

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-133648

(P2016-133648A)

(43) 公開日 平成28年7月25日(2016.7.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/15 (2006.01)	G02F 1/15 502	2K101
	G02F 1/15 501	
	G02F 1/15 503	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-8601 (P2015-8601)
 (22) 出願日 平成27年1月20日 (2015.1.20)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100107515
 弁理士 廣田 浩一
 (72) 発明者 ▲柳▼沼 秀和
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 油谷 圭一郎
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 松本 貴彦
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内

最終頁に続く

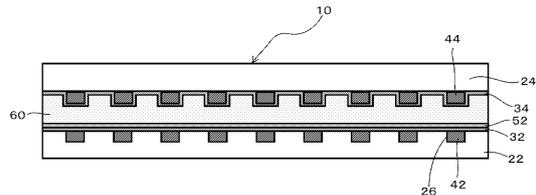
(54) 【発明の名称】 エレクトロクロミック素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発色ムラがなく、応答速度の優れた、エレクトロクロミック素子の提供。

【解決手段】 第1の支持体上に形成した第1の電極層と、前記第1の電極層に対向するように設けられた第2の支持体上に形成された第2の電極層と、前記第1の電極層と前記第2の電極層の間に設けられた電解質層と、前記第1の電極層及び前記第2の電極層のいずれか一方に接するように設けられたエレクトロクロミック層と、を有するエレクトロクロミック素子であって、前記エレクトロクロミック層を有する側の電極層よりも低抵抗な材料からなる補助電極を、前記補助電極が前記エレクトロクロミック層を有する側の前記電極層に接するように有しており、前記補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有する側の前記支持体の表面に埋設されるとともに、前記補助電極の表面及び前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面とが成す面が平滑であるエレクトロクロミック素子である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の支持体上に形成した第 1 の電極層と、
前記第 1 の電極層に対向するように設けられた第 2 の支持体上に形成された第 2 の電極層と、

前記第 1 の電極層と前記第 2 の電極層の間に設けられた電解質層と、

前記第 1 の電極層及び前記第 2 の電極層のいずれか一方に接するように設けられたエレクトロクロミック層と、を有するエレクトロクロミック素子であって、

前記エレクトロクロミック層を有する側の電極層よりも低抵抗な材料からなる補助電極を、前記補助電極が前記エレクトロクロミック層を有する側の前記電極層に接するように有しており、

前記補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有する側の前記支持体の表面に埋設されるとともに、前記補助電極の表面及び前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面とが成す面が平滑であることを特徴とするエレクトロクロミック素子。

【請求項 2】

前記補助電極の表面と前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面との平均段差が 50 nm 以下である請求項 1 に記載のエレクトロクロミック素子。

【請求項 3】

前記エレクトロクロミック層を有しない側の電極層よりも低抵抗な材料からなる補助電極を、前記エレクトロクロミック層を有しない側の電極層に接するように有しており、

前記補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体の表面に埋設されるとともに、前記補助電極の表面及び前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体の表面とが成す面が平滑である請求項 1 から 2 のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子。

【請求項 4】

前記補助電極の平均幅が、5 μm ~ 50 μm である請求項 1 から 3 のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子。

【請求項 5】

前記補助電極の平均厚みが、0.5 μm ~ 10 μm である請求項 1 から 4 のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子。

【請求項 6】

前記補助電極の材料が、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、スズ、及びカーボンから選択される少なくとも一種である請求項 1 から 5 のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子。

【請求項 7】

前記第 1 の電極層及び前記第 2 の電極層が、導電性酸化物、導電性粒子又は導電性カーボンを含有する層である請求項 1 から 6 のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子を備えたことを特徴とするエレクトロクロミック調光部材。

【請求項 9】

前記エレクトロクロミック調光部材が、調光眼鏡、調光ガラス、及び防眩ミラーのいずれかである請求項 8 に記載のエレクトロクロミック調光部材。

【請求項 10】

第 1 の支持体及び第 2 の支持体の少なくとも一方の、互いに対向する側の面に凹部を形成する凹部形成工程と、

前記凹部に、補助電極を形成する補助電極形成工程と、

前記第 1 の支持体及び前記第 2 の支持体のうち、少なくともエレクトロクロミック層を備えた側の支持体の前記補助電極が形成された面を平滑にする表面平滑工程と、を少なくとも含むことを特徴とするエレクトロクロミック素子の製造方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エレクトロクロミック素子及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電圧を印加することで、可逆的に酸化還元反応が起こり、可逆的に色が変化する現象をエレクトロクロミズムという。前記エレクトロクロミズムは、一般に対向する2つの電極間に形成され、イオン伝導可能な電解質が電極間に満たされた構成で酸化還元反応する。対向する2つの電極のうち一方の近傍で還元反応が生じるときには、他方の電極の近傍では、逆反応である酸化反応が生じる。このようなエレクトロクロミック素子において、透明な表示デバイスを得ようとする場合は、無色透明の状態を有する材料により構成されることが必要である。

10

【0003】

前記エレクトロクロミズムは電気化学現象であるため、前記電極の抵抗値が前記エレクトロクロミック素子の応答速度に影響する。前記電極の抵抗値を下げることで前記エレクトロクロミック素子の応答を高速化し、且つ、前記エレクトロクロミック素子を大面積化する際の電圧降下を抑制できるため、これまでも様々な検討がなされている。

【0004】

特許文献1には、表示電極パターンよりも導電性の高い細い金属層、あるいは金属ペー
スト層を前記表示電極パターンの周辺を囲み且つ接するように設けることが提案されて
いる。しかしながら前記表示電極パターンの周辺を囲む構成であるため、高速に応答させ
た時の表示パターン内部の電圧降下、応答速度の高速化には効果が低い。また、表示パ
ターン内部に関して、品質を損なわない程度に網目状の導電層を設けることも有効であるとの
記述があるが、具体的な例示がなく実現性に乏しい。

20

【0005】

特許文献2には、透明電極に接して、又は該透明電極内部に、良導電層が部分的に設け
られた、エレクトロクロミック素子が提案されている。しかし、前記特許文献2の良導電
層は、巾と厚みが規定されており、規定どおりの良導電層は、視認できてしまい、透明性
が著しく低下してしまう。さらに良導電層のパターンが凹凸として存在するため、前記パ
ターンに従って、エレクトロクロミック層の厚みが変わってしまう。均一なエレクトロク
ロミック層であれば、前記エレクトロクロミック層の厚さが吸光度と比例関係にあるが、
特許文献2のエレクトロクロミック層は、厚みにムラがあるため、エレクトロクロミック
素子の発色の濃淡（発色ムラ）として発現する。

30

【0006】

特許文献3には、透明導電膜に金属製のグリッド電極を配設することが提案されている
。前記透明電膜の表面に、前記金属性グリッド電極に従った凹凸が存在している場合は、
特許文献2と同様、金属性グリッド電極のパターンにしたがったエレクトロクロミック層
の厚みムラがでてしまう。一方で、提案されている数値範囲において、前記透明電膜表面
の凹凸がなくなり平滑になる組み合わせが存在する。例えばグリッド電極厚さ1 μ m、透
明電膜1 μ m以上の場合である。しかしながら、前記透明電膜の厚さが1 μ mを超えるも
のは現実的ではなく、1 μ mを超える透明電膜では透明性が著しく低下してしまう。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、発色ムラがなく、応答速度の優れた、エレクトロクロミック素子は提供さ
れていないのが現状である。

そこで、本発明は、従来における前記諸問題点を解決し、以下の目的を達成することを
課題とする。即ち、本発明は、発色ムラがなく、応答速度の優れた、エレクトロクロミ
ック素子を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するための手段としての本発明のエレクトロクロミック素子は、第1の支持体上に形成した第1の電極層と、

前記第1の電極層に対向するように設けられた第2の支持体上に形成された第2の電極層と、

前記第1の電極層と前記第2の電極層の間に設けられた電解質層と、

前記第1の電極層及び前記第2の電極層のいずれか一方に接するように設けられたエレクトロクロミック層と、を有するエレクトロクロミック素子であって、

前記エレクトロクロミック層を有する側の電極層よりも低抵抗な材料からなる補助電極を、前記補助電極が前記エレクトロクロミック層を有する側の前記電極層に接するように有しており、

前記補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有する側の前記支持体の表面に埋設されるとともに、前記補助電極の表面及び前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面とが成す面が平滑である。

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、従来における諸問題を解決することができ、発色ムラがなく、応答速度の優れた、エレクトロクロミック素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明のエレクトロクロミック素子の一例を示す概略断面図である。

【図2】図2は、本発明のエレクトロクロミック素子の別の一例を示す概略断面図である。

【図3A】図3Aは、従来のエレクトロクロミック素子の一例を示す概略断面図である。

【図3B】図3Bは、図3Aの一点鎖線部分を示す部分拡大図である。

【図4】図4は、従来のエレクトロクロミック素子の別の一例を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(エレクトロクロミック素子)

本発明のエレクトロクロミック素子は、第1及び第2の支持体と、第1及び第2の電極層と、補助電極と、エレクトロクロミック層と、電解質層とを有してなり、更に必要に応じてその他の部材を有してなる。

【0012】

<第1の支持体、第2の支持体>

前記支持体としては、各層を支持できる透明材料で形成され、各層を支持することができる構造であり、前記第1の支持体及び前記第2の支持体の表面うち、少なくとも後述するエレクトロクロミック層を有する側の支持体の電極層が形成される側の表面において、凹部が形成されていれば、その形状、構造、大きさ、材質などについて特に限定はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0013】

前記支持体の形状としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、平板形状、曲面を有する形状などが挙げられる。

【0014】

前記支持体の構造としては、前記第1の支持体及び前記第2の支持体の表面のうち、少なくとも前記エレクトロクロミック層を有する側の前記支持体の前記電極層が形成される側の表面において、凹部が形成されていれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0015】

前記凹部としては、前記支持体に複数形成され、後述する補助電極が埋設されるもので

10

20

30

40

50

あれば、凹部の幅、凹部の深さ、凹部のピッチ、凹部を形成する手段などに特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

前記凹部の幅としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記補助電極が埋め込まれることを考慮し、前記支持体の開口率を著しく低下させない観点から、 $5\ \mu\text{m} \sim 50\ \mu\text{m}$ が好ましい。

前記凹部の深さとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $0.5\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ が好ましい。

前記凹部のピッチとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $100\ \mu\text{m} \sim 50,000\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $500\ \mu\text{m} \sim 5,000\ \mu\text{m}$ がより好ましい。

前記凹部を形成する手段（凹部形成工程）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、レーザを用いた形成手段、フォトリソ・エッチングプロセスを利用した形成手段、スタンプによる微細加工手段などが挙げられる。

【0016】

なお、前記凹部は、凹条である溝形状としてもよく、前記溝の短手方向の幅を、前記凹部の幅の範囲とすることが好ましい。

前記溝のパターン形状としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、前記溝を形成する上での簡易性の観点から、ライン状、格子状などが挙げられる。

【0017】

前記支持体の大きさとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0018】

前記支持体の材質としては、透明であればよく、周知の有機材料又は無機材料をそのまま用いることができ、例えば、無アルカリガラス、硼珪酸ガラス、フロートガラス、及びソーダ石灰ガラス等のガラス基板、並びに、ポリカーボネイト樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリエステル、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン樹脂、及びポリイミド樹脂等の樹脂基板などが挙げられる。

【0019】

なお、前記支持体の表面に、水蒸気バリア性、ガスバリア性、紫外線耐性、及び視認性を高めるために、透明絶縁層、UVカット層、反射防止層などを有していてもよい。

【0020】

< 第1の電極層、第2の電極層 >

前記第1の電極層及び第2の電極層の材料としては、導電性を有する透明材料であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、スズをドーブした酸化インジウム（以下、「ITO」と称する）、フッ素をドーブした酸化スズ（以下、「FTO」と称する）、アンチモンをドーブした酸化スズ（以下、「ATO」と称する）、酸化亜鉛等の無機材料などが挙げられる。これらの中でも、 InSnO 、 GaZnO 、 SnO 、 In_2O_3 、 ZnO が好ましい。

更に、透明性を有するカーボンナノチューブや、他のAu、Ag、Pt、Cuなど高導電性の非透過性材料等を微細なネットワーク状に形成して、透明度を保持したまま、導電性を改善した電極を用いてもよい。

【0021】

前記第1の電極層及び前記第2の電極層の各々の厚みは、エレクトロクロミック層の酸化還元反応に必要な電気抵抗値が得られるように調整される。

前記第1の電極層及び前記第2の電極層の材料として前記ITOを用いた場合、前記第1の電極層及び前記第2の電極層の各々の厚みは、例えば、 $50\ \text{nm}$ 以上 $500\ \text{nm}$ 以下が好ましい。

【0022】

前記第1の電極層及び前記第2の電極層の各々の作製方法としては、例えば、真空蒸着

10

20

30

40

50

法、スパッタ法、イオンプレーティング法等を用いることができる。

前記第1の電極層及び前記第2の電極層の各々の材料が塗布形成できるものであれば特に制限はなく、例えば、スピコート法、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、パーコート法、ロールコート法、ワイヤーパーコート法、ディップコート法、スリットコート法、キャピラリーコート法、スプレーコート法、ノズルコート法、グラビア印刷法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、反転印刷法、インクジェットプリント法等の各種印刷法を用いることができる。

【0023】

<第1の補助電極、第2の補助電極>

前記第1の補助電極と前記第2の補助電極のうち、少なくとも前記エレクトロクロミック層を有する側の補助電極が前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体に埋設されており、前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面と面一となるように、前記エレクトロクロミック層を有する側の補助電極と共に前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の前記表面が成す面が平滑であれば、その材質、形成方法などに特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。また、前記エレクトロクロミック層を有する側の補助電極と同様に、前記エレクトロクロミック層を有しない側の補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体に埋設されており、前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体の表面と面一となるように、前記エレクトロクロミック層を有しない側の補助電極と共に前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体の前記表面が成す面が平滑であってもよい。

10

20

【0024】

なお、前記補助電極の表面と前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面との平均段差は、50nm以下であることが好ましい。前記平均段差が50nm以下であると、平滑なエレクトロクロミック層を形成することができる。

【0025】

前記補助電極の材料としては、電気伝導度に優れていれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、銀ペースト、銅ペースト、銀インク、銅インク、低抵抗金属（金、銀、銅、アルミ、ニッケル、スズ）、カーボンナノチューブなどを用いることができる。

【0026】

前記補助電極の平均幅としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記支持体の開口率を著しく低下させない観点から、5 μ m～50 μ mが好ましい。前記補助電極の平均幅が5 μ m以上であると、前記エレクトロクロミック素子の応答性を向上させることができ、50 μ m以下であると、前記エレクトロクロミック素子の視認性の低下を防ぐことができる。

30

【0027】

前記補助電極の平均厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記エレクトロクロミック素子の応答性の観点から、0.5 μ m～10 μ mが好ましい。前記補助電極の平均厚みが0.5 μ m以上であると、前記エレクトロクロミック素子の応答性を向上させることができ、10 μ m以下であると、前記エレクトロクロミック素子の厚みを抑えることができる。

40

【0028】

前記補助電極の形成方法（補助電極形成工程）としては、前記支持体の前記凹部又は前記溝に形成することができれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、スクリーン印刷、グラビアオフセット印刷、インクジェット印刷など各種印刷手段による形成方法、スパッタ、蒸着、イオンプレーティング法を用い、非電極部分をマスク保護することで所望の部位にのみ電極を形成する方法、前記凹部又は前記溝にシード層をパターンニングした後、無電解めっき、あるいは電解めっきによる電極形成方法などが挙げられる。前記シード層は、前記無電解めっきの場合は、前記無電解めっきの触媒となり得るものであればよく、前記無電解めっきにより析出させる金属の種類や用いるめっき

50

液に応じて選択され、例えば、 $\text{PdTiO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ （金属酸化物水和物）微粒子や、酸化チタンなどの金属酸化物にPdを担持させた微粒子などが用いることができる。また、前記電解めっきの場合は導通のとれる材料であれば良く、例えば、銀ペースト、銅ペースト、銀インク、銅インク、ITOなどを用いることができる。

なお、前記支持体上に前記補助電極を形成した後の前記支持体の開口率が、90%以上となるように前記補助電極を形成することが好ましく、95%以上となるように前記補助電極を形成することがより好ましい。

【0029】

前記補助電極が埋設された前記支持体の表面を、前記補助電極とともに平滑にする方法（表面平滑工程）に、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、パターン化された前記凹部又は前記溝を形成した前記支持体上へ、任意の方法で補助電極材料を製膜し、平面研磨機で研磨処理を施すことで、前記補助電極と共に前記支持体の表面を平滑にすることができる。前記補助電極材料の製膜方法は、パターン化された前記凹部又は前記溝が前記補助電極材料で満たされていれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、前述した前記補助電極の形成方法などを用いてもよい。

その他にも、平滑面を有する別の支持体上の前記平滑面において、前記補助電極をパターン化して凸部又は凸条となるように形成し、前記補助電極が埋設されるための、軟化または溶融した支持体を充填させた後、前記支持体を硬化させ、前記別の支持体上から前記補助電極が埋設されたまま剥離させることで、前記補助電極と共に前記支持体の面を平滑にすることも可能である。前記補助電極のパターン化の形成に特に制限はなく、前述した補助電極形成方法などを用いてもよい。

【0030】

<エレクトロクロミック層>

前記エレクトロクロミック層は、エレクトロクロミック材料を含む層である。

前記エレクトロクロミック材料としては、無機エレクトロクロミック化合物及び有機エレクトロクロミック化合物のいずれであっても構わない。また、エレクトロクロミズムを示すことで知られる導電性高分子を用いてもよい。

【0031】

前記無機エレクトロクロミック化合物としては、例えば、酸化タングステン、酸化モリブデン、酸化イリジウム、酸化チタンなどが挙げられる。

前記有機エレクトロクロミック化合物としては、例えば、ピオロゲン、希土類フタロシアン、スチリルなどが挙げられる。

前記導電性高分子としては、例えば、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、又はそれらの誘導体などが挙げられる。

【0032】

前記エレクトロクロミック層としては、導電性又は半導体性微粒子に有機エレクトロクロミック化合物を担持した構造を用いることが好ましい。具体的には、電極表面に粒径5nm~50nm程度の微粒子を結着し、前記微粒子の表面にホスホン酸やカルボキシル基、シラノール基等の極性基を有する有機エレクトロクロミック化合物を吸着した構造である。

前記構造は、微粒子の大きな表面効果を利用して、効率よく有機エレクトロクロミック化合物に電子が注入されるため、従来のエレクトロクロミック表示素子と比較して高速応答が可能となる。更に、微粒子を用いることで表示層として透明な膜を形成することができるため、エレクトロクロミック色素の高い発色濃度を得ることができる。また、複数種類の有機エレクトロクロミック化合物を導電性又は半導体性微粒子に担持することもできる。さらに導電性粒子は電極層としての導電性を兼ねることができる。

具体的には、ポリマー系及び色素系のエレクトロクロミック化合物としては、例えば、アゾベンゼン系、アントラキノン系、ジアリールエテン系、ジヒドロブレン系、ジピリジン系、スチリル系、スチリルスピロピラン系、スピロオキサジン系、スピロチオピラン系、チオインジゴ系、テトラチアフルバレン系、テレフタル酸系、トリフェニルメタン系、

10

20

30

40

50

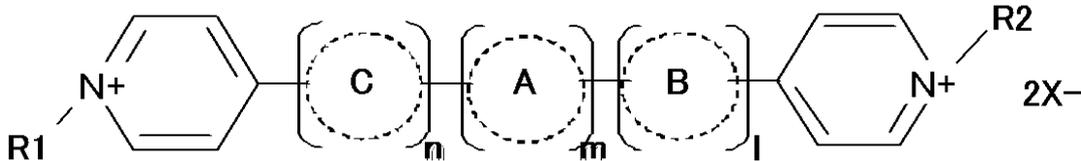
ベンジジン系、トリフェニルアミン系、ナフトピラン系、ピオロゲン系、ピラゾリン系、フェナジン系、フェレンジアミン系、フェノキサジン系、フェノチアジン系、フタロシアン系、フルオラン系、フルギド系、ベンゾピラン系、メタロセン系等の低分子系有機エレクトロクロミック化合物、ポリアニリン、ポリチオフェン等の導電性高分子化合物などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

これらの中でも、発消色電位が低く良好な色値を示す点から、ピオロゲン系化合物、ジピリジン系化合物が好ましく、例えば、下記一般式(1)で表されるジピリジン系化合物がより好ましい。

【0033】

<一般式(1)>

【化1】



前記一般式(1)において、R1及びR2は、それぞれ独立に置換基を有していてもよい炭素数1~8のアルキル基、及びアリール基のいずれかを表し、R1及びR2の少なくとも一方は、COOH、PO(OH)₂、及びSi(OC_kH_{2k+1})₃(ただし、kは、1~20を表す)から選択される置換基を有する。

前記一般式(1)において、Xは、一価のアニオンを表す。前記一価のアニオンとしては、カチオン部と安定に対をなすものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、Brイオン(Br⁻)、Clイオン(Cl⁻)、ClO₄イオン(ClO₄⁻)、PF₆イオン(PF₆⁻)、BF₄イオン(BF₄⁻)などが挙げられる。

前記一般式(1)において、n、m、及びlは、それぞれ独立に0、1、又は2を表す。

前記一般式(1)において、A、B、及びCは、各々独立に置換基を有してもよい炭素数1~20のアルキル基、アリール基、及び複素環基のいずれかを表す。

【0034】

また、金属錯体系及び金属酸化物系のエレクトロクロミック化合物としては、例えば、酸化チタン、酸化バナジウム、酸化タングステン、酸化インジウム、酸化イリジウム、酸化ニッケル、プルシアンブルー等の無機系エレクトロクロミック化合物を用いることができる。

【0035】

前記エレクトロクロミック化合物を担持する導電性又は半導体性微粒子としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、金属酸化物を用いることが好ましい。

前記金属酸化物の材料としては、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化ジルコニウム、酸化セリウム、酸化イットリウム、酸化ホウ素、酸化マグネシウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カリウム、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、酸化カルシウム、フェライト、酸化ハフニウム、酸化タングステン、酸化鉄、酸化銅、酸化ニッケル、酸化コバルト、酸化バリウム、酸化ストロンチウム、酸化バナジウム、アルミノケイ酸、リン酸カルシウム、アルミノシリケート等を主成分とする金属酸化物などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

これらの中でも、電気伝導性等の電気的特性や光学的性質等の物理的特性の点から、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化ジルコニウム、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化インジウム、及び酸化タングステンから選択される少なくとも1種が好ましく、より発消色の応答速度に優れた色表示が可能である点から、酸化チタンが特に好ましい。

10

20

30

40

50

【0036】

また、導電性又は半導体性微粒子の形状は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、エレクトロクロミック化合物を効率よく担持するために、単位体積当たりの表面積（以下、比表面積という）が大きい形状が用いられる。例えば、微粒子が、ナノ粒子の集合体であるときは、大きな比表面積を有するため、より効率的にエレクトロクロミック化合物が担持され、発消色の表示コントラスト比が優れる。

【0037】

前記エレクトロクロミック層及び導電性又は半導体性微粒子層は真空製膜により形成することも可能であるが、生産性の点で粒子分散ペーストとして塗布形成することが好ましい。

10

【0038】

前記エレクトロクロミック層の厚みは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $0.2\ \mu\text{m} \sim 5.0\ \mu\text{m}$ が好ましい。前記厚みが、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上であると、発色濃度を確実に得られ、 $5.0\ \mu\text{m}$ を以下であると、製造コストを抑えることができる共に、着色による視認性の低下を防止することができる。

【0039】

なお、前記エレクトロクロミック層は、前記第1の電極層及び前記第2の電極層のいずれか一方に接するように設ける構成としても、又は、前記第1の電極層に接する前記エレクトロクロミック層を設け、前記第2の電極層と接する別のエレクトロクロミック層を設けた構成としてもよい。

20

前記別のエレクトロクロミック層としては、前記エレクトロクロミック層と同様に、平滑に形成されていることが好ましく、前記エレクトロクロミック層と同様の材料及び同様の厚みで形成してもよく、また別の材料及び厚みで形成してもよい。

【0040】

<電解質層>

前記電解質層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間に電解質が充填されている。

前記電解質としては、例えば、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩等の無機イオン塩、4級アンモニウム塩や酸類、アルカリ類の支持塩を用いることができ、具体的には、 LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiPF_6 、 LiCF_3SO_3 、 LiCF_3COO 、 KCl 、 NaClO_3 、 NaCl 、 NaBF_4 、 NaSCN 、 KBF_4 、 $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{BF}_4)_2$ などが挙げられる。

30

【0041】

前記電解質の材料としては、イオン性液体を用いることもできる。これらの中でも、有機のイオン性液体は、室温を含む幅広い温度領域で液体を示す分子構造を有しているため、用いることが好ましい。

前記有機のイオン性液体の分子構造として、カチオン成分としては、例えば、N,N-ジメチルイミダゾール塩、N,N-メチルエチルイミダゾール塩、N,N-メチルプロピルイミダゾール塩等のイミダゾール誘導体；N,N-ジメチルピリジニウム塩、N,N-メチルプロピルピリジニウム塩等のピリジニウム誘導体；トリメチルプロピルアンモニウム塩、トリメチルヘキシルアンモニウム塩、トリエチルヘキシルアンモニウム塩等の脂肪族4級アンモニウム系などが挙げられる。

40

また、アニオン成分としては、大気中での安定性を考慮して、フッ素を含んだ化合物を用いることが好ましく、例えば、 BF_4^- 、 CF_3SO_3^- 、 PF_4^- 、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ などが挙げられる。

【0042】

前記電解質の材料としては、前記カチオン成分と前記アニオン成分とを任意に組み合わせたイオン性液体を用いることが好ましい。

前記イオン性液体は、光重合性モノマー、オリゴマー、及び液晶材料のいずれかに直接溶解させてもよい。なお、溶解性が悪い場合は、少量の溶媒に溶解させて、該溶液を光重合性モノマー、オリゴマー、及び液晶材料のいずれかと混合して用いればよい。

50

前記溶媒としては、例えば、プロピレンカーボネート、アセトニトリル、 γ -ブチロラクトン、エチレンカーボネート、スルホラン、ジオキソラン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、ジメチルスルホキシド、1,2-ジメトキシエタン、1,2-エトキシメトキシエタン、ポリエチレングリコール、アルコール類、又はこれらの混合溶媒などが挙げられる。

【0043】

前記電解質は低粘性の液体である必要はなく、ゲル状や高分子架橋型、液晶分散型などの様々な形態をとることが可能である。電解質はゲル状、固体状に形成することで、素子強度向上、信頼性向上などの利点が見られる。

固体化手法としては、電解質と溶媒をポリマー樹脂中に保持することが好ましい。これにより高いイオン伝導度と固体強度が見られるためである。更に、前記ポリマー樹脂としては光硬化可能な樹脂が好ましい。熱重合や溶剤を蒸発させることにより薄膜化する方法に比べて、低温かつ短時間で素子を製造できるためである。

【0044】

前記電解質からなる電解質層の平均厚みは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、100nm~100 μ mが好ましい。

【0045】

<その他の部材>

前記その他の部材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、絶縁性多孔質層、劣化防止層、保護層、などが挙げられる。

【0046】

<<絶縁性多孔質層>>

前記絶縁性多孔質層は、前記第1の電極層と前記第2の電極層とが電気的に絶縁されるように隔離すると共に、電解質を保持する機能を有する。前記絶縁性多孔質層の材料としては、多孔質であれば特に制限はなく、絶縁性及び耐久性が高く成膜性に優れた有機材料や無機材料、及びそれらの複合体を用いることが好ましい。

前記絶縁性多孔質層の形成方法としては、例えば、焼結法（高分子微粒子や無機粒子を、バインダ等を添加して部分的に融着させ粒子間に生じた孔を利用する）、抽出法（溶剤に可溶性有機物又は無機物類と溶剤に溶解しないバインダ等で構成層を形成した後に、溶剤で有機物又は無機物類を溶解させ細孔を得る）、発泡させる発泡法、良溶媒と貧溶媒を操作して高分子類の混合物を相分離させる相転換法、各種放射線を輻射して細孔を形成させる放射線照射法などが挙げられる。

【0047】

<<劣化防止層>>

前記劣化防止層の役割は、前記エレクトロクロミック層と逆の化学反応をし、電荷のバランスをとって前記第1の電極層や前記第2の電極層が不可逆的な酸化還元反応により腐食や劣化することを抑制することである。なお、逆反応とは、劣化防止層が酸化還元する場合に加え、キャパシタとして作用することも含む。

前記劣化防止層の材料としては、前記第1の電極層及び第2の電極層の不可逆的な酸化還元反応による腐食を防止する役割を担う材料であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、酸化アンチモン錫や酸化ニッケル、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化錫、又はそれらを複数含む導電性又は半導体性金属酸化物を用いることができる。

前記劣化防止層は、電解質の注入を阻害しない程度の多孔質薄膜から構成することができる。例えば、酸化アンチモン錫や酸化ニッケル、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化錫等の導電性又は半導体性金属酸化物微粒子を、例えば、アクリル系、アルキド系、イソシアネート系、ウレタン系、エポキシ系、フェノール系等のバインダにより第2の電極に固定化することで、電解質の浸透性と、劣化防止層としての機能を満たす、好適な多孔質薄膜を得ることができる。

【0048】

< < 保護層 > >

前記保護層の役割は、外的応力や洗浄工程の薬品から素子を守ることや、電解質の漏洩を防ぐこと、大気中の水分や酸素など前記エレクトロクロミック素子が安定的に動作するために不要なものの侵入を防ぐことなどである。

前記保護層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $1\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ が好ましい。

前記保護層の材料としては、例えば、紫外線硬化型や熱硬化型の樹脂を用いることができ、具体的には、アクリル系、ウレタン系、エポキシ系樹脂などが挙げられる。

【0049】

< 用途 >

本発明のエレクトロクロミック素子は、例えば、エレクトロクロミックディスプレイ、株価の表示板等の大型表示板、防眩ミラー、調光ガラス等の調光素子、タッチパネル式キースイッチ等の低電圧駆動素子、光スイッチ、光メモリー、電子ペーパー、電子アルバムなどに好適に使用することができる。

【0050】

以下、本発明の実施形態につき、図面を参照しながら説明するが、本発明はこの実施形態に何ら限定されるものではない。なお、各図面における「1」等の符号は、それぞれ同じものを意味している。

【0051】

図1は、本発明のエレクトロクロミック素子の一例を示す概略断面図である。図2は、本発明のエレクトロクロミック素子の別の一例を示す概略断面図である。

【0052】

図1に示すように、エレクトロクロミック素子10は、第1の支持体22上に形成された連続した凹部である溝26に第1の補助電極42が埋め込まれ、第1の支持体22と第1の補助電極42とからなる面が平滑となるように構成される。第1の支持体22と第1の補助電極42とからなる面上へ、第1の電極層32を形成し、さらに第1の電極層32上へエレクトロクロミック層52が積層される。第2の支持体24の上に第2の補助電極44が形成される。第2の支持体24と第2の補助電極44とからなる面上へ、第2の電極層34が形成される。そして、電解質層60を介して、第1の支持体22側の第1の電極層32と、第2の支持体24側の第2の電極層34とが、対向するように形成されて、本発明のエレクトロクロミック素子10が形成される。

【0053】

第1の支持体22と第1の補助電極42とからなる面を平滑にすることで、積層する層の膜厚を均一化することが可能となる。これはエレクトロクロミック層の厚さが発色ムラへ影響するエレクトロクロミック素子にとって特に有利な点となる。

【0054】

また、図2に示すように、第2の支持体24の上に形成された溝28に、第2の補助電極44が埋め込まれ、第2の支持体24と第2の補助電極44とからなる面が平滑となるようにした構造でもよい。この構造では、第2の支持体24と第2の補助電極44とからなる面上へ、第2の電極層34が平滑に形成される。そして、図1に示すエレクトロクロミック素子10と同様に、電解質層60を介して、第1の支持体22側の第1の電極層32と、第2の支持体24側の第2の電極層34とが、対向するように形成されて、本発明のエレクトロクロミック素子10が形成される。

【0055】

エレクトロクロミック素子10は、第1の電極層32よりも低抵抗な第1の補助電極42がパターンとなるように、パターン化された第1の支持体22の溝26へと埋め込むことで、第1の補助電極42及び第2の補助電極44が無い場合と比較して、エレクトロクロミックの応答速度を高速化させることも可能となる。

【0056】

更に、第1の補助電極42及び第2の補助電極44の材料を、金属またはカーボンなど

10

20

30

40

50

の電気伝導率が高い材料を用いることで、より効率良く、エレクトロクロミックの応答速度の向上を行うことができる。また、第1の電極層32と第2の電極層34を全面に製膜することで、エレクトロクロミック層52及び別のエレクトロクロミック層(図示しない)が面内で均一に反応することが可能となる。更に、第1の電極層32と第2の電極層34とを、導電性酸化物、導電性粒子または導電性カーボンを含有する層とすることで、導電性と透明性を両立させるだけでなく、第1の補助電極42及び第2の補助電極44の保護層としても機能し、エレクトロクロミック素子10の長期にわたる安定化を可能とする。

【0057】

(エレクトロクロミック調光部材)

本発明のエレクトロクロミック調光部材は、本発明の前記エレクトロクロミック素子を備え、更に必要に応じてその他の部材を有してなる。前記エレクトロクロミック調光部材としては、例えば、調光眼鏡、調光ガラス、及び防眩ミラーなどに好適に使用することができる。

【実施例】

【0058】

以下、本発明の実施例を説明するが、本発明は、これらの実施例に何ら限定されるものではない。

【0059】

(実施例1)

図2に示す構成のエレクトロクロミック素子を作製し、評価した。

【0060】

<第1の支持体上へ第1の補助電極、及び第1の電極層の形成>

第1の支持体としてガラス基板(40mm×40mm×0.7mm)を用意した。

前記第1の支持体の面上へ、レーザにより幅20μm、深さ3μm、ピッチ5mmとなるよう十字格子状の溝をパターンニングした。前記十字格子状の前記溝をパターンニングした前記第1の支持体上へ、金をスパッタ法により製膜した後、電解めっき法により、銅を前記溝が埋まるまで製膜した。前記銅めっきされた前記第1の支持体に、平面研磨機で研磨処理を施すことで、前記銅が第1の補助電極として前記第1の支持体に面が平滑になるように埋め込まれた構成を形成した。

次に、作製した前記第1の補助電極が前記第1の支持体面と平滑になるように埋め込まれた第1の支持体上へ、ITO膜をスパッタ法により厚み約100nmに製膜し、第1の電極層を形成し、第1の積層体を得た。

【0061】

<第2の支持体上へ第2の補助電極、及び第2の電極層の形成>

前記第1の積層体と同様に、第2の支持体としてガラス基板(40mm×40mm×0.7mm)を用意した。

前記第2の支持体の面上へ、レーザにより幅20μm、深さ3μm、ピッチ5mmとなるよう十字格子状の溝をパターンニングした。前記十字格子状の前記溝をパターンニングした前記第2の支持体上へ、金をスパッタ法により製膜した後、電解めっき法により、銅を前記溝が埋まるまで製膜した。前記銅めっきされた前記第2の支持体に、平面研磨機で研磨処理を施すことで、前記銅が第2の補助電極として前記第2の支持体に面が平滑になるように埋め込まれた構成を形成した。

次に、作製した前記第2の補助電極が前記第2の支持体面と平滑になるように埋め込まれた第2の支持体上へ、ITO膜をスパッタ法により厚み約100nmに製膜し、第2の電極層を形成し、第2の積層体を得た。

【0062】

<エレクトロクロミック層の形成>

作製した前記第1の積層体の前記第1の電極上へ酸化チタンノ粒子分散液(商品名:SP210、昭和タイタニウム株式会社製、平均粒子径:20nm)をスピコート法に

10

20

30

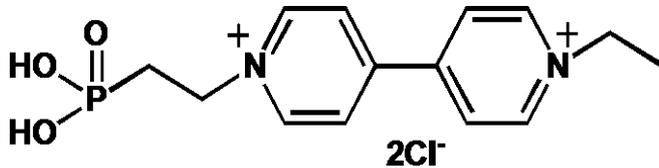
40

50

より塗布し、120 で15分間アニール処理を行うことによって、厚み約1.0 μmの酸化チタン粒子膜からなるナノ構造半導体材料を形成した。次に、前記ナノ構造半導体材料に、エレクトロクロミック化合物として、下記構造式Aで表される化合物を1.5質量%含む2,2,3,3-テトラフロロプロパノール溶液をスピンコート法により塗布した後、120 で10分間アニール処理を行うことにより、酸化チタン粒子膜に担持(吸着)させて、エレクトロクロミック層を形成した。

[構造式A]

【化2】



10

【0063】

< 電解質層の形成、及びエレクトロクロミック素子の作製 >

以下に示す組成の電解質液を調製した。

- ・IRGACURE 184 (BASFジャパン株式会社製) : 5質量部
- ・PEG 400 DA (日本化薬株式会社製) : 100質量部
- ・1-エチル-3-メチルイミダゾリウムテトラシアノボレート (メルク社製) : 50

質量部

20

【0064】

得られた前記電解質液をマイクロピペットで30mg測り取り、前記第1の積層体上のエレクトロクロミック層へ滴下した。その上に、前記第2の積層体を貼り合せ、貼り合せ素子を作製した。

得られた貼り合せ素子をUV(波長250nm)照射装置(ウシオ電機株式会社製、SPOT CURE)により10mWで60秒間照射した。以上により、エレクトロクロミック素子を作製した。

【0065】

< 平均段差の測定 >

前記第1の支持体の表面と前記第1の補助電極の表面との前記段差の測定としては、触針式段差計(アルファステップIQ:ヤマト科学株式会社製)を用いて、任意の10点の段差を計測し、平均値を求めて平均段差を算出した。なお、段差の測定値は、ノイズ補正後の値である。

30

【0066】

< 応答性評価 >

前記エレクトロクロミック素子の前記第1の電極層と前記第2の電極層の間に、前記第1の電極層がマイナスになるように-3Vの電圧を5秒間印加し発色させた。さらに、前記第1の電極層がプラスになるように+3Vの電圧を5秒間印加し消色させた。前記のごとく発色、及び消色させたエレクトロクロミック素子の応答性を、以下の基準にて評価した。

40

[評価基準]

- : 発色、または消色が2秒間以下で完了する
- △ : 発色、または消色が2秒間超5秒間以下で完了する
- × : 発色、または消色に5秒間を超える時間を要する

【0067】

< 透明性評価 >

消色状態のエレクトロクロミック素子の透明性を、視認性と透過率から以下の基準で評価した。

【0068】

<< 視認性評価 >>

50

〔評価基準〕

- : 30 cm 離れた距離から見て、補助電極に気づかない。
- : 30 cm 離れた距離から見て、補助電極がほとんど確認できない。
- × : 30 cm 離れた距離から見て、明らかに補助電極が確認できる。

【0069】

<<透過率評価>>

波長400 nm ~ 800 nmにおける透過率の平均値を求め、下記の基準にて評価した。なお、透過率はOcean Optics社製USB4000にて測定した。

〔評価基準〕

- : 透過率が60%以上
- : 透過率が50%以上60%未満
- × : 透過率が50%未満

10

【0070】

<発色ムラ評価>

発色状態のエレクトロクロミック素子の発色ムラを、以下の基準にて目視評価した。

〔評価基準〕

- : 30 cm 離れた距離から見て、発色ムラに気づかない。
- : 30 cm 離れた距離から見て、発色ムラがほとんど確認できない。
- × : 30 cm 離れた距離から見て、明らかな発色ムラがある。

20

【0071】

(実施例2)

実施例1において、前記第1の支持体の表面へ、レーザにより幅5 μm、深さ0.5 μm、ピッチ5 mmとなるよう十字格子状の溝をパターンニングし、第1の補助電極を幅5 μm、厚み0.5 μm、ピッチ5 mmとした以外は、実施例1と同様にして、エレクトロクロミック素子を作製し、評価した。

【0072】

(実施例3)

実施例1において、前記第1の支持体の表面へ、レーザにより幅5 μm、深さ10 μm、ピッチ5 mmとなるよう十字格子状の溝をパターンニングし、第1の補助電極を幅5 μm、厚み10 μm、ピッチ5 mmとした以外は、実施例1と同様にして、エレクトロクロミック素子を作製し、評価した。

30

【0073】

(実施例4)

実施例1において、前記第1の支持体の表面へ、レーザにより幅50 μm、深さ0.5 μm、ピッチ5 mmとなるよう十字格子状の溝をパターンニングし、第1の補助電極を幅50 μm、厚み0.5 μm、ピッチ5 mmとした以外は、実施例1と同様にして、エレクトロクロミック素子を作製し、評価した。

【0074】

(実施例5)

実施例1において、前記第1の支持体の表面へ、レーザにより幅50 μm、深さ10 μm、ピッチ5 mmとなるよう十字格子状の溝をパターンニングし、第1の補助電極を幅50 μm、厚み10 μm、ピッチ5 mmとした以外は、実施例1と同様にして、エレクトロクロミック素子を作製し、評価した。

40

【0075】

(比較例1)

図3Aに示すエレクトロクロミック素子を作製し、実施例1と同様にして、評価した。

<支持体上へ補助電極、及び電極層の形成>

第1の支持体としてガラス基板(40 mm × 40 mm × 0.7 mm)を用意した。

前記第1の支持体表面の前記補助電極を形成しない非補助電極部をマスク保護し、ITOをスパッタ法にて製膜した後、前記マスクを除去し、電解めっき法により、銅を幅20

50

μm 、線厚 $3\ \mu\text{m}$ 、ピッチ $5\ \text{mm}$ の十字格子状となるように形成した。

前記第1の補助電極を形成した前記第1の支持体上へ、ITO膜をスパッタ法により厚み約 $100\ \text{nm}$ に製膜し、第1の電極層を形成した。

第2の支持体、第2の補助電極、及び第2の電極層も、上記と同様にして形成した。

【0076】

<エレクトロクロミック層の形成>

スピコート法に代わり、ディップコート法を用いた以外は、実施例1と同様にして、エレクトロクロミック層を形成した。

【0077】

(比較例2)

比較例1と同様にして、図3Aに示すエレクトロクロミック素子を作製し、実施例1と同様にして、評価した。

第1の補助電極及び第2の補助電極の幅を $60\ \mu\text{m}$ 、線厚 $0.3\ \mu\text{m}$ とした以外は、比較例1と同様である。

【0078】

(比較例3)

比較例1と同様にして、図3Aに示すエレクトロクロミック素子を作製し、実施例1と同様にして、評価した。

第1の補助電極及び第2の補助電極の線幅を $2\ \mu\text{m}$ 、線厚 $0.3\ \mu\text{m}$ とした以外は、比較例1と同様である。

【0079】

(比較例4)

図4に示すエレクトロクロミック素子を作製し、実施例1と同様にして、評価した。

<支持体上へ電極層の形成>

第1の支持体としてガラス基板 ($40\ \text{mm} \times 40\ \text{mm} \times 0.7\ \text{mm}$)を用意した。前記第1の補助電極を形成せずに、前記第1の支持体上へ、ITO膜をスパッタ法により厚み約 $100\ \text{nm}$ に製膜して、第1の電極層を形成した。

第2の支持体、及び第2の電極層も、上記と同様にして形成した。

それ以外は、実施例1と同様である。

【0080】

実施例1~5及び比較例1~4について、応答性評価、透明性評価、発色ムラ評価の結果を表1に示す。実施例1~5で作製したエレクトロクロミック素子の、第1の支持体の表面と第1の補助電極の表面との平均段差は $0 \pm 3\ \text{nm}$ であり、全て $50\ \text{nm}$ 以下であることを確認した。

なお、比較例1~3については、第1の補助電極を含む第1の支持体が平滑ではないため、段差の測定は省略している。また、比較例4については、補助電極を有しないため、段差の測定は省略している。

【0081】

10

20

30

【表 1】

	応答性評価		透明性評価		発色ムラ評価	補助電極配線		
	発色	消色	視認性	透過率		線幅 (μm)	厚み (μm)	材料
実施例1	◎	◎	◎	◎	◎	20	3	銅
実施例2	○	○	◎	◎	◎	5	0.5	銅
実施例3	◎	◎	◎	◎	◎	5	10	銅
実施例4	◎	◎	○	◎	◎	50	0.5	銅
実施例5	◎	◎	○	◎	◎	50	10	銅
比較例1	◎	◎	◎	◎	×	20	3	銅
比較例2	○	○	×	◎	○	60	0.3	銅
比較例3	×	×	◎	◎	○	2	0.3	銅
比較例4	×	×	◎	◎	◎			

【0082】

表1の結果から、実施例1～5は、「×」となる評価項目がなく、発色ムラがなく、応答速度に優れた、エレクトロクロミック素子を提供可能であることが明らかである。

即ち、図3Aに示すように、第1の支持体22上に第1の補助電極42が埋め込まれずに形成された場合、第1の補助電極42の線厚と線幅によって、第1の支持体22上において、凸が形成される。特に、第1の補助電極42の線厚にしたがって、図3Aの破線で示す領域(図3B参照)のエレクトロクロミック層52の垂直方向の厚みが増し、エレクトロクロミック層52の膜厚ムラとなる。前記膜厚ムラが前記エレクトロクロミック素子を発色させた際の発色ムラとして出てきてしまう。エレクトロクロミック層52の前記膜厚ムラは、第1の支持体22上の凸に応じて生じるため、図1に示したごとく、前記凸をなくし、支持体と補助電極を平滑にすることでのみ前記発色ムラは解決される。

【0083】

本発明の態様としては、例えば、以下のとおりである。

<1> 第1の支持体上に形成した第1の電極層と、

前記第1の電極層に対向するように設けられた第2の支持体上に形成された第2の電極層と、

前記第1の電極層と前記第2の電極層の間に設けられた電解質層と、

前記第1の電極層及び前記第2の電極層のいずれか一方に接するように設けられたエレクトロクロミック層と、を有するエレクトロクロミック素子であって、

前記エレクトロクロミック層を有する側の電極層よりも低抵抗な材料からなる補助電極を、前記補助電極が前記エレクトロクロミック層を有する側の前記電極層に接するように有しており、

前記補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有する側の前記支持体の表面に埋設されるとともに、前記補助電極の表面及び前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面とが成す面が平滑であることを特徴とするエレクトロクロミック素子である。

<2> 前記補助電極の表面と前記エレクトロクロミック層を有する側の支持体の表面との平均段差が50nm以下である前記<1>に記載のエレクトロクロミック素子である。

。

<3> 前記エレクトロクロミック層を有しない側の電極層よりも低抵抗な材料からなる補助電極を、前記エレクトロクロミック層を有しない側の電極層に接するように有しており、前記補助電極が、前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体の表面に埋設されるとともに、前記補助電極の表面及び前記エレクトロクロミック層を有しない側の支持体の表面とが成す面が平滑である前記<1>から<2>のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子である。

10

20

30

40

50

< 4 > 前記補助電極の平均幅が、 $5\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ である前記< 1 >から< 3 >のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子である。

< 5 > 前記補助電極の平均厚みが、 $0.5\ \mu\text{m}$ ~ $10\ \mu\text{m}$ である前記< 1 >から< 4 >のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子である。

< 6 > 前記補助電極の材料が、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、スズ、及びカーボンから選択される少なくとも一種である前記< 1 >から< 5 >のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子である。

< 7 > 前記第1の電極層及び前記第2の電極層が、導電性酸化物、導電性粒子又は導電性カーボンを含有する層である前記< 1 >から< 6 >のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子である。

< 8 > 前記< 1 >から< 7 >のいずれかに記載のエレクトロクロミック素子を備えたことを特徴とするエレクトロクロミック調光部材である。

< 9 > 前記エレクトロクロミック調光部材が、調光眼鏡、調光ガラス、及び防眩ミラーのいずれかである前記< 8 >に記載のエレクトロクロミック調光部材である。

< 10 > 第1の支持体及び第2の支持体の少なくとも一方の、互いに対向する側の面に凹部を形成する凹部形成工程と、

前記凹部に、補助電極を形成する補助電極形成工程と、

前記第1の支持体及び前記第2の支持体のうち、少なくともエレクトロクロミック層を備えた側の支持体の前記補助電極が形成された面を平滑にする表面平滑工程と、を少なくとも含むことを特徴とするエレクトロクロミック素子の製造方法である。

【符号の説明】

【0084】

- 10 エレクトロクロミック素子
- 22 第1の支持体
- 24 第2の支持体
- 26 溝
- 28 溝
- 32 第1の電極層
- 34 第2の電極層
- 42 第1の補助電極
- 44 第2の補助電極
- 52 エレクトロクロミック層
- 60 電解質層

【先行技術文献】

【特許文献】

【0085】

【特許文献1】特公昭60-38711号公報

【特許文献2】特開平1-90422号公報

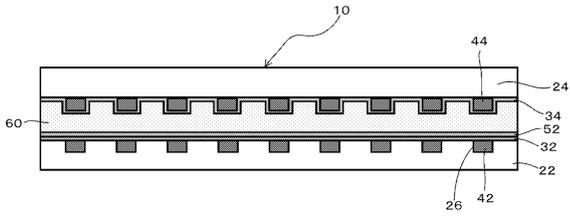
【特許文献3】特開2010-14917号公報

10

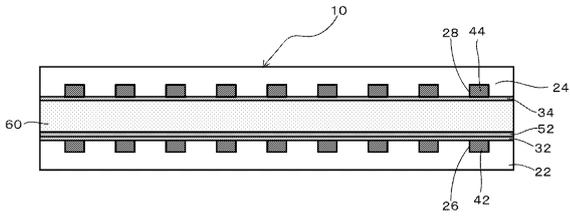
20

30

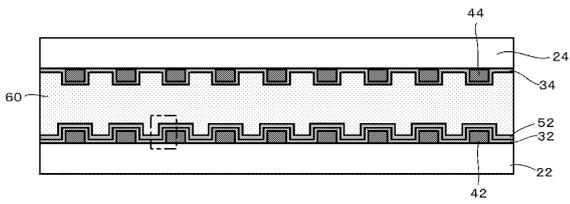
【 図 1 】



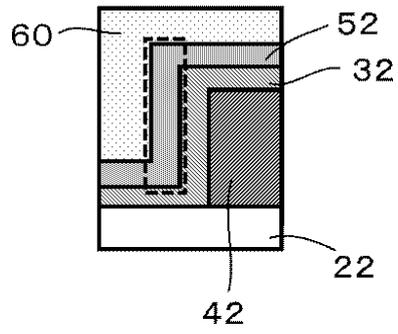
【 図 2 】



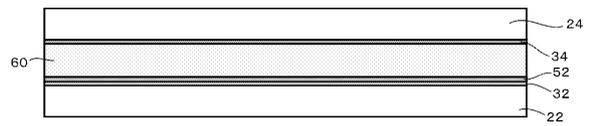
【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤村 浩
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
- (72)発明者 金子 史育
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
- (72)発明者 井上 満美子
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
- (72)発明者 金 碩燦
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
- (72)発明者 山本 諭
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
- (72)発明者 八代 徹
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

F ターム(参考) 2K101 AA22 DA01 DB04 DB06 DB28 DB35 DC04 DC05 DC06 DC43
DC44 DC45 DC46 DC53 DC54 DC55 EE02 EG52 EG54 EG62
EJ16 EK04 EK05 EK07