述内容的结果，互补型EC元件自消色：阳极EC化合物和阴极EC化合物的自由基阳离子在溶液中扩散以彼此碰撞，因此发生它们之间的氧化还原反应。因此，需要大电流以保持该元件的着色状态。因此，从电力消耗的观点出发，优选单极型EC元件。

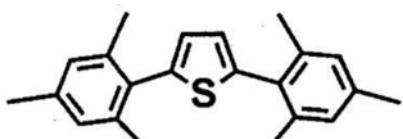
[0045] 对阳极EC化合物的具体实例进行说明。氧化过程中在可见区域中具有吸收的化合物能够用作阳极EC化合物。阳极EC化合物的实例包括：噻吩衍生物；茂金属衍生物，例如二茂铁；芳族胺衍生物，例如吩嗪衍生物、三苯胺衍生物、吩噻嗪衍生物和吩噁嗪衍生物；吡咯衍生物；和吡唑啉衍生物。

[0046] 列出阳极EC化合物的具体结构式。但是，本实施方式中使用的阳极EC化合物并不限于此。

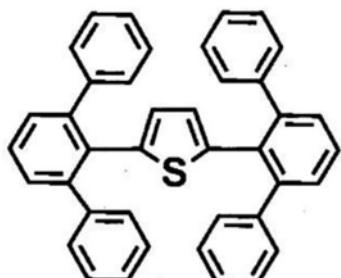
[0047] 氧化着色过程中在短波长区域(约400nm至约500nm的区域)中具有光吸收峰的阳极EC化合物的实例包括属于下述组A的化合物。



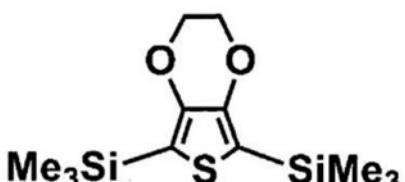
A-1



A-2

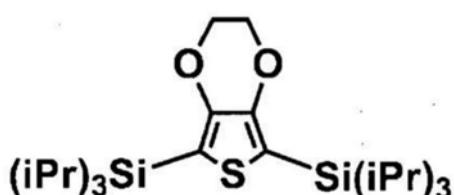


[0048]

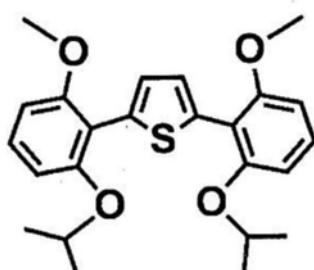


A-3

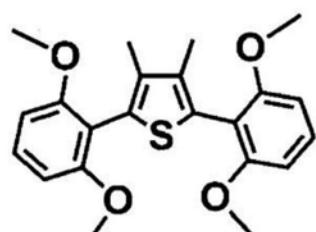
A-4



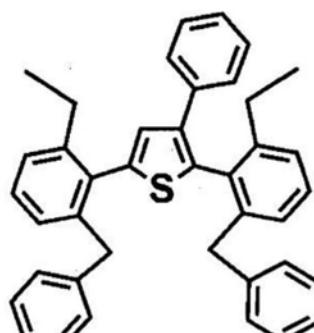
A-5



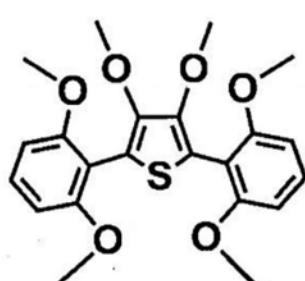
A-6



A-7

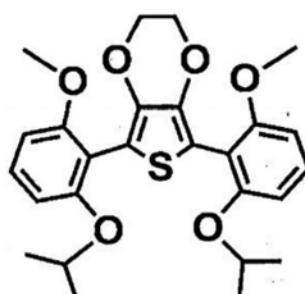


A-8

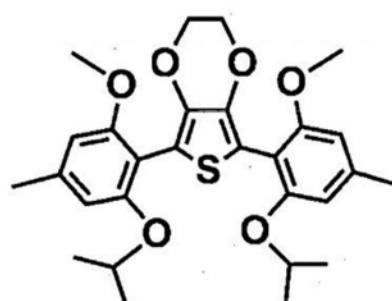


[0049]

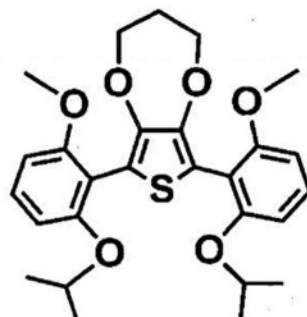
A-9



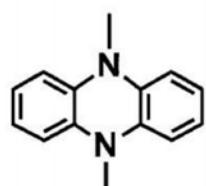
A-10



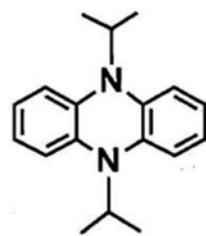
A-11



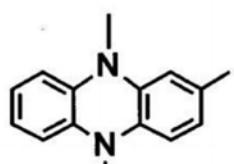
A-12



A-13

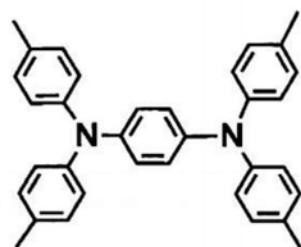


A-14

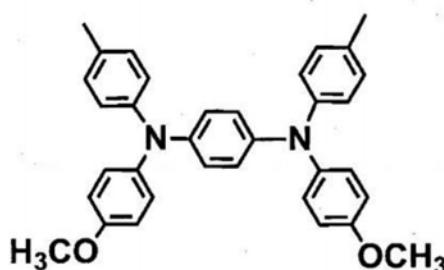


[0050]

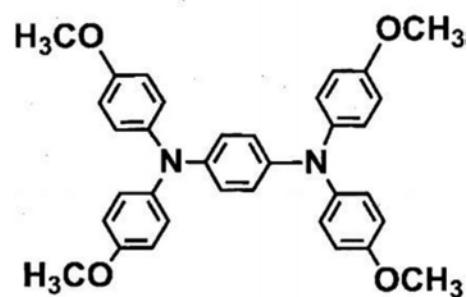
A-15



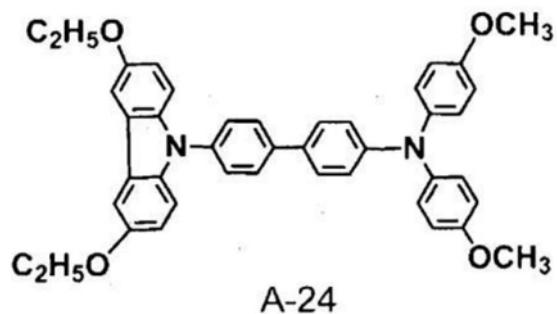
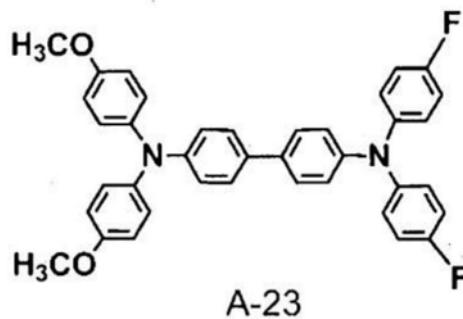
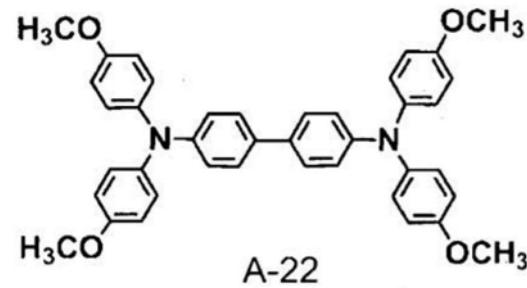
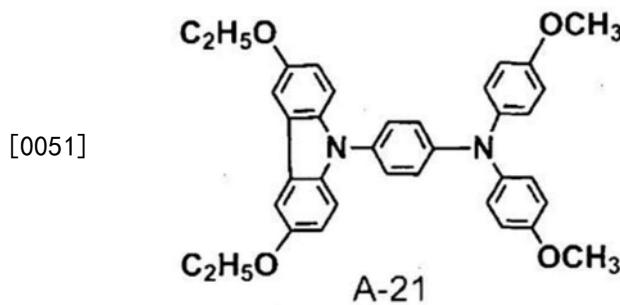
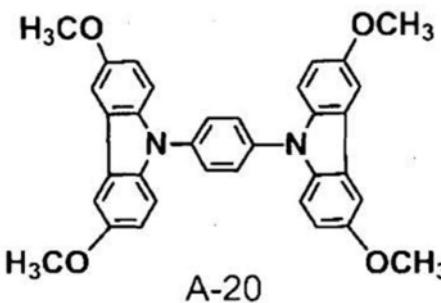
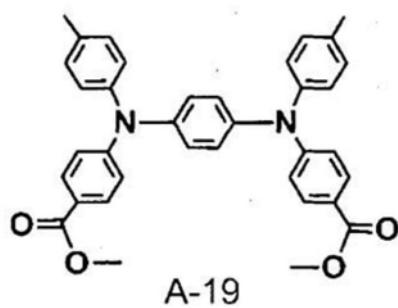
A-16



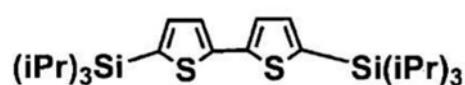
A-17



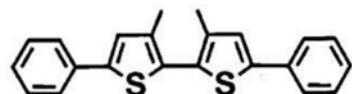
A-18



[0052] 氧化着色过程中在约500nm至约650nm范围的区域中具有光吸收峰的阳极EC化合物的实例包括属于下述组B的化合物。

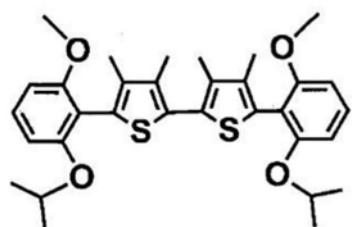


B-1

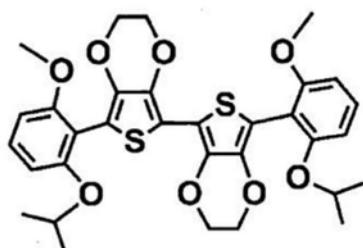


B-2

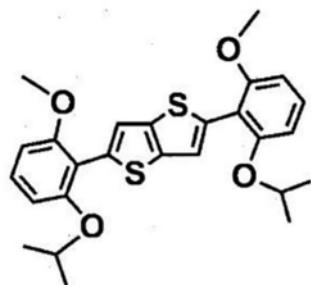
[0053]



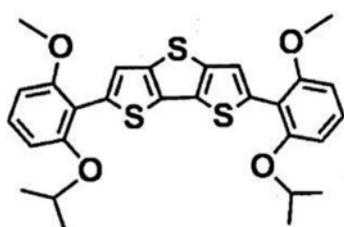
B-3



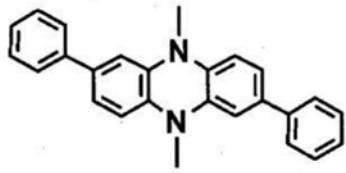
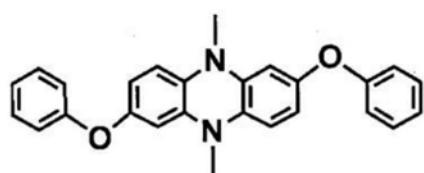
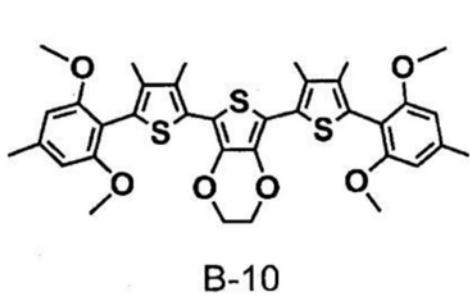
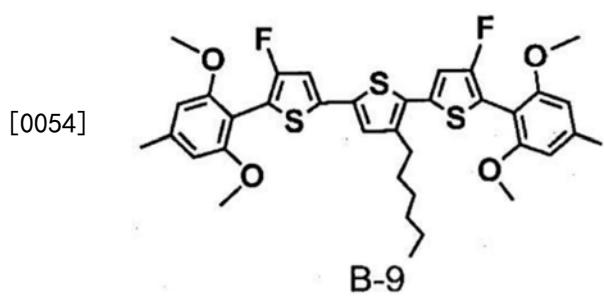
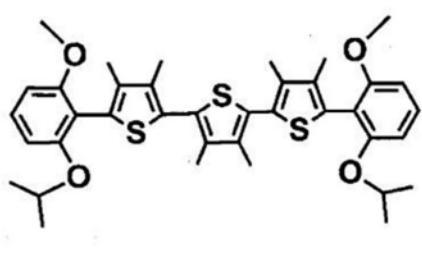
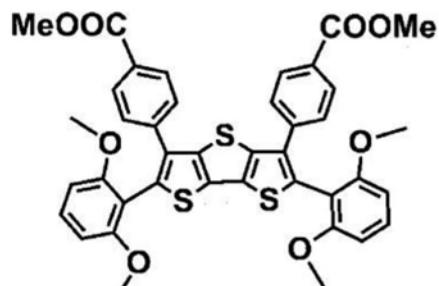
B-4

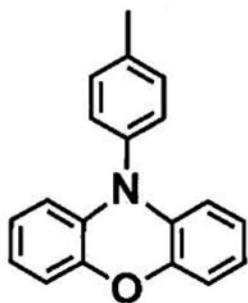


B-5

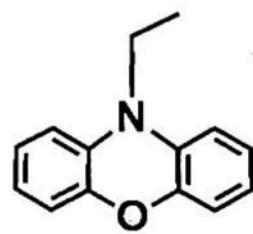


B-6

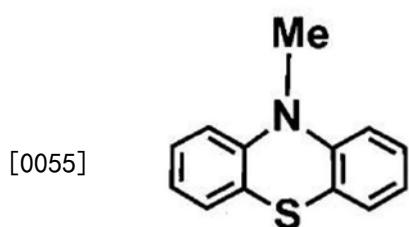




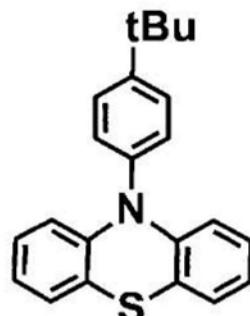
B-13



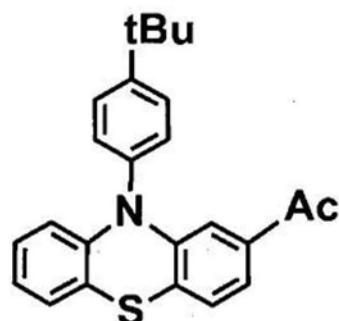
B-14



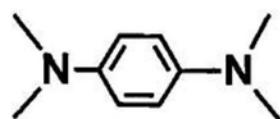
B-15



B-16

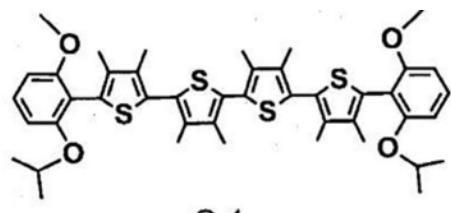


B-17

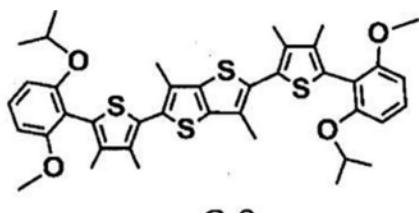


B-18

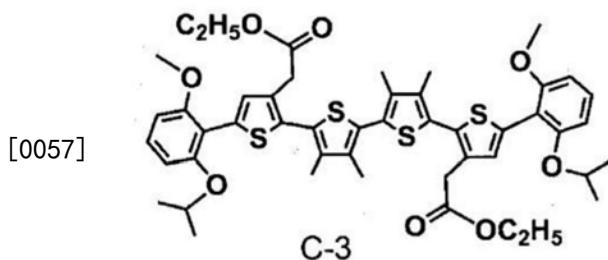
[0056] 氧化着色过程中在长波长区域(约650nm以上的波长区域)中具有光吸收峰的阳极EC化合物的实例包括属于下述组C的化合物。这些化合物中,氧化着色过程中均在700nm以上的波长区域中具有光吸收峰的阳极EC化合物为C-1、C-3、C-4、C-7、C-8、C-10、C-12、C-14、C-15、C-17和C-18。



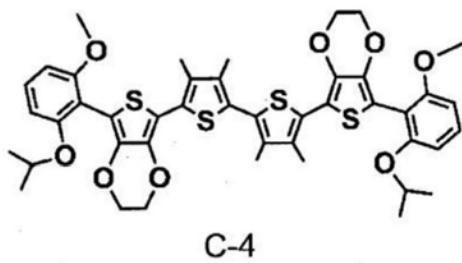
C-1



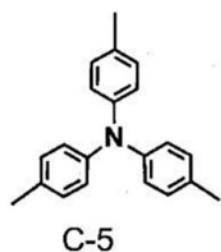
C-2



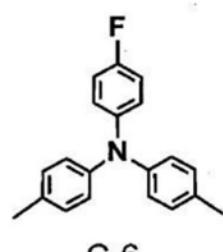
C-3



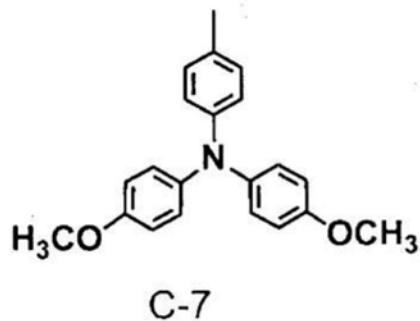
C-4



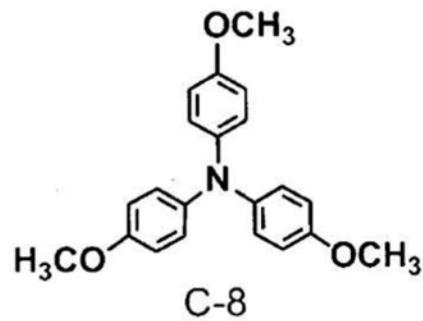
C-5



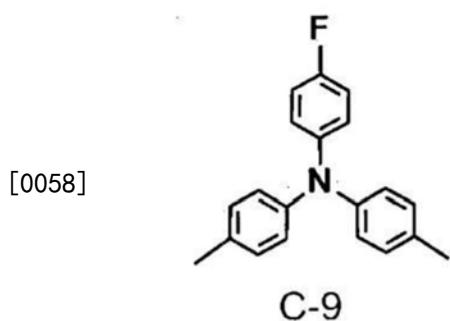
C-6



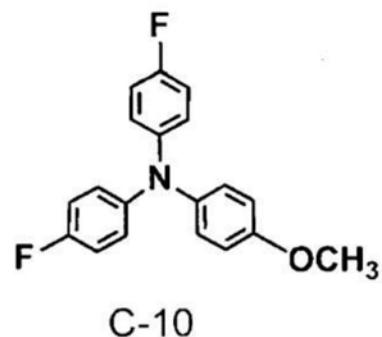
C-7



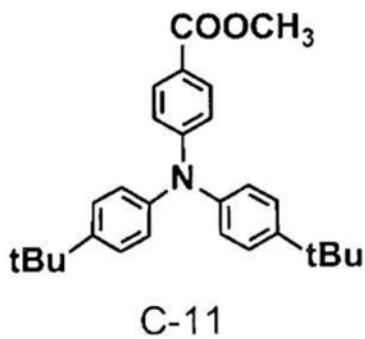
C-8



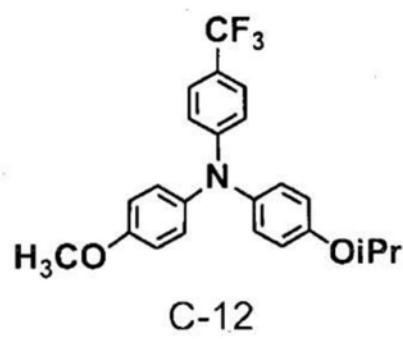
C-9



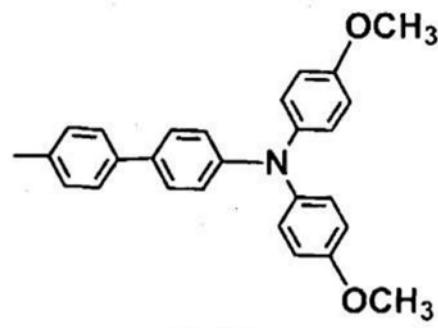
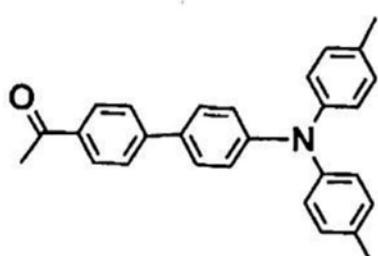
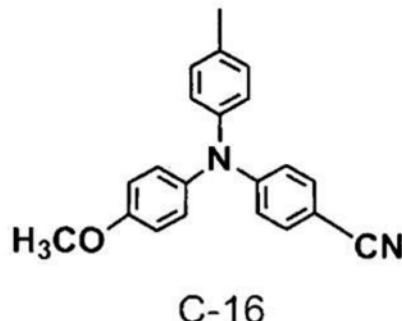
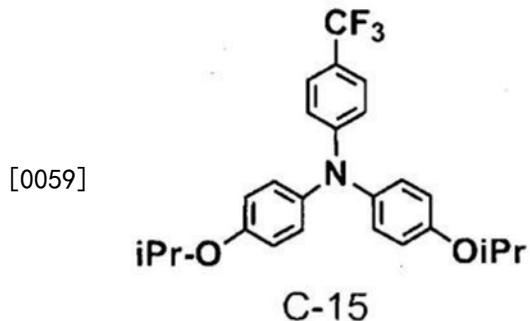
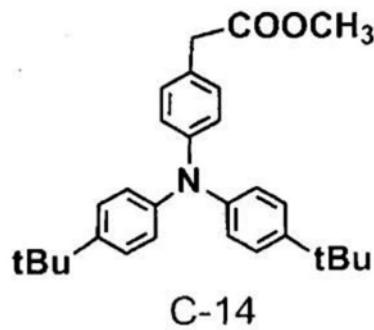
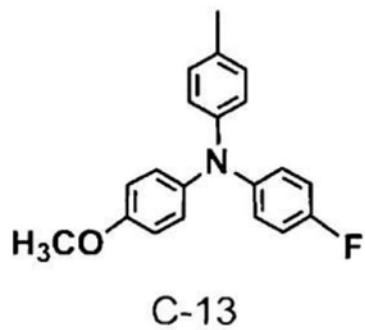
C-10



C-11



C-12

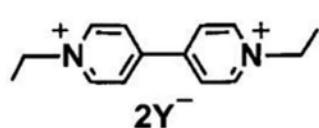


[0060] 作为阳极EC化合物,可得到商购试剂,或者能够采用已知的合成方法来合成该化合物。具体的合成例如下所述。例如,通过使用已知的Pd催化剂通过噻吩系化合物的卤化物与芳族硼酸之间的偶合反应,能够合成噻吩衍生物。此外,通过二苯胺衍生物与芳族卤化物之间的Ullmann反应或者它们之间通过使用Pd催化剂的偶合反应,能够合成芳族胺系化合物。

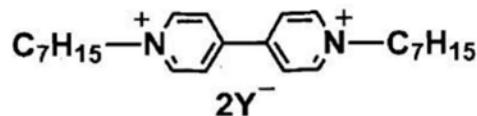
[0061] 阴极EC化合物的实例包括:紫罗碱系化合物,例如N,N'-二庚基联吡啶鎓二高氯酸盐、N,N'-二乙基联吡啶鎓双六氟磷酸盐、N,N'-二苄基联吡啶鎓双四氟硼酸盐和N,N'-二苯基联吡啶鎓双六氟磷酸盐;蒽醌系化合物,例如2-乙基蒽醌和2-叔-丁基蒽醌;二茂铁盐(ferrocenium salt)系化合物,例如二茂铁四氟硼酸盐和二茂铁六氟磷酸盐;和苯乙烯基系化合物。

[0062] 列出阴极EC化合物的具体结构式。但是,本实施方式中使用的阴极EC化合物并不限于此。

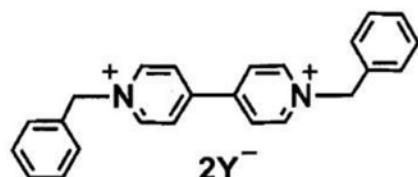
[0063] 还原着色过程中在两个区域,即约400nm至约450nm的区域和约500nm至约650nm的区域中具有光吸收峰的阴极EC化合物的实例包括属于下述组D的紫罗碱系化合物。



D-1

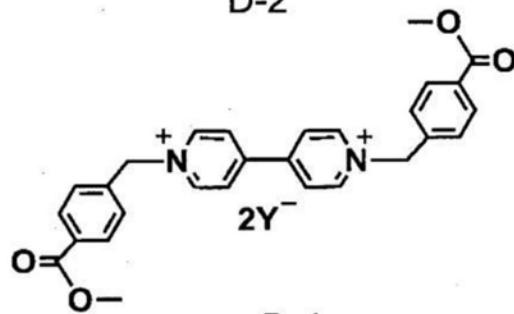


D-2

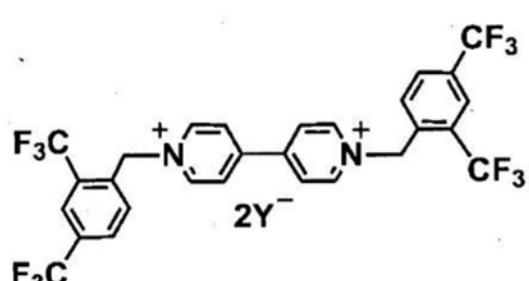


[0064]

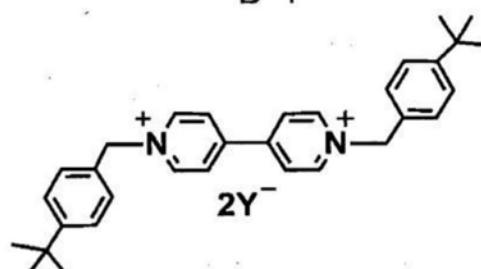
D-3



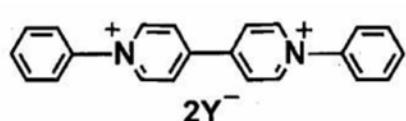
D-4



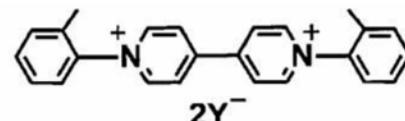
D-5



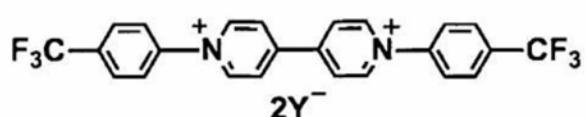
D-6



D-7

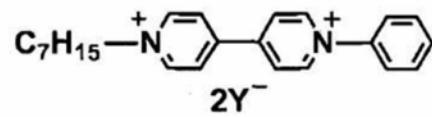


D-8

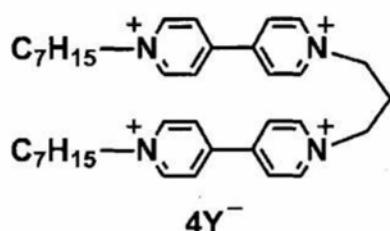


[0065]

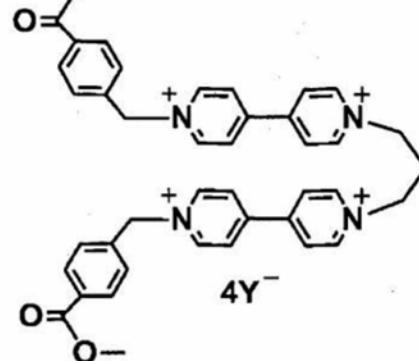
D-9



D-10



D-11

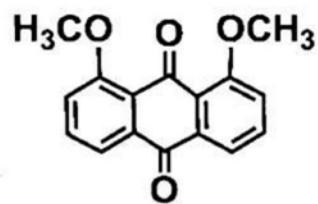
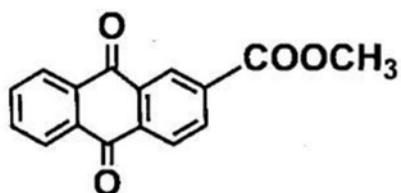
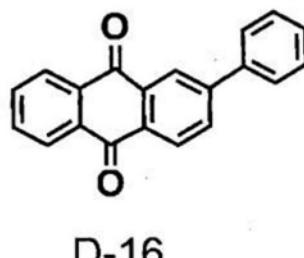
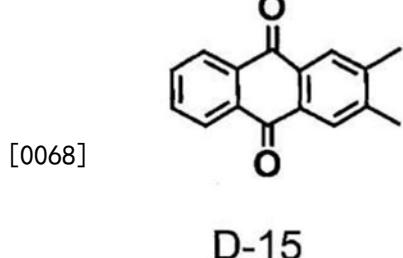
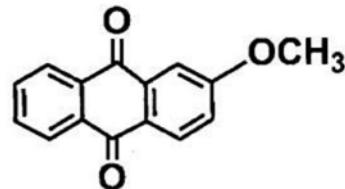
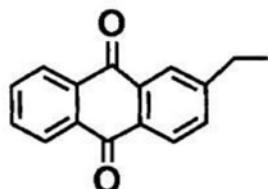


D-12

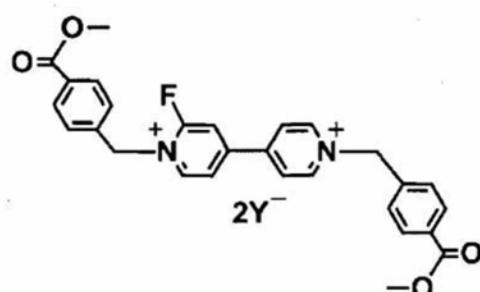
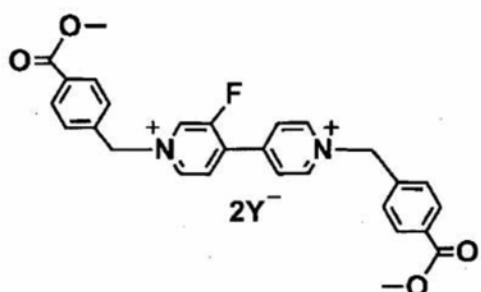
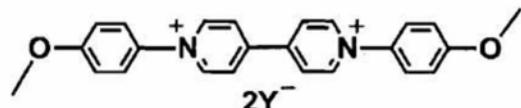
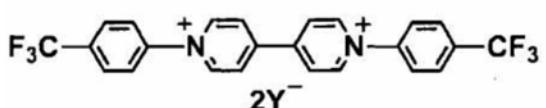
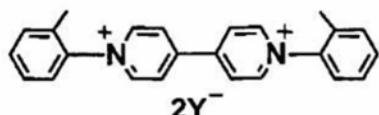
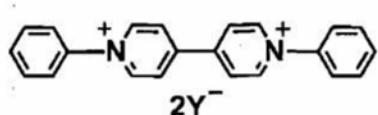
[0066] 式中,  $Y^-$  表示阴离子。由  $Y^-$  表示的阴离子的实例包括阴离子, 例如  $\text{PF}_6^-$ 、 $\text{ClO}_4^-$ 、 $\text{BF}_4^-$ 、

$\text{AsF}_6^-$ 、 $\text{SbF}_6^-$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3^-$ 和 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ ；和卤素阴离子，例如 $\text{Br}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 和 $\text{I}^-$ 。这些中，优选 $\text{PF}_6^-$ 、 $\text{ClO}_4^-$ 、 $\text{BF}_4^-$ 或 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ 。

[0067] 还原着色过程中在约450nm至约600nm的波长区域中具有光吸收峰的阴极EC化合物的实例包括属于下述组D的蒽醌系化合物。



[0069] 还原着色过程中在两个区域，即约400nm至约450nm的区域和600nm以上的波长区域中具有光吸收峰的阴极EC化合物的实例包括属于下述组E的紫罗碱系化合物。这些化合物中，E-4和E-7均为还原着色过程中在700nm以上的波长区域中具有光吸收峰的阴极EC化合物。



[0071] 作为阴极EC化合物,可得到商购试剂,或者能够采用已知的合成方法合成该化合物。具体地,例如,通过4,4'-联吡啶与可具有取代基的苄基溴之间的反应能够合成紫罗碱衍生物。

[0072] 对溶剂并无特别限制,只要该溶剂能够溶剂EC化合物,并且特别优选为具有极性的溶剂。其具体实例包括水和有机极性溶剂,例如甲醇、乙醇、碳酸亚丙酯、碳酸亚乙酯、二甲基亚砜、二甲氧基乙烷、 $\gamma$ -丁内酯、 $\gamma$ -戊内酯、环丁砜、二甲基甲酰胺、二甲氧基乙烷、四氢呋喃、乙腈、丙腈、3-甲氧基丙腈、苯甲腈、二甲基乙酰胺、甲基吡咯烷酮和二氯戊环。

[0073] 进而,例如,EC介质可进一步含有聚合物或胶凝剂以使EC介质在使用前为高粘性或凝胶状的EC介质。对该聚合物并无特别限制,其实例包括聚丙烯腈、羧甲基纤维素、聚氯乙烯、聚环氧乙烷、聚环氧丙烷、聚氨酯、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚酰胺、聚丙烯酰胺、聚酯和Nafion(商品名)。

[0074] 此外,可将支持电解质添加到EC层12中。支持电解质的实例包括:无机离子盐,例如各种碱金属盐和碱土金属盐;季铵盐;和环状季铵盐。其具体实例包括:Li、Na和K的碱金属盐,例如LiClO<sub>4</sub>、LiSCN、LiBF<sub>4</sub>、LiAsF<sub>6</sub>、LiCF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>、LiPF<sub>6</sub>、LiI、NaI、NaSCN、NaClO<sub>4</sub>、NaBF<sub>4</sub>、NaAsF<sub>6</sub>、KSCN和KCl;季铵盐,例如(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub>、(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub>、(n-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub>、(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>NBr、(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>NCLO<sub>4</sub>和(n-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub>NCLO<sub>4</sub>;和环状季铵盐。

[0075] 对形成EC层12的方法并无特别限制,并且为例如如下方法,其包括:采用真空注入法、大气注入法、弯月面法等将有机EC化合物或者其中溶解有有机EC化合物的溶液注入在一对电极11之间形成的间隙中。具体地,例如,该层能够通过如下形成:从由一对电极11和密封材料13形成的液体注入孔(未示出)将有机EC化合物或者其中溶解有有机EC化合物的溶液封入;然后用密封构件将该液体注入孔覆盖;和用粘合剂等将该孔气密密封。密封构件

也用于将该粘合剂与EC化合物隔离以致没有使该粘合剂与该化合物彼此接触。对该密封构件的形状并无特别限制。

[0076] <分光特性>

[0077] 将消色状态中的光密度定义为0时,本实施方式的EC元件在650nm-700nm的波长区域中的透射率 $T_{650-700}$ 相对于中心透射率 $T_{mid}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 在0.3的光密度下在±15%内,优选在±10%内。将消色状态中的光密度定义为0时,透射率 $T_{650-700}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 在0.9的光密度下优选在±40%内,更优选在±20%内,并且将消色状态中的光密度定义为0时,在1.5的光密度下优选在±50%内。

[0078] 进而,将消色状态中的光密度定义为0时,本实施方式的EC元件在430nm-700nm的波长区域中的透射率 $T_{430-700}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 在0.3的光密度下优选在±20%内,并且将消色状态中的光密度定义为0时,在0.9的光密度下优选在±40%内。

[0079] 其中,将某波长区域中的透射率的最大值和最小值分别定义为 $T_{max}$ 和 $T_{min}$ 时,中心透射率 $T_{mid}$ 由下式(1)表示。此外,在某波长区域中的任意波长处的透射率T相对于中心透射率 $T_{mid}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ (%)由下式(2)表示。

$$T_{mid} = (T_{max} + T_{min}) / 2 \quad \dots (1)$$

$$T_{ratio} (\%) = (T - T_{mid}) / T_{mid} \times 100 \quad \dots (2)$$

[0082] 即,随着 $T_{ratio}$ 的值变得较小,某波长区域中的各个波长处的透射率之间的变动变得较小,因此该元件具有更均一的分光特性。

[0083] 本实施方式的EC元件在650nm-700nm、优选430nm-700nm的波长区域中具有均一的分光特性。即,该元件显示出小的在着色状态中在650nm-700nm、优选430nm-700nm的波长区域中的光的每个波长处的透射率相对于中心透射率的变动比率。

[0084] 本实施方式的EC元件优选在着色状态中显示灰色或黑色,与用肉眼观看时在着色状态中显示出灰色或黑色的相关领域EC元件具有均一的分光特性的波长区域相比,在直至更长的650nm-700nm的区域也具有均一的分光特性。因此,在将该元件与成像元件组合时,能够在没有使用任何色校正单元的情况下或即使使用色校正单元时也通过最小的校正实现特别令人满意的色再现性和特别令人满意的色平衡。例如,用肉眼观看时在着色状态中显示出灰色的PTL 2中记载的EC元件特别是在着色状态中在600nm以上的长波长区域中显示出弱吸收,并且直至对于用作可变ND滤镜的元件所需的700nm不具有均一的分光特性。因此,其色再现性和色平衡差。

[0085] 本发明的发明人为了实现均一的分光特性,已测定了各个化合物在它们着色过程中的吸收光谱特性。通过将各个化合物的吸收光谱加和而得到将多个有机EC化合物混合时的吸收光谱,并且能够适当地选择该化合物以致该EC元件在各个波长处均匀地吸收某波长区域中的光。为了可将650nm-700nm的长波长区域中的分光特性均一化,特别地,可将透射率 $T_{650-700}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 在0.3的光密度下设定在±15%内,将着色状态中在700nm以上的波长区域中具有光吸收峰的有机EC化合物混合。这样的有机EC化合物的混合能够使通过将多个EC化合物混合而得到的EC元件显示出均一的透射率特性。例如,例示化合物C-1、C-3、C-4、C-7、C-8、C-10、C-12、C-14、C-15、C-17或C-18适合用作在着色状态中在700nm以上的波长区域中具有光吸收峰的有机EC化合物。此外,为了可实现消色状态中该元件的透明性和着色状态中长波长区域中光的吸收这两者,特别优选含有芳族胺骨架的芳族胺系化合物,

例如例示化合物C-7、C-8、C-10、C-12、C-14、C-15、C-17或C-18。

[0086] 此外,为了可将430nm-700nm的波长区域中的分光特性均一化,特别地,可将透射率 $T_{430-700}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 在0.3的光密度下设定在±20%内,该EC层优选含有各自在着色状态中在下述(1)-(5)中所述的波长区域中的至少一个中具有吸收峰的有机电致变色化合物,以致在下述(1)-(5)中所述的波长区域的每一个中存在着色状态中该有机EC化合物的至少一个吸收峰:

[0087] (1) 430nm以下的波长区域;

[0088] (2) 大于430nm且510nm以下的波长区域;

[0089] (3) 大于510nm且570nm以下的波长区域;

[0090] (4) 大于570nm且小于700nm的波长区域;和

[0091] (5) 700nm以上的波长区域。

[0092] 此外,在着色状态中在波长区域(2)中具有吸收峰的有机EC化合物或在着色状态中在波长区域(3)中具有吸收峰的有机EC化合物中的至少一种优选为吩嗪衍生物。在着色状态中在波长区域(2)中具有吸收峰的吩嗪衍生物例如为例示化合物A-13、A-14或A-15。在着色状态中在波长区域(3)中具有吸收峰的吩嗪衍生物例如为例示化合物B-11或B-12。

[0093] 此外,在着色状态中在波长区域(4)中具有吸收峰的有机EC化合物优选为紫罗碱衍生物。在着色状态中在波长区域(4)中具有吸收峰的紫罗碱衍生物的实例包括例示化合物D-1至D-12以及例示化合物E的组中列出的有机EC化合物。

[0094] 能够将多个有机电致变色化合物适当地组合以致透射率 $T_{650-700}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 在0.3的光密度下在±15%内。该层含有例如在与波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰的有机EC化合物作为在着色状态中在波长区域(4)中具有吸收峰的有机EC化合物。

[0095] 此外,该层含有例如在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的化合物作为在着色状态中在波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物。在这种情况下,该层优选含有在与波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰的有机EC化合物作为在着色状态中在波长区域(4)中具有吸收峰的有机EC化合物。该层优选还含有其吸收峰波长为650nm以上且小于700nm并且与波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物的吸收峰的波长相差20nm-35nm的化合物作为在着色状态中在波长区域(4)中具有吸收峰的有机EC化合物。

[0096] 通常,中性密度(ND)滤光器将光量减小至 $1/2^n$ (其中n表示正整数)。将光量减小至1/2时,使透射率从100%减小至50%。将光量减小至1/4时,使透射率从100%减小至25%。此外,将透射率减小至1/2时,由 $-\log(\text{透射率}) = (\text{光密度})$ 的关系,光密度变化量为0.3,将透射率减小至1/4时,光密度变化量为0.6。为了减小光量以致透射率从1/2变为1/64,只需以0.3的单位将光密度变化量控制为0至1.8。

[0097] <光学滤光器>

[0098] 本实施方式的光学滤光器包括本实施方式的EC元件和与该EC元件连接的有源元件。该有源元件是用于调节透过该EC元件的光的量的元件,并且具体地为例如用于控制该EC元件的透射率的开关元件。该开关元件的实例包括TFT和MIM元件。TFT也称为“薄膜晶体管”,并且将半导体或氧化物半导体用作其构成材料。其具体实例包括使用无定形硅、低温

多晶硅和InGaZnO作为构成材料的半导体。

[0099] <成像装置和透镜单元>

[0100] 本实施方式的成像装置包括本实施方式的光学滤光器和用于接收已透过该光学滤光器的光的光接收元件。

[0101] 此外,本实施方式的透镜单元包括本实施方式的光学滤光器和成像光学系统。该成像光学系统优选为包括多个透镜的透镜组。可设置该光学滤光器以致已通过该光学滤光器的光通过该成像光学系统,或者可设置以致已通过该成像光学系统的光通过该光学滤光器。此外,该光学滤光器可设置在多个透镜的任一个与另一个透镜之间。优选将该光学滤光器设置在透镜的光轴上。该光学滤光器能够调节通过该成像光学系统的光或者已通过该系统的光的量。

[0102] 图4A为用于表示包括使用本实施方式的光学滤光器的透镜单元的成像装置的构成的示意图,图4B为用于表示包括本实施方式的光学滤光器的成像装置的构成的示意图。如图4A和图4B中所示,通过安装构件(未示出)将透镜单元102可移除地连接至成像单元103。

[0103] 透镜单元102是包括多个透镜或透镜组的单元。例如,图4A中所示的透镜单元102是用于在光圈后进行聚焦的后聚焦(rear-focus)变焦镜头。从对象侧(图的左侧)开始,透镜单元102依次包括具有正折射力的第一透镜组104、具有负折射力的第二透镜组105、具有正折射力的第三透镜组106和具有正折射力的第四透镜组107的四个透镜组。改变第二透镜组105与第三透镜组106之前的间隔以使放大率变化,并且使第四透镜组107的透镜的一部分移动以进行聚焦。例如,透镜单元102包括设置在第二透镜组105与第三透镜组106之间的光圈108,并且还包括设置在第三透镜组106与第四透镜组107之间的光学滤光器101。设置这些部件以致使待透过透镜单元102的光透过透镜组104-107、光圈108和光学滤光器101,并且能够使用光圈108和光学滤光器101来调节光量。

[0104] 此外,能够适当地改变透镜单元102的部件的构成。例如,可将光学滤光器101设置在光圈108的前面(其对象侧),或者可将其设置在光圈108的后面(其成像单元103侧)。或者,可将光学滤光器101设置在第一透镜组104的前面,或者可将其设置在第四透镜组107的后面。将光学滤光器101设置在光汇聚的位置时,优点在于例如能够减小光学滤光器101的面积。此外,也能够适当地选择透镜单元102的模式。代替后聚焦变焦透镜,透镜单元102也可以是用于在光圈前进行聚焦的内聚焦(inner-focus)变焦透镜,或者可以是用于以另一种方式进行聚焦的另一种变焦透镜。此外,代替变焦透镜,也能够适当地选择特殊目的透镜例如鱼眼透镜或微距透镜。

[0105] 成像单元103包括玻璃块109和光接收元件110。玻璃块109为玻璃块例如低通滤光器、面板或滤色器。此外,光接收元件110为用于接收已通过透镜单元102的光的传感器单元,并且成像元件例如CCD或CMOS可用作光接收元件110。此外,光接收元件110也可以是光学传感器例如光电二极管,并且用于获得和输出有关光的强度或波长的信息的器件能够适当地用作光接收元件110。

[0106] 如图4A中所示那样将光学滤光器101嵌入透镜单元102时,可将驱动单元例如有源元件设置在透镜单元102内,或者可将其设置在透镜单元102外。将驱动单元设置在透镜单元102外时,通过配线将分别设置在透镜单元102内和外的EC元件和驱动单元彼此连接,并

且驱动单元驱动和控制EC元件。

[0107] 如图4B中所示那样,成像装置自身可包括本实施方式的光学滤光器101。将光学滤光器101设置在成像单元103内的适当位置,并且只需设置光接收元件110以接收已通过光学滤光器101的光。图4B中,例如,将光学滤光器101设置在光接收元件110前并与其紧接。当成像装置自身具有嵌入其中的光学滤光器101时,连接至成像装置的透镜单元102自身不需要包括光学滤光器101,因此能够形成使用现有透镜单元且能够控制光的成像装置。

[0108] 上述的成像装置可应用于具有调节光量的功能和光接收元件的组合的制品。该成像装置能够用于例如照相机、数码相机、摄像机或数码摄像机。该成像装置也可应用于其中嵌有成像装置的制品,例如移动电话、智能手机、PC或平板电脑。

[0109] 通过将本实施方式的光学滤光器用作调光构件,从而能够使用一个滤光器来适当地改变待控制的光量,并且优点在于例如能够减少构件的数目以及能够节省空间。

[0110] <窗构件>

[0111] 本实施方式的窗构件包括本实施方式的EC元件和与该EC元件连接的有源元件。图5A为表示本实施方式的窗构件的构成的透视图,图5B为图5A的X-X'截面图。

[0112] 图5B的窗构件111为调光窗,并且包括EC元件114、用于夹持该元件的透明板113和用于围绕整体以使该元件和板一体化的框112。有源元件为用于调节待透过EC元件114的光量的元件,并且可以直接地与EC元件114连接或者可以间接地与其连接。此外,可以将有源元件在框112中一体化,或者可通过设置在框112外的配线将有源元件连接至EC元件114。

[0113] 对透明板113并无特别限制,只要其由具有高透光率的材料制成。考虑将窗构件111用作窗,优选透明板113由玻璃材料制成。本实施方式中,EC元件114为独立于透明板113的构成部件,但例如,EC元件114的基板10可视为透明板113。

[0114] 对框112的材质并无限制,覆盖EC元件114的至少一部分并且具有在一个框内一体化的形式的任何构件可视为该框。

[0115] 这样的调光窗也能够称为“具有电子窗帘的窗构件”并且在EC元件114处于消色状态时提供相对于入射光的充分的透射光量,并且在该元件处于着色状态时提供可靠地阻挡和调制入射光的光学特性。本实施方式的窗构件可应用于例如调节在白天期间进入室内的阳光的量的用途。该窗构件能够用于不仅调节阳光的量而且调节热量,因此能够用于控制房间的亮度和温度。此外,该窗构件也可应用于用作遮光器以防止从室外看到室内场景。上述的调光窗不仅可应用于建筑物用玻璃窗,而且可应用于交通工具例如汽车、火车、飞机或轮船的窗,并且可应用于钟表、手表或移动电话的显现表面的滤光器。

[0116] [实施例]

[0117] <实施例1>

[0118] 将用作阳极EC化合物的示例化合物A-22(54mM)、C-5(7mM)和C-10(15mM)与用作阴极EC化合物的示例化合物D-4(28mM)、D-10(140mM)和D-11(130mM)混合,并且将电压施加于该混合物以使该化合物显色。将这种情况下430nm至750nm的波长区域中的吸收光谱示于图2中。

[0119] 将各个化合物均以0.5mM的浓度溶解于碳酸亚丙酯中并且向该溶液施加电压时,通过加和吸收光谱而得到图2的吸收光谱。将如下得到的产物用于各个化合物的吸收光谱的测定:将筛网状铂电极(工作电极;WE)和线状铂电极(对电极;CE)设置在具有1mm的光程

长度的玻璃槽中，并且将参比电极RE (Ag/Ag<sup>+</sup>) 设置在该槽中。将EC材料在筛网电极上氧化并且显色，并且用通过该筛网电极的透射光测定其紫外-可见-近红外吸收光谱。将由Solartron制造的恒电位器(CellTest1470E) 用于驱动电压的施加，并且将由Ocean Optics制造的光谱仪(USB2000-UV-VIS) 用于光谱测定法。

[0120] 接下来，由关系式  $-\log(\text{透射率}) = (\text{光密度})$  基于图2中所示的吸收光谱确定透射光谱。将确定的光谱示于图3A-图3C中。将图2的光密度定义为0时0.3的光密度下的光谱示于图3A中。将图2的光密度定义为0时0.9的光密度下的光谱示于图3B中。将图2的光密度定义为0时1.5的光密度下的光谱示于图3C中。图3B中，650nm-700nm的波长区域中的最大透射率  $T_{\max}$  和最小透射率  $T_{\min}$  分别为13.8%和10.9%，因此它们之间的中心透射率  $T_{\text{mid}}$  为12.35%。这种情况下相对于中心透射率  $T_{\text{mid}}$  的变动比率  $T_{\text{ratio}}$  为±11.7%。将图3A或图3C的情况下相对于中心透射率  $T_{\text{mid}}$  的变动比率  $T_{\text{ratio}}$  的值同样示于表1中。

[0121] 进而，图3B中430nm-700nm的波长区域中的最大透射率  $T_{\max}$  和最小透射率  $T_{\min}$  分别为16.9%和9.3%，因此  $T_{\text{ratio}}$  变为±29.0%。将图3A或图3C的情况下相对于中心透射率  $T_{\text{mid}}$  的变动比率  $T_{\text{ratio}}$  的值同样示于表1中。本实施例中，在它们着色过程中例示化合物的吸收峰波长如下所示。

[0122] A-22: 482nm

[0123] C-5: 675nm

[0124] C-10: 701nm

[0125] D-4: 606nm和401nm

[0126] D-10: 616nm和417nm

[0127] D-11: 542nm

[0128] 即，在本实施例中，包括着色状态中例示化合物的吸收峰的波长区域如下所示。

[0129] A-22: (2) 大于430nm且510nm以下

[0130] C-5: (4) 大于570nm且小于700nm

[0131] C-10: (5) 700nm以上

[0132] D-4: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm

[0133] D-10: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm

[0134] D-11: (3) 大于510nm且570nm以下

[0135] 本实施例的EC元件含有例示化合物D-4和D-10，例示化合物D-4和D-10均在与着色状态中例示化合物C-10(其为在波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物)的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰。

[0136] 例示化合物C-10是在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的化合物，并且着色状态中例示化合物D-4和D-10的每一个的吸收峰的波长与例示化合物C-10的吸收峰的波长相差80nm-130nm。进而，在本实施例中，该元件含有例示化合物C-5，例示化合物C-5的吸收峰波长为650nm以上且小于700nm，并且与例示化合物C-10的吸收峰的波长相差20nm-35nm。

[0137] <实施例2>

[0138] 以与实施例1中相同的方式确定了吸收光谱和透射光谱，不同之处在于将例示化合物A-18 (64mM)、A-22 (54mM)、B-16 (16mM)、C-5 (7mM) 和C-10 (10mM) 用作阳极EC化合物，并且将例示化合物D-1 (100mM) 和D-8 (30mM) 用作阴极EC化合物，并且对于每个透射光谱确定

了相对于中心透射率 $T_{mid}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 。将结果示于表1中。本实施例中,包括它们着色过程中例示化合物的吸收峰的波长区域如下所示。

- [0139] A-18: (2) 大于430nm且510nm以下
- [0140] A-22: (2) 大于430nm且510nm以下
- [0141] B-16: (3) 大于510nm且570nm以下
- [0142] C-5: (4) 大于570nm且小于700nm
- [0143] C-10: (5) 700nm以上
- [0144] D-1: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0145] D-8: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0146] 本实施例的EC元件含有例示化合物D-1和D-8,例示化合物D-1和D-8均在与着色状态中例示化合物C-10(其为在波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物)的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰。
- [0147] 例示化合物C-10是在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的化合物。此外,在本实施例中,该元件含有例示化合物C-5,例示化合物C-5的吸收峰波长为650nm以上且小于700nm,并且与例示化合物C-10的吸收峰的波长相差20nm-35nm。
- [0148] <实施例3>
- [0149] 以与实施例1中相同的方式确定了吸收光谱和透射光谱,不同之处在于将例示化合物A-11(55mM)、C-3(33mM)和C-10(10mM)用作阳极EC化合物,并且将例示化合物D-4(33mM)、D-10(57mM)和D-11(75mM)用作阴极EC化合物,并且对于每个透射光谱确定了相对于中心透射率 $T_{mid}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 。将结果示于表1中。本实施例中,包括它们着色过程中例示化合物的吸收峰的波长区域如下所示。
- [0150] A-11: (2) 大于430nm且510nm以下
- [0151] C-3: (5) 700nm以上
- [0152] C-10: (5) 700nm以上
- [0153] D-4: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0154] D-10: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0155] D-11: (3) 大于510nm且570nm以下
- [0156] 本实施例的EC元件含有例示化合物D-4和D-10,例示化合物D-4和D-10均在与着色状态中例示化合物C-3和C-10(均为在波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物)的每一个的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰。
- [0157] 例示化合物C-3和C-10均为在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的化合物。
- [0158] <实施例4>
- [0159] 以与实施例1中相同的方式确定了吸收光谱和透射光谱,不同之处在于将例示化合物A-13(55mM)、A-14(110mM)、B-11(110mM)和C-10(15mM)用作阳极EC化合物,并且将例示化合物D-1(50mM)、D-10(25mM)和D-11(105mM)用作阴极EC化合物,并且对于每个透射光谱确定了相对于中心透射率 $T_{mid}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 。将结果示于表1中。本实施例中,包括它们着色过程中例示化合物的吸收峰的波长区域如下所示。
- [0160] A-13: (2) 大于430nm且510nm以下
- [0161] A-14: (2) 大于430nm且510nm以下

- [0162] B-11: (3) 大于510nm且570nm以下
- [0163] C-10: (5) 700nm以上
- [0164] D-1: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0165] D-10: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0166] D-11: (3) 大于510nm且570nm以下
- [0167] 本实施例的EC元件含有例示化合物D-1和D-10, 例示化合物D-1和D-10均在与着色状态中例示化合物C-10(其为在波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物)的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰。
- [0168] 例示化合物C-10为在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的化合物。
- [0169] <实施例5>
- [0170] 以与实施例1中相同的方式确定了吸收光谱和透射光谱, 不同之处在于将例示化合物A-13(0.1mM)、A-14(120mM)、B-12(74mM)和C-7(11mM)用作阳极EC化合物并且将例示化合物D-4(35.4mM)、D-10(32mM)和E-7(10mM)用作阴极EC化合物, 并且对于每个透射光谱确定了相对于中心透射率 $T_{mid}$ 的变动比率 $T_{ratio}$ 。将结果示于表1中。本实施例中, 包括它们着色状态中例示化合物的吸收峰的波长区域如下所示
- [0171] A-13: (2) 大于430nm且510nm以下
- [0172] A-14: (2) 大于430nm且510nm以下
- [0173] B-12: (3) 大于510nm且570nm以下
- [0174] C-7: (5) 700nm以上
- [0175] D-4: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0176] D-10: (1) 430nm以下和(4) 大于570nm且小于700nm
- [0177] E-7: (5) 700nm以上
- [0178] 本实施例的EC元件含有例示化合物D-4和D-10, 例示化合物D-4和D-10均在与着色状态中例示化合物C-7和E-7(均为在波长区域(5)中具有吸收峰的有机EC化合物)的每一个的吸收峰的波长相差80nm-130nm的波长处具有吸收峰。
- [0179] 例示化合物C-7和E-7均为在700nm-730nm的波长区域中具有吸收峰的化合物。
- [0180] 表1

[0181]	650nm 至 700nm 的区域中的变动比率 $T_{ratio}$			430nm 至 700nm 的区域 中的变动比率 $T_{ratio}$	
	光密度			光密度	
	0.3	0.9	1.5	0.3	0.9
实施例 1	±5.1%	±11.7%	±24.8%	±10.0%	±29.0%
实施例 2	±3.0%	±9.2%	±14.8%	±17.2%	±34.7%
实施例 3	±3.7%	±11.7%	±18.3%	±12.1%	±34.9%
实施例 4	±3.0%	±9.0%	±14.9%	±17.9%	±49.0%
实施例 5	±5.7%	±16.8%	±27.6%	±8.6%	±25.3%

[0182] 在每个实施例中，确认了在作为长波长区域的650nm至700nm的波长区域或者430nm至700nm的波长区域中相对于中心透射率的变动比率足够小，因此该元件具有均一的分光特性。此外，该元件在从光密度小的区域至光密度大(光密度：1.5)的区域的整个范围具有均一的分光特性，因此示出能够提供在宽光量调节范围内具有ND特性的EC元件。

[0183] 如上所述，根据本发明，能够提供EC元件，其具有均一的分光特性直至长波长区域并且能够实现宽光量调节范围。

[0184] 尽管已参照例示实施方式对本发明进行了说明，但应理解本发明并不限于所公开的例示实施方式。下述权利要求的范围应给予最为宽泛的解释以包括所有这样的变形以及等同的结构和功能。

[0185] 本申请要求于2015年7月10日提交的日本专利申请No.2015-138367和2016年5月10日提交的日本专利申请No.2016-094449的权益，由此通过引用将其全部内容并入本文。

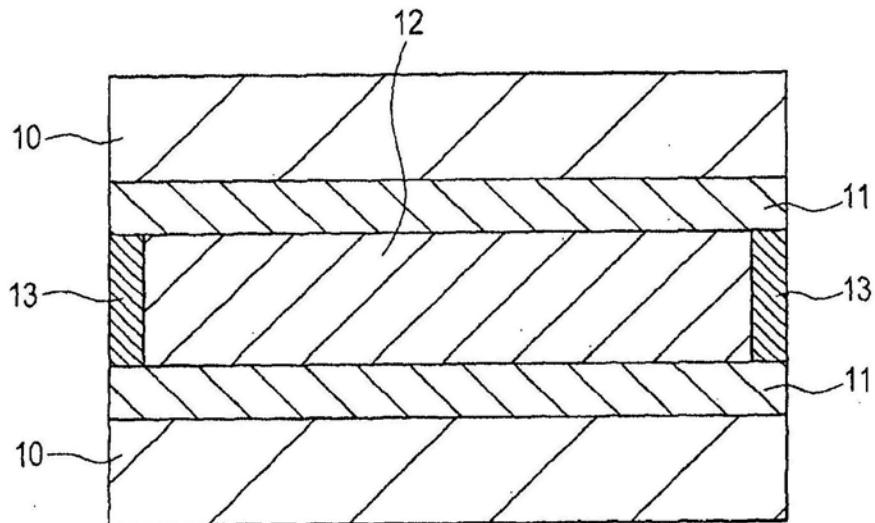


图1

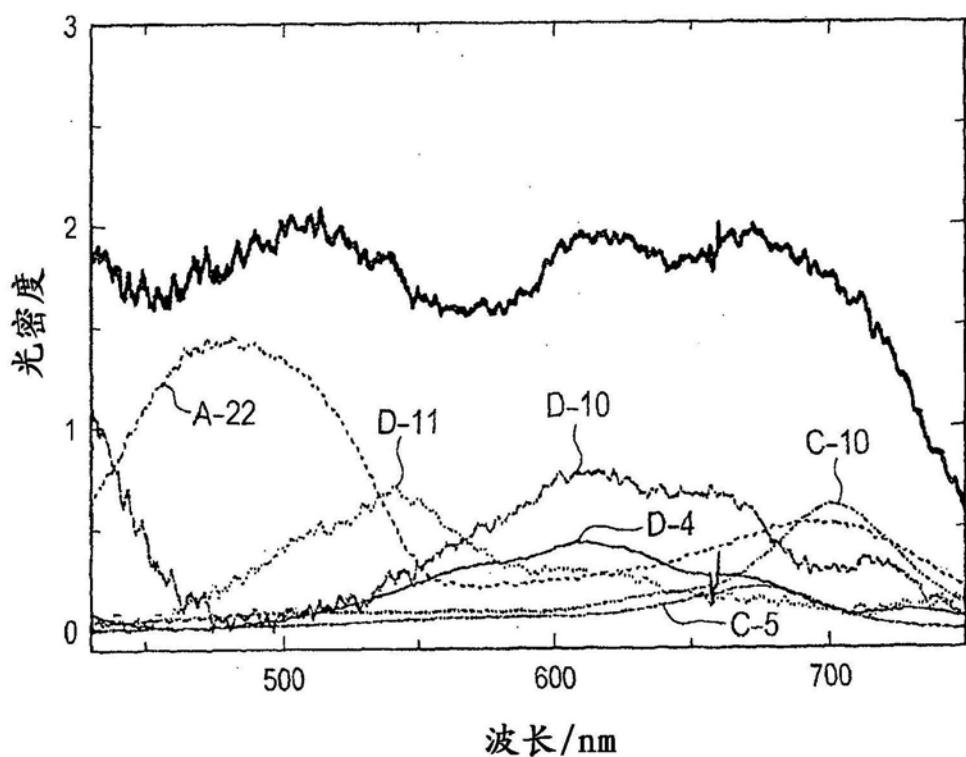


图2

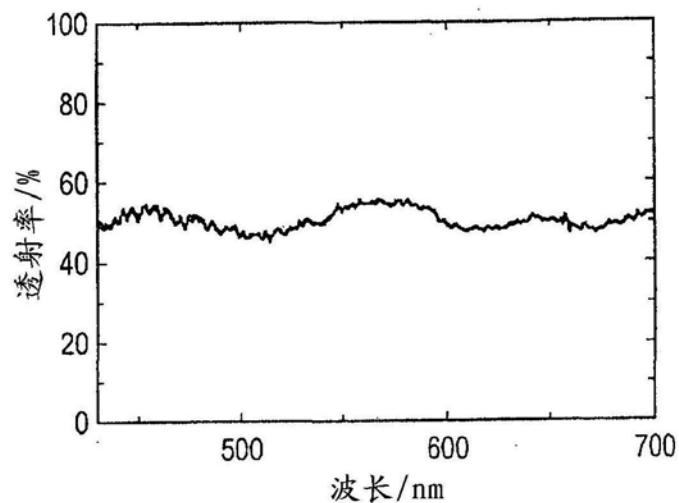


图3A

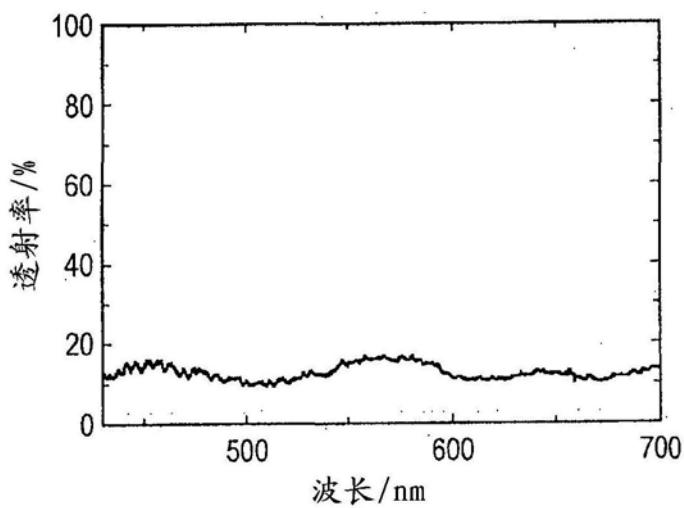


图3B

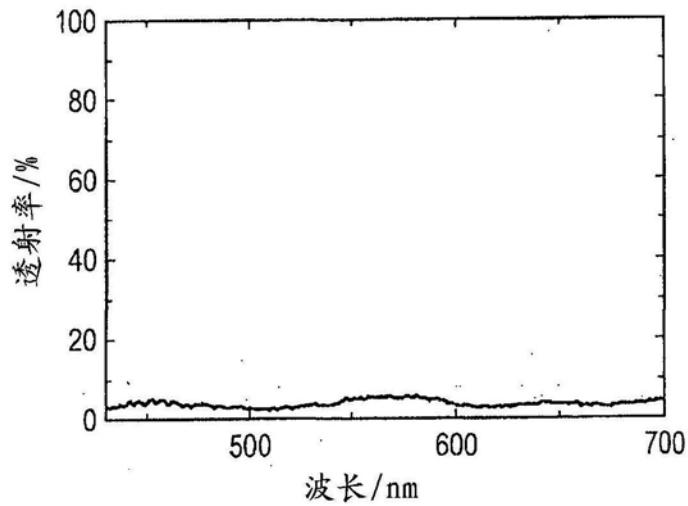


图3C

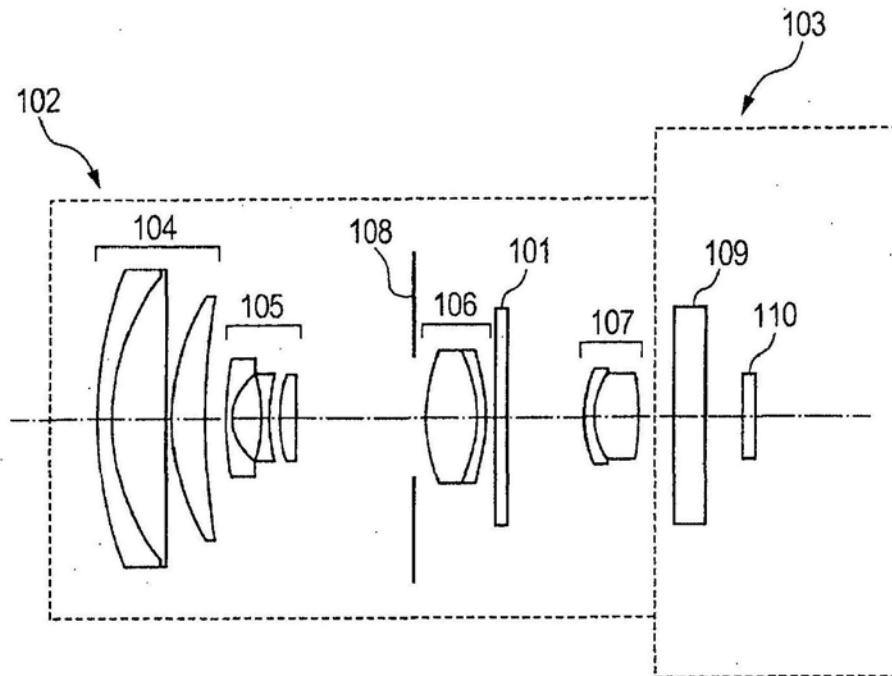


图4A

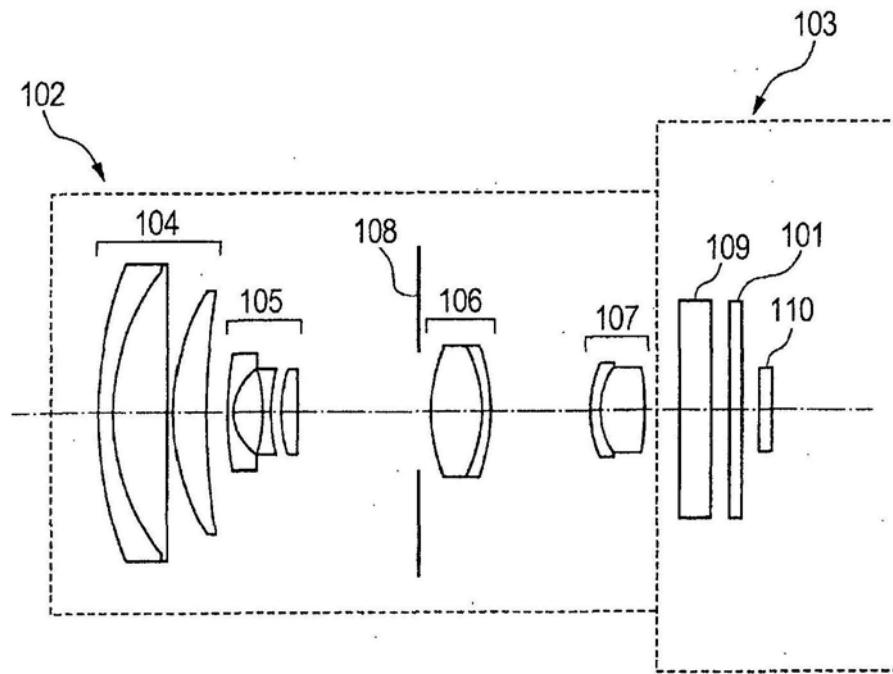


图4B

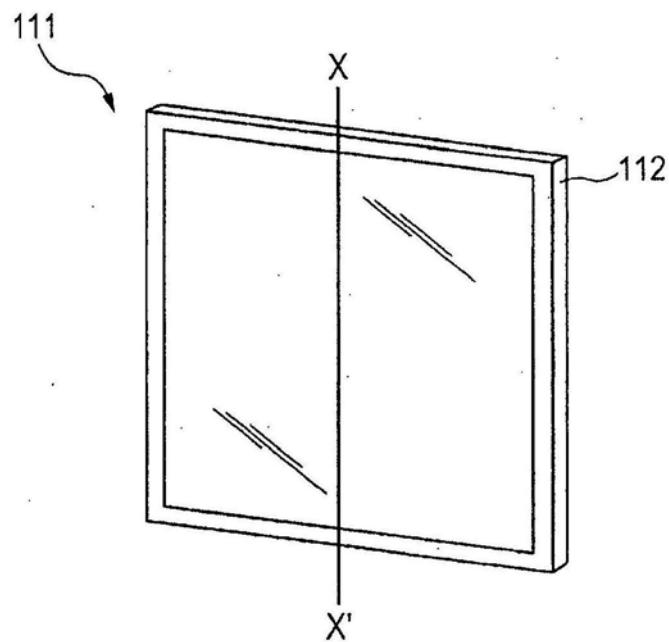


图5A

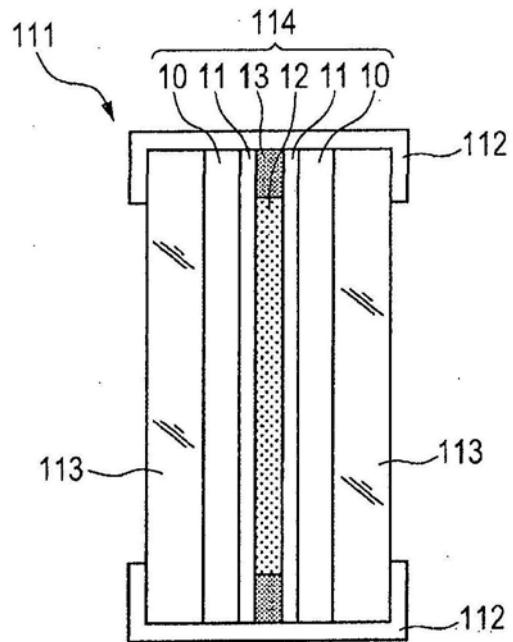


图5B