

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6997257号
(P6997257)

(45)発行日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(24)登録日 令和3年12月20日(2021.12.20)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 2 F	1/13 (2006.01)	G 0 2 F	1/13	5 0 5
G 0 2 F	1/1334(2006.01)	G 0 2 F	1/1334	
G 0 2 F	1/137(2006.01)	G 0 2 F	1/137	

請求項の数 9 (全23頁)

(21)出願番号	特願2020-101877(P2020-101877)	(73)特許権者	000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号
(22)出願日	令和2年6月11日(2020.6.11)	(74)代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(65)公開番号	特開2021-196453(P2021-196453 A)	(74)代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(43)公開日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(72)発明者	中村 玄 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版 印刷株式会社内
審査請求日	令和3年3月19日(2021.3.19)	(72)発明者	安原 寿二 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版 印刷株式会社内
早期審査対象出願		(72)発明者	塩谷 泰佑 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版 印刷株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 調光シート

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電圧が印加される第1透明電極層と、
第2透明電極層と、
前記第1透明電極層と前記第2透明電極層との間に位置して空隙が分散している樹脂層、
および、液晶分子を含み前記空隙を埋める液晶組成物を備える調光層と、
前記第1透明電極層と前記調光層とに挟まれた配向層であって、前記電圧の印加によって
前記調光層のヘイズを高めるように構成された第1配向層と、を備え、
前記調光層は、
単位厚さあたりの前記液晶組成物の密度が高い第1高密度部と、
単位厚さあたりの前記液晶組成物の密度が前記第1高密度部よりも低い低密度部と、を備
え、
前記第1高密度部が、前記第1配向層に接し、
前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記空隙の面積を前記調光層の厚さで除算
した値が、単位厚さあたりの前記空隙の密度であり、
単位厚さ当たりにおける前記第1高密度部での前記空隙の前記密度が、単位厚さ当たり
の前記低密度部での前記空隙の密度よりも高い
調光シート。

【請求項2】

前記調光層の厚さ方向における中間で前記液晶組成物の密度が最も低い

請求項 1 に記載の調光シート。

【請求項 3】

前記調光層の厚さは、前記空隙の大きさにおける最小値の 2 倍以上 $10 \mu\text{m}$ 未満であり、前記空隙の大きさは、 $0.38 \mu\text{m}$ 以上 $3.0 \mu\text{m}$ 以下である

請求項 1 または 2 に記載の調光シート。

【請求項 4】

前記調光層の厚さ方向において前記調光層と前記第 2 透明電極層との間に位置する第 2 配向層をさらに備え、

前記調光層は、前記第 2 配向層に接し、かつ、前記低密度部における前記液晶組成物の密度よりも高い前記液晶組成物の密度を有した第 2 高密度部をさらに備え、

前記低密度部は、前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記第 1 高密度部と前記第 2 高密度部とに挟まれている

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の調光シート。

【請求項 5】

前記調光層は、前記第 1 高密度部、前記第 2 高密度部、および、前記低密度部から構成され、

単位厚さ当たりにおける前記第 2 高密度部での前記空隙の前記密度が、単位厚さ当たりの前記低密度部での前記空隙の前記密度よりも高い

請求項 4 に記載の調光シート。

【請求項 6】

前記第 1 高密度部に含まれる各空隙は、前記第 1 配向層に接し、

前記第 2 高密度部に含まれる各空隙は、前記第 2 配向層に接している

請求項 4 または 5 に記載の調光シート。

【請求項 7】

前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記低密度部の面積 (S_L) に対する、前記低密度部に含まれる各空隙の面積の総和 (S_D) の百分率 ($[S_D / S_L] \times 100$) が 10% 以下である

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の調光シート。

【請求項 8】

前記低密度部は、前記空隙を有しない

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の調光シート。

【請求項 9】

前記空隙は、前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記配向層から $3.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲に位置する

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の調光シート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、配向層を備えたリバース型の調光シートに関する。

【背景技術】

【0002】

リバース型の調光シートは、液晶分子を含む調光層、さらに、調光層に接し、かつ、調光層を挟む一対の配向層を備えている。各配向層は例えば垂直配向層であり、一対の透明電極層間に電位差が生じていない状態において、各液晶分子の長軸が配向層に対して略垂直になるように液晶分子を配向させる。そのため、リバース型の調光シートは、一対の透明電極層間に電位差が生じていない状態において透明である。一方、一対の透明電極層間に電位差が生じた状態では、液晶分子は電界方向に沿って配向し、これによって、調光シートは不透明な状態を有する（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 1 9 - 1 9 4 6 5 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

こうした構造を有するリバー型調光シートでは、一对の透明電極層間に電位差が生じている状態で不透明さが実現される一方で、一对の透明電極層間に電位差が生じていない状態における透明さを高めるという新たな要請が生じている。

【 0 0 0 5 】

本発明は、一对の透明電極層間に電位差が生じていない状態での透明さを高めることを可能とした調光シートを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するための調光シートは、電圧が印加される第 1 透明電極層と、第 2 透明電極層と、前記第 1 透明電極層と前記第 2 透明電極層との間に位置して空隙が分散している樹脂層、および、液晶分子を含み前記空隙を埋める液晶組成物を備える調光層と、前記第 1 透明電極層と前記調光層とに挟まれた配向層であって、前記電圧の印加によって前記調光層のヘイズを高めるように構成された第 1 配向層と、を備える。前記調光層は、単位厚さあたりの前記液晶組成物の密度が高い第 1 高密度部と、単位厚さあたりの前記液晶組成物の密度が前記第 1 高密度部よりも低い低密度部と、を備える。前記第 1 高密度部が、前記第 1 配向層に接している。

20

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するための調光シートは、電圧が印加される第 1 透明電極層と、第 2 透明電極層と、前記第 1 透明電極層と前記第 2 透明電極層との間に位置して空隙が分散している樹脂層、および、液晶分子を含み前記空隙を埋める液晶組成物を備える調光層と、前記第 1 透明電極層と前記調光層とに挟まれた配向層であって、前記電圧の印加によって前記調光層のヘイズを高めるように構成された前記配向層と、を備える。前記調光層では、前記調光層の厚さ方向における中間で前記液晶組成物の密度が最も低い。

【 0 0 0 8 】

上記各構成によれば、配向層からの距離が小さい領域における液晶組成物の密度が高いため、複数の液晶分子において配向層の配向規制力によって配向される液晶分子の量を増やすことが可能である。そのため、第 1 透明電極層と第 2 透明電極層との間に電位差が生じていない状態において、調光シートの透明さを高めることができる。

30

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するための調光シートは、電圧が印加される第 1 透明電極層と、第 2 透明電極層と、前記第 1 透明電極層と前記第 2 透明電極層との間に位置して空隙が分散している樹脂層、および、液晶分子を含み前記空隙を埋める液晶組成物を備える調光層と、前記第 1 透明電極層と前記調光層とに挟まれた配向層であって、前記電圧の印加によって前記調光層のヘイズを高めるように構成された前記配向層と、を備える。前記調光層の厚さは、前記空隙の大きさにおける最小値の 2 倍以上 1 0 μm 未満であり、前記空隙の大きさは、0 . 3 8 μm 以上 3 . 0 μm 以下である。

40

【 0 0 1 0 】

上記構成によれば、調光層の厚さが空隙の大きさにおける最小値の 2 倍以上 1 0 μm 以下であるから、調光層の厚さ方向において対向する一对の面から離れた位置に空隙が形成されることが抑えられる。さらに、空隙の大きさが 0 . 3 8 μm 以上 3 . 0 μm 以下であるから、配向層の近傍に液晶組成物が保持される。そのため、第 1 透明電極層と第 2 透明電極層との間に電圧差が生じていない状態での調光シートの透明さを高めることが可能である。

【 0 0 1 1 】

上記調光シートにおいて、前記配向層は、第 1 配向層であり、前記高密度部は、第 1 高密

50

度部であり、前記調光層の厚さ方向において前記調光層と前記第2透明電極層との間に位置する第2配向層をさらに備え、前記調光層は、前記第2配向層に接し、かつ、前記低密度部における前記液晶組成物の密度よりも高い前記液晶組成物の密度を有した第2高密度部をさらに備え、前記低密度部は、前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記第1高密度部と前記第2高密度部とに挟まれていてもよい。

【0012】

上記構成によれば、調光層では、調光層の厚さ方向において対向する一对の面の近傍において、配向層の配向規制力に従って液晶分子が配向するため、第1透明電極層と第2透明電極層との間に電位差が生じていない状態において、調光シートの光透過性をさらに高めることができる。

10

【0013】

上記調光シートにおいて、前記調光層は、前記第1高密度部、前記第2高密度部、および、前記低密度部から構成され、前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記空隙の面積を前記調光層の厚さで除算した値が、単位厚さ当たりの前記空隙の密度であり、単位厚さ当たりの前記第1高密度部での前記空隙の前記密度、および、単位厚さ当たりの前記第2高密度部での前記空隙の前記密度が、単位厚さ当たりの前記低密度部での前記空隙の前記密度よりも高くてもよい。

【0014】

上記構成によれば、第1高密度部での空隙の密度、および、第2高密度部での空隙の密度が、低密度部での空隙の密度よりも高いため、第1高密度部での液晶組成物の密度、および、第2高密度部での液晶組成物の密度を低密度部での液晶組成物の密度よりも高くすることが可能である。

20

【0015】

上記調光シートにおいて、前記第1高密度部に含まれる各空隙は、第1配向層に接し、前記第2高密度部に含まれる各空隙は、第2配向層に接していてもよい。この構成によれば、第1高密度部に含まれる各空隙、および、第2高密度部に含まれる各空隙は、配向層の近傍に液晶組成物を保持することが可能であるため、各空隙に保持される液晶組成物の全体に配向層の配向規制力が作用しやすくなる。これにより、第1透明電極層と第2透明電極層との間に電位差が生じていない状態において、調光シートが有する透明さをさらに高めることができる。

30

【0016】

上記調光シートにおいて、前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記低密度部の面積(SL)に対する、前記低密度部に含まれる各空隙の面積の総和(SD)の百分率($[SD/SL] \times 100$)が10%以下であってもよい。

【0017】

上記構成によれば、低密度部の空隙によって保持される液晶組成物の割合を小さくすることが可能であるから、第1透明電極層と第2透明電極層との間に電位差が生じていない状態において、低密度部に含まれる液晶分子が調光シートの不透明さを高めることが抑えられる。

【0018】

上記調光シートにおいて、前記低密度部は、前記空隙を有しなくてもよい。この構成によれば、調光層に含まれる液晶分子のうちで、配向層の配向規制力に従って配向する液晶分子の割合が高められるため、第1透明電極層と第2透明電極層との間に電圧差が生じていない状態での調光シートの透明さをさらに高めることができる。

40

【0019】

上記調光シートにおいて、前記空隙は、前記調光層の厚さ方向に沿う断面において、前記配向層から $3.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲に位置してもよい。この構成によれば、調光層の厚さ方向に沿う断面において、配向層から $3.0 \mu\text{m}$ 以下の範囲に空隙が位置するため、各空隙に保持された液晶分子が、配向規制力に従って配向する確実性を高めることが可能である。

【発明の効果】

50

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、一対の透明電極層間に電位差が生じていない状態における調光シートの透明さを高めることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 一実施形態における調光装置の構造を駆動部とともに示す断面図。

【 図 2 】 図 1 が示す調光装置が備える調光シートの構造における一例を模式的に示す断面図。

【 図 3 】 図 1 が示す調光装置が備える調光シートの構造における他の例を模式的に示す断面図。

【 図 4 】 実施例 1 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 5 】 実施例 2 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 6 】 実施例 3 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 7 】 実施例 4 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 8 】 実施例 5 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 9 】 実施例 6 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 0 】 実施例 7 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 1 】 比較例 1 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 2 】 実施例 8 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 3 】 実施例 9 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 4 】 実施例 1 0 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 5 】 比較例 2 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 図 1 6 】 比較例 3 の調光シートにおける断面構造を撮像した S E M 画像。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

図 1 から図 1 6 を参照して、調光シートの一実施形態を説明する。以下では、調光装置、調光シート、および、実施例を順に説明する。

【 0 0 2 3 】

[調光装置]

図 1 を参照して調光装置を説明する。

図 1 が示すように、調光装置 1 0 は、リバース型の調光シート 2 1 を含む調光ユニット 1 1 と、駆動部 1 2 とを備えている。

【 0 0 2 4 】

調光シート 2 1 は、調光層 3 1、第 1 配向層 3 2、第 2 配向層 3 3、第 1 透明電極層 3 4、および、第 2 透明電極層 3 5 を備えている。調光シート 2 1 では、調光層 3 1 の厚さ方向において、第 1 配向層 3 2 と第 2 配向層 3 3 とが調光層 3 1 を挟んでいる。調光層 3 1 の厚さ方向において、第 1 透明電極層 3 4 と第 2 透明電極層 3 5 とが、一対の配向層 3 2、3 3 を挟んでいる。調光シート 2 1 は、さらに、第 1 透明電極層 3 4 を支持する第 1 透明基材 3 6、および、第 2 透明電極層 3 5 を支持する第 2 透明基材 3 7 を備えている。

【 0 0 2 5 】

調光ユニット 1 1 は、第 1 透明電極層 3 4 の一部に取り付けられた第 1 電極 2 2 A と、第 2 透明電極層 3 5 の一部に取り付けられた第 2 電極 2 2 B とを備えている。調光ユニット 1 1 はさらに、第 1 電極 2 2 A に接続された第 1 配線 2 3 A と、第 2 電極 2 2 B に接続された第 2 配線 2 3 B とを備えている。第 1 電極 2 2 A は第 1 配線 2 3 A によって駆動部 1 2 に接続され、第 2 電極 2 2 B は第 2 配線 2 3 B によって駆動部 1 2 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

調光層 3 1 は、透明な樹脂層と液晶組成物とを備えている。樹脂層は、液晶組成物が充填される空隙を有している。液晶組成物は、樹脂層が有する空隙に充填されている。液晶組成物は液晶分子を含む。液晶分子の一例は、シッフ塩基系、アゾ系、アゾキシ系、ピフェニル系、ターフェニル系、安息香酸エステル系、トラン系、ピリミジン系、シクロヘキサ

10

20

30

40

50

ンカルボン酸エステル系、フェニルシクロヘキサン系、および、ジオキサン系から構成される群から選択されるいずれかである。

【0027】

調光層31の厚さは、空隙の大きさにおける最小値の2倍以上10 μ m以下、例えば、2 μ m以上10 μ m未満であることが好ましい。また、調光層31の厚さは、3.0 μ m以上8.0 μ m以下であることがより好ましい。なお、調光層31の厚さが空隙の大きさに対する2倍未満になるということは、調光層31内において後述する相対的に密度が異なる少なくとも2つの領域を生成することができないため好ましくない。また、調光層31の厚さが10 μ mを超えると、調光シート21の製造時において液晶分子を含む塗液を露光した場合に、液晶分子と透明な樹脂層とが適切に分離できなくなるため好ましくない。

10

【0028】

液晶組成物の保持型式は、高分子ネットワーク型、高分子分散型、および、カプセル型から構成される群から選択されるいずれか1つである。高分子ネットワーク型は、3次元の網目状を有した透明な高分子ネットワークを備え、相互に連通した網目状の空隙のなかに液晶組成物を保持する。高分子ネットワークは、樹脂層の一例である。高分子分散型は、孤立した多数の空隙を樹脂層のなかに備え、高分子層に分散した空隙のなかに液晶組成物を保持する。カプセル型は、カプセル状を有した液晶組成物を樹脂層のなかに保持する。なお、液晶組成物は、上述した液晶分子以外に、樹脂層を形成するためのモノマー、および、二色性色素などを含んでもよい。

【0029】

第1配向層32、および、第2配向層33を形成するための材料は、有機化合物、無機化合物、および、これらの混合物である。有機化合物は、例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、および、シアン化合物などである。無機化合物は、シリコン酸化物、および、酸化ジルコニウムなどである。なお、配向層32、33を形成するための材料は、シリコンであってもよい。シリコンは、無機性の部分と有機性の部分とを有する化合物である。各配向層32、33の厚さは、例えば0.02 μ m以上0.5 μ m以下である。

20

【0030】

第1配向層32、および、第2配向層33は、例えば、垂直配向層、あるいは、水平配向層である。垂直配向層は、第1透明電極層34に接する面とは反対側の面、および、第2透明電極層35に接する面とは反対側の面に対して垂直であるように、液晶分子の長軸方向を配向させる。水平配向層は、第1透明電極層34に接する面とは反対側の面、および、第2透明電極層35に接する面とは反対側の面に対してほぼ平行であるように、液晶分子の長軸方向を配向させる。このように、配向層32、33がいずれの配向層であっても、配向層32、33は、調光層31が含む複数の液晶分子における配向を規制する。なお、配向層32、33の少なくとも一方が水平配向層である場合には、調光シート21は偏光層を備えることができる。

30

【0031】

第1透明電極層34、および、第2透明電極層35は、可視光を透過する光透過性を有する。第1透明電極層34の光透過性は、調光シート21を通した物体の視覚認識を可能にする。第2透明電極層35の光透過性は、第1透明電極層34の光透過性と同様、調光シート21を通した物体の視覚認識を可能にする。各透明電極層34、35の厚さは、例えば0.005 μ m以上0.1 μ m以下に設定される。これにより、調光シート21の適切な駆動を担保しつつ可撓時におけるクラックを低減させることが可能である。

40

【0032】

各透明電極層34、35を形成するための材料は、例えば、酸化インジウムスズ、フッ素ドーパ酸化スズ、酸化スズ、酸化亜鉛、カーボンナノチューブ、および、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)から構成される群から選択されるいずれか1つであってよい。

【0033】

50

各透明基材 36, 37 を形成する材料は、合成樹脂、または、無機化合物であってよい。合成樹脂は、例えば、ポリエステル、ポリアクリレート、ポリカーボネート、および、ポリオレフィンなどである。ポリエステルは、例えばポリエチレンテレフタレートおよびポリエチレンナフタレートなどである。ポリアクリレートは、例えばポリメチルメタクリレートなどである。無機化合物は、例えば、二酸化ケイ素、酸化ケイ素、および、窒化ケイ素などである。各透明基材 36, 37 の厚さは、例えば 16 μm 以上 250 μm 以下である。透明基材 36, 37 の厚さが下限である 16 μm を下回ると、調光シート 21 の加工や施工が難しくなる。透明基材 36, 37 の厚さが上限である 250 μm を上回ると、ロールトゥロールによる調光シート 21 の製造が困難となる。

【0034】

各電極 22A, 22B は、例えばフレキシブルプリント基板 (FPC: Flexible Printed Circuits) である。FPC は、支持層、導体部、および、保護層を備えている。導体部が、支持層と保護層とに挟まれている。支持層および保護層は、絶縁性の合成樹脂によって形成されている。支持層および保護層は、例えばポリイミドによって形成される。導体部は、例えば金属薄膜によって形成されている。金属薄膜を形成する材料は、例えば銅であってよい。各電極 22A, 22B は、FPC に限らず、例えば金属製のテープであってもよい。

【0035】

なお、各電極 22A, 22B は、図示されない導電性接着層によって、各透明電極層 34, 35 に取り付けられている。各電極 22A, 22B のうち、導電性接着層に接続される部分では、導体部が保護層または支持層から露出している。

【0036】

導電性接着層は、例えば、異方性導電フィルム (ACF: Anisotropic Conductive Film)、異方性導電ペースト (ACP: Anisotropic Conductive Paste)、等方性導電フィルム (ICF: Isotropic Conductive Film)、および、等方性導電ペースト (ICP: Isotropic Conductive Paste) などによって形成されてよい。調光装置 10 の製造工程における取り扱い性の観点から、導電性接着層は、異方性導電フィルムであることが好ましい。

【0037】

各配線 23A, 23B は、例えば、金属製のワイヤーと、金属製のワイヤーを覆う絶縁層とによって形成されている。ワイヤーは、例えば銅などによって形成されている。

【0038】

駆動部 12 は、第 1 透明電極層 34 と第 2 透明電極層 35 との間に交流電圧を印加する。駆動部 12 は、矩形波状を有した交流電圧を一对の透明電極層 34, 35 間に印加することが好ましい。なお、駆動部 12 は、矩形波状以外の形状を有した交流電圧を一对の透明電極層 34, 35 間に印加してもよい。例えば、駆動部 12 は、正弦波状を有した交流電圧を一对の透明電極層 34, 35 間に印加してもよい。

【0039】

調光層 31 は、2 つの透明電極層 34, 35 の間において生じる電圧の変化を受けて、液晶分子の配向を変える。液晶分子における配向の変化は、調光層 31 に入る可視光の散乱度合い、吸収度合い、および、透過度合いを変える。リバーstypeの調光シート 21 は、調光シート 21 の通電時に、すなわち、第 1 透明電極層 34 と第 2 透明電極層 35 との間に電位差が生じているときに、相対的に高いヘイズを有する。リバーstypeの調光シート 21 は、調光シート 21 の非通電時に、すなわち、第 1 透明電極層 34 と第 2 透明電極層 35 との間に電位差が生じていないときに、相対的に低いヘイズを有する。例えば、リバーstypeの調光シート 21 は、調光シート 21 の通電時に不透明状態を有し、調光シート 21 の非通電時に透明状態を有する。

【0040】

調光シート 21 は、例えば、車両および航空機などの移動体が備える窓に取り付けられる。また、調光シート 21 は、例えば、住宅、駅、空港などの各種の建物が備える窓、オフィスに設置されたパーティション、店舗に設置されたショーウィンドウ、および、映像を

10

20

30

40

50

投影するスクリーンなどに取り付けられる。調光シート 21 の形状は、平面状であってもよいし、曲面状であってもよい。

【0041】

[調光シート]

図2および図3を参照して、調光シート21の構造をより詳しく説明する。

図2および図3は、調光シート21の断面構造を模式的に示している。なお、図2および図3では、図示の便宜上、透明基材36, 37の図示が省略されている。また、図2および図3では、調光層31の構造を説明する便宜上、各配向層32, 33の厚さ、および、各透明電極層34, 35の厚さに対する調光層31の厚さの比が、実際の比よりも大きい。また、図2および図3では、一对の透明電極層34, 35間に電位差が生じていない状態での調光層31の状態が示されている。

10

【0042】

図2が示すように、調光シート21は、電圧が印加される第1透明電極層34、第2透明電極層35、調光層31、および、第1配向層32を備えている。調光層31は、樹脂層31Pおよび液晶組成物31LCを備えている。樹脂層31Pは、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に位置し、樹脂層31Pにおいて空隙31Dが分散している。液晶組成物31LCは、液晶分子LCMを含み空隙31Dを埋めている。第1配向層32は、第1透明電極層34と調光層31とに挟まれている。第1配向層32は、電圧の印加によって調光層31のヘイズを高めるように構成されている。調光層31は、単位厚さあたりの液晶組成物31LCの密度が高い第1高密度部31H1と、単位厚さあたりの液晶組成物31LCの密度が低い低密度部31Lとを備えている。第1高密度部31H1が、第1配向層32に接している。

20

【0043】

言い換えれば、調光層31では、調光層31の厚さ方向における中間で液晶組成物31LCの密度が最も低い。なお、調光層31の厚さ方向における中間とは、調光層31の厚さ方向において対向する一对の面よりも調光層31の中央寄りの部分である。なお、調光層31の各部における単位厚さあたりの液晶組成物31LCの密度は、各部が含む液晶組成物31LCの体積を各部の厚さで除算することによって算出される。また、調光層31では、調光層31の厚さ方向における中央を含む部分で液晶組成物31LCの密度が最も低いことが好ましい。なお、調光層31は非常に薄いことから、調光層31が含む液晶組成物31LCの体積を求めることは実際には困難である。そのため、本開示では、調光層31の断面を撮像したSEM画像から求められる液晶組成物31LCの面積、および、調光層31の面積を用いて、各密度を算出している。

30

【0044】

なお、第1配向層32は例えば垂直配向層であり、第1配向層32は典型的には液晶分子LCMの長軸が第1透明電極層34に対して直交するように液晶分子LCMを配向させる。ただし、第1配向層32は、液晶分子LCMの長軸が第1透明電極層34に対して実質的に垂直であると判断される範囲において、長軸が垂直に対して数度傾くように液晶分子LCMを配向させてもよい。また、第1高密度部31H1における液晶組成物31LCの密度は、低密度部31Lにおける液晶組成物31LCの密度よりも高い。

40

【0045】

第1配向層32からの距離が小さい領域における液晶組成物31LCの密度が高いため、複数の液晶分子LCMにおいて第1配向層32の配向規制力によって配向される液晶分子LCMの量を増やすことが可能である。そのため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電位差が生じていない状態において、調光シート21の透明さを高めることができる。

【0046】

なお、調光シート21の透明さは、調光シート21が有する可視光の透過率によって表すことが可能である。調光シート21において、ヘイズの値が低いほど調光シート21の透明さが高く、ヘイズの値が高いほど調光シート21の透明さが低い。また、調光シート2

50

1の透明さは、調光シート21が有するヘイズによって表すことが可能である。ヘイズは、JIS K 7136:2000に準拠した方法によって算出される。調光シート21において、ヘイズの値が低いほど調光シート21の透明さが高く、ヘイズの値が高いほど調光シート21の透明さが低い。

【0047】

上述したように、調光シート21は、調光層31の厚さ方向において調光層31と第2透明電極層35との間に位置する第2配向層33をさらに備えている。調光層31は、第2高密度部31H2をさらに備えている。第2高密度部31H2は、第2配向層33に接し、かつ、低密度部31Lにおける液晶組成物31LCの密度よりも高い液晶組成物31LCの密度を有している。低密度部31Lは、調光層31の厚さ方向に沿う断面において、第1高密度部31H1と第2高密度部31H2とに挟まれている。

10

【0048】

調光層31では、調光層31の厚さ方向において対向する一对の面の近傍において、配向層32, 33の配向規制力に従って液晶分子LCMが配向する。そのため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電位差が生じていない状態において、調光シート21の光透過性をさらに高めることができる。

【0049】

調光層31は、第1高密度部31H1、第2高密度部31H2、および、低密度部31Lから構成されている。調光層31の厚さ方向に沿う断面において、空隙31Dの面積を調光層31の厚さで除算した値が、単位厚さ当たりの空隙31Dの密度である。単位厚さ当たりにおける第1高密度部31H1での空隙31Dの密度、および、単位厚さ当たりにおける第2高密度部31H2での空隙31Dの密度が、単位厚さ当たりにおける低密度部31Lでの空隙31Dの密度よりも高い。

20

【0050】

そのため、第1高密度部31H1での液晶組成物31LCの密度、および、第2高密度部31H2での液晶組成物31LCの密度を、低密度部31Lでの液晶組成物31LCの密度よりも高くすることが可能である。

なお、単位厚さ当たりにおける空隙31Dの密度は、各部に含まれる各空隙31Dの面積の総和を各部の厚さで除算することによって算出される。

【0051】

調光層31において、例えば、第1高密度部31H1の厚さTH1、第2高密度部31H2の厚さTH2、および、低密度部31Lの厚さTLは、互いにほぼ等しい。すなわち、第1高密度部31H1の厚さTH1、第2高密度部31H2の厚さTH2、および、低密度部31Lの厚さTLは、調光層31の厚さT31の約1/3である。なお、低密度部31Lの厚さTLは、各高密度部31H1, 31H2の厚さTH1, TH2よりも厚くてもよいし、薄くてもよい。また、第1高密度部31H1の厚さTH1は、第2高密度部31H2の厚さと互いに等しくてもよいし、互いに異なってもよい。

30

【0052】

調光層31の厚さ方向に沿う断面において、低密度部31Lの面積(SL)に対する、低密度部31Lに含まれる各空隙31Dの面積の総和(SD)の百分率([SD/SL]×100)が10%以下であることが好ましい。これにより、低密度部31Lの空隙31Dによって保持される液晶組成物31LCの割合を小さくすることが可能であるから、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電位差が生じていない状態において、低密度部31Lに含まれる液晶分子LCMが調光シート21の不透明さを高めることが抑えられる。

40

【0053】

さらには、低密度部31Lは、空隙31Dを有しないことが好ましい。言い換えれば、低密度部31Lには、液晶組成物31LCが含まれないことが好ましい。これにより、調光層31に含まれる全ての液晶分子LCMが、配向層32, 33の配向規制力に従って配向しやすくなるため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電圧差が生じてい

50

ない状態での調光シート21のヘイズをさらに低めることができる。

【0054】

このように、低密度部31Lにおいて、低密度部31Lの面積 S_L に対する各空隙31Dの面積の総和 S_D は、10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましく、0%であることが最も好ましい。

【0055】

また、空隙31Dは、調光層31の厚さ方向に沿う断面において、第1配向層32から3.0 μm 以下の範囲に位置し、かつ、第2配向層33から3.0 μm 以下の範囲に位置することができる。言い換えれば、第1高密度部31H1の厚さ T_{H1} が3.0 μm 以下であり、かつ、第2高密度部31H2の厚さ T_{H2} が3.0 μm 以下であることができる。

10

【0056】

なお、第1配向層32を基準とした空隙31Dの位置する範囲は、調光層31の厚さ方向に沿う断面において、調光層31の中央部よりも第1配向層32寄りに位置する空隙31Dと、第1配向層32のうちで調光層31に接する面との間の距離における最大値である。また、第2配向層33を基準とした空隙31Dの位置する範囲は、調光層31の厚さ方向に沿う断面において、調光層31の中央部よりも第2配向層33寄りに位置する空隙31Dと、第2配向層33のうちで調光層31に接する面との間の距離における最大値である。

【0057】

調光層31の厚さ方向に沿う断面において、各配向層32,33から3.0 μm 以下の範囲に空隙31Dが位置するため、各空隙31Dに保持された液晶分子LCMが、配向規制力に従って配向する確実性を高めることが可能である。

20

【0058】

第1高密度部31H1に含まれる各空隙31Dは、第1配向層32に接していることが好ましい。また、第2高密度部31H2に含まれる各空隙31Dは、第2配向層33に接していることが好ましい。言い換えれば、調光層31が備える複数の空隙31Dは、第1配向層32と調光層31との界面に沿う1層の空隙層と、第2配向層33と調光層31との界面に沿う1層の空隙層とのみから構成されることが好ましい。

【0059】

第1高密度部31H1に含まれる各空隙31D、および、第2高密度部31H2に含まれる各空隙31Dは、配向層32,33に接する液晶組成物31LCを保持することが可能であるため、各空隙31Dに保持される液晶組成物31LCの全体に配向層32,33の配向規制力が作用しやすくなる。これにより、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電位差が生じていない状態において、調光シート21が有する透明さをさらに高めることができる。

30

【0060】

一方で、本開示の調光シート21は、調光層31の厚さと、空隙31Dの大きさによって定義することも可能である。すなわち、調光シート21において、調光層31の厚さ T_{31} が、3.0 μm 以上8.0 μm 以下であり、かつ、空隙31Dの大きさが、1.0 μm 以上2.5 μm 以下である。

40

【0061】

調光層31の厚さが3.0 μm 以上8.0 μm 以下であるから、調光層31の厚さ方向において対向する一對の面から離れた位置に空隙31Dが形成されることが抑えられる。さらに、空隙31Dの大きさが1.0 μm 以上2.5 μm 以下であるから、配向層32,33の近傍に液晶組成物31LCが保持される。そのため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電圧差が生じていない状態での調光シート21の透明さを高めることが可能である。

【0062】

なお、調光シート21が有する散乱特性の観点では、空隙31Dの大きさは、0.38 μm 以上3.0 μm 以下であることが好ましい。空隙31Dの大きさが0.38 μm 以上3

50

．0 μm以下の範囲に含まれることによって、調光シート21において生じる散乱を好適な程度とすることが可能である。空隙31Dの大きさが下限である0.38 μmを下回ると、散乱特性、特に可視域での散乱特性が十分に担保されず好ましくない。空隙31Dの大きさが上限である3.0 μmを上回ると、液晶による光学作用、すなわち散乱を受ける光の成分よりも空隙を透過してしまう光の成分の方が大きくなってしまい、これによって適切な調光効果を奏しにくくなるため好ましくない。

【0063】

なお、調光シート21の厚さ方向に沿う断面において、空隙31Dが円形状を有する場合、空隙31Dの大きさは、空隙31Dの直径である。調光シート21の厚さ方向に沿う断面において、空隙31Dが楕円形状を有する場合、空隙31Dの大きさは、空隙31Dの長径である。調光シート21の厚さ方向に断面において、空隙31Dが不定形を有する場合、空隙31Dの大きさは、空隙31Dに外接する円の直径である。

10

【0064】

調光層31の厚さ方向に沿う断面において、各配向層32, 33からの距離が小さい位置に保持された液晶分子LCMほど、配向層32, 33が有する配向規制力に従って配向しやすくなる。上述したように空隙31Dの大きさが2.5 μm以下である場合には、高密度部31H1, 31H2に位置する各空隙31Dに保持された液晶分子LCMが配向規制力に従って配向しやすい。

【0065】

調光シート21を形成する際には、まず、透明電極層34, 35が形成された透明基材36, 37が準備される。そして、各透明電極層34, 35上に配向層32, 33が形成される。次いで、一对の配向層32, 33間に塗液が塗布される。塗液は、樹脂層31Pを形成するための重合性組成物、および、液晶分子LCMを含む。重合性組成物は、紫外線の照射により重合可能なモノマー、または、オリゴマーである。その後、透明電極層34, 35を通して塗液に紫外線が照射され、これによって、空隙31Dを有した樹脂層31Pが形成され、かつ、空隙31D内に液晶分子LCMが保持される。

20

【0066】

塗液が硬化する際には、まず、液晶分子LCMを含む液晶組成物31LCが重合性組成物から分離され、重合性組成物内における複数の場所に液晶組成物31LCが位置する。次いで、重合性組成物が硬化される前に、液晶組成物31LCが各配向層32, 33に向けて移動する。その後、重合性組成物が硬化されることによって、液晶組成物31LCを取り囲む空隙31Dを有した樹脂層31Pが形成される。樹脂層31Pが形成されるまでの間は、互いに離間した液晶組成物31LCが集合することによって、樹脂層31Pに形成される空隙31Dが拡張し続ける。この点で、空隙31Dの大きさが1.0 μm以上であれば、各空隙31Dが配向層32, 33の近傍にまで移動する前に重合性組成物が硬化される可能性を低くすることが可能である。結果として、調光層31の低密度部31Lにおける空隙31Dの数を減らすことが可能である。

30

【0067】

なお、図2を参照して先に説明した調光層31の構造は、調光層31が取り得る構造のうちの一例である。調光層31は、図3が示す断面構造を有してもよい。

40

【0068】

図3が示すように、調光層31は、第1配向層32に接する複数の空隙31Dによって形成された一層の空隙層と、第2配向層33に接する複数の空隙31Dによって形成された一層の空隙層とを備えている。各空隙層では、単一の空隙31Dが、各配向層32, 33と調光層31との界面に沿って並んでいる。

【0069】

第1配向層32に接する空隙層は、第2配向層33に接する空隙層のいずれかの空隙31Dに接する空隙31Dを少なくとも1つ含んでいる。第1配向層32に接する空隙層に含まれる全ての空隙31Dは、第2配向層33に接する空隙層に含まれる空隙31Dのいずれかに接していてもよい。

50

【 0 0 7 0 】

第 1 配向層 3 2 に接する空隙層において、第 1 配向層 3 2 に接する面が第 1 面であり、第 1 面とは反対側の面が第 2 面である。なお、第 2 面は、空隙層に含まれる空隙 3 1 D のうちで、第 1 配向層 3 2 からの距離が最も大きい部分が含まれる平面である。第 2 配向層 3 3 に接する空隙層において、第 2 配向層 3 3 に接する面が第 1 面であり、第 1 面とは反対側の面が第 2 面である。なお、第 2 面は、空隙層に含まれる空隙 3 1 D のうちで、第 2 配向層 3 3 からの距離が最も大きい部分が含まれる平面である。第 1 配向層 3 2 に接する空隙層の第 2 面と、第 2 配向層 3 3 に接する空隙層の第 2 面とは、同一の面であることが好ましい。

【 0 0 7 1 】

調光シート 2 1 は、第 1 高密度部 3 1 H 1、第 2 高密度部 3 1 H 2、および、低密度部 3 1 L を備えている。調光層 3 1 の厚さ方向において、低密度部 3 1 L は、第 1 高密度部 3 1 H 1 と第 2 高密度部 3 1 H 2 とに挟まれている。低密度部 3 1 L は、第 1 配向層 3 2 に接する空隙層において空隙 3 1 D が位置しない部分を含み、かつ、第 2 配向層 3 3 に接する空隙層において空隙 3 1 D が位置しない部分を含む。そのため、低密度部 3 1 L における液晶組成物 3 1 L C の密度は、第 1 高密度部 3 1 H 1 における液晶組成物 3 1 L C の密度、および、第 2 高密度部 3 1 H 2 における液晶組成物 3 1 L C の密度よりも小さい。

【 0 0 7 2 】

また、図 3 が示す例においても、調光層 3 1 では、調光層 3 1 の厚さ方向における中間で液晶組成物 3 1 L C の密度が最も低い。

【 0 0 7 3 】

[実施例]

図 4 から図 1 6 を参照して実施例を説明する。

以下に説明する製造方法によって、実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートを得た。

【 0 0 7 4 】

[実施例 1]

I T O 膜が形成された P E T 基材を一对準備した。I T O 膜の厚さは 3 0 n m であり、P E T 基材の厚さは 1 2 5 μ m であった。各 I T O 膜上に、パーコーターを用いて 1 0 0 n m の厚さを有した垂直配向層を形成した。次いで、一方の垂直配向層上に重合性組成物と液晶分子とを含む塗液を塗布した。そして、他方の垂直配向層を塗膜上に配置することによって、一对の垂直配向層によって塗膜を挟んだ。塗膜の厚さ方向における両側から、P E T 基材、I T O 膜、および、垂直配向層を通して、塗膜に紫外線を照射した。

【 0 0 7 5 】

調光シートの品質を左右する一因として、調光シートを製造する際の塗膜、すなわち調光層への露光工程が挙げられる。より詳しくは、露光工程において、塗液が含む材料や塗膜の厚さなどの諸条件に鑑みて最適な露光量、換言すれば最適な積算光量が定められる。ここで、積算光量は、照射される紫外線の照度に紫外線の照射時間を乗じることによって求められる。以下に説明する各実施例および比較例は、最適な積算光量を得るため、照度や照射時間を適宜変化させることによって得られた調光シートを説明している。なお、各実施例 1 から実施例 7 および比較例 1 に示す調光シートはいずれも調光層の厚みが 7 . 0 μ m に設定されている。

【 0 0 7 6 】

実施例 1 では、紫外線の照度を 1 0 m W / c m ² に設定し、積算光量が 6 0 0 m J / c m ² となるように、塗膜に紫外線を照射した。

【 0 0 7 7 】

[実施例 2]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を 1 5 m W / c m ² に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、実施例 2 の調光シートを得た。

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

[実施例 3]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $20 \text{ mW} / \text{cm}^2$ に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、実施例 3 の調光シートを得た。

【 0 0 7 9 】

[実施例 4]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $25 \text{ mW} / \text{cm}^2$ に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、実施例 4 の調光シートを得た。

【 0 0 8 0 】

[実施例 5]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $30 \text{ mW} / \text{cm}^2$ に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、実施例 5 の調光シートを得た。

【 0 0 8 1 】

[実施例 6]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $35 \text{ mW} / \text{cm}^2$ に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、実施例 6 の調光シートを得た。

【 0 0 8 2 】

[実施例 7]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $40 \text{ mW} / \text{cm}^2$ に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、実施例 7 の調光シートを得た。

【 0 0 8 3 】

[比較例 1]

実施例 1 において、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $200 \text{ mW} / \text{cm}^2$ に変更した以外は、実施例 1 と同様の方法によって、比較例 1 の調光シートを得た。

【 0 0 8 4 】

[評価方法]

[空隙の大きさ]

走査型電子顕微鏡を用いて樹脂層の断面を観察することによって、空隙の大きさを求めた。空隙の大きさを求める際には、まず、樹脂層から液晶分子を含む液晶組成物を取り除いた。実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートの各々から、一辺の長さが 10 cm である正方形を有した試験片を切り出した。そして、各試験片をイソプロピルアルコールに浸すことによって、樹脂層から液晶組成物を取り除いた。なお、液晶組成物を溶解し、かつ、樹脂層を溶解しない有機溶媒に試験片を浸すことによって、試験片から液晶組成物を取り除くことが可能である。

【 0 0 8 5 】

そして、走査型電子顕微鏡を用いて液晶組成物を取り除いた試験片の断面を撮像した。この際に、試験片の断面に対して 30 箇所の矩形領域を任意に設定した。そして、各領域について、拡大倍率が 1000 倍であるように、走査型電子顕微鏡を用いて画像を得た。なお、互いに隣り合う矩形領域の間の距離が 1 mm 以上であるように、 30 箇所の矩形領域を設定した。

【 0 0 8 6 】

各画像において 10 個の空隙を任意に選択し、各空隙の大きさを測定した。 10 個の空隙における大きさの最大値と最小値とをその画像での空隙の大きさにおける最大値と最小値とに設定した。各画像において空隙の大きさにおける最大値と最小値とを算出した。 30 箇所の画像において求められた最大値のうちの最大値を試験片での空隙の大きさにおける最大値に設置した。また、 30 箇所の画像において求められた最小値のうちの最小値を試験片での空隙の大きさにおける最小値に設定した。

【 0 0 8 7 】

なお、画像に含まれる空隙のうち、円形状を有した空隙では、空隙の直径を空隙の大きさに設定した。また、画像に含まれる空隙のうち、楕円形状を有した空隙では、当該空隙の長径を空隙の大きさに設定した。また、画像に含まれる空隙のうち、不定形状を有した空

10

20

30

40

50

隙では、当該空隙に外接する円の直径を空隙の大きさに設定した。

【 0 0 8 8 】

[形成範囲]

空隙の大きさを算出するために用いた画像の各々において、第 1 配向層と調光層との境界を基準として、調光層の厚さ方向において空隙が位置する範囲である形成範囲を算出した。30 箇所の画像において求められた形成範囲のうちの最大値を、その試験片における空隙の形成範囲に設定した。

【 0 0 8 9 】

[低密度部の面積 S L に対する空隙の面積の百分率]

空隙の大きさを算出するために用いた画像の各々において、低密度部の面積 S L と、各空隙の面積とを算出した。そして、各画像について、低密度部の面積 S L に対する空隙の面積における総和 S D の百分率 ([S D / S L] × 1 0 0) を算出した。そして、30 箇所の画像において、低密度部の面積に対する空隙の面積における総和の百分率の平均値を算出した。当該平均値を各試験片における低密度部の面積に対する空隙の面積における総和の百分率に設定した。なお、各空隙の面積は、各画像において、その空隙によって区画される領域内に位置する画素の個数に基づいて算出した。

10

【 0 0 9 0 】

[ヘイズ]

実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートの各々について、不透明時のヘイズと、透明時のヘイズとを算出した。ヘイズの算出には、J I S K 7 1 3 6 : 2 0 0 0 に準拠する方法を用いた。各調光シートにおいて、一对の透明電極層間に電位差が生じていない状態、すなわち、一对の透明電極間に交流電圧を印加していない状態を透明時に設定した。また、一对の透明電極層間に交流電圧を印加し、かつ、調光シートのヘイズが飽和している状態を不透明時に設定した。

20

【 0 0 9 1 】

[クラリティ]

実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートの各々について、不透明時のクラリティを算出した。クラリティは、調光層 3 1 を透過した光のなかで、調光層 3 1 に入射した平行光 L P の光軸に対して直進する直進光の光量を光量 L C とし、平行光 L P の光軸に対する角度が ± 2 . 5 ° 以内である狭角散乱光の光量を光量 L R とするとき、以下の式 (1) によって算出される。なお、ヘイズの算出時と同様一对の透明電極層間に交流電圧を印加し、かつ、調光シートのヘイズが飽和している状態を不透明時に設定した。

30

$$100 \times (L_C - L_R) / (L_C + L_R) \quad \dots \text{式(1)}$$

【 0 0 9 2 】

[直線透過率]

実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートの各々について、不透明時の直線透過率と、透明時の直線透過率とを算出した。各調光シートにおいて、一对の透明電極層間に電位差が生じていない状態、すなわち、一对の透明電極間に交流電圧を印加していない状態を透明時に設定した。また、一对の透明電極層間に交流電圧を印加し、かつ、調光シートのヘイズが飽和している状態を不透明時に設定した。

40

【 0 0 9 3 】

[評価結果]

各試験片の断面を撮像した結果は、図 4 から図 1 1 に示す通りであった。また、各評価結果は、以下の表 1 および表 2 が示す通りであった。なお、図 4 から図 1 0 は、実施例 1 から実施例 7 の調光シートにおける断面を撮像した S E M 画像を順に示している。また、図 1 1 は、比較例 1 の調光シートにおける断面を撮像した S E M 画像を示している。

【 0 0 9 4 】

50

【表 1】

		単位	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
大きさ (最小値)		μm	1.4	1.3	1.2	1.3
大きさ (最大値)		μm	2.7	2.4	2.3	2.1
形成範囲		μm	2.8	2.8	2.7	2.7
空隙 (低密度部)			なし	なし	なし	なし
SD/SL×100		%	0	0	0	0
不透明時	クラリティ	%	70.5	64.0	62.3	63.6
	ヘイズ	%	93.2	93.5	93.3	94.0
	直線透過率	%	6.0	5.8	5.9	5.4
透明時	ヘイズ	%	11.5	8.7	8.6	7.6
	直線透過率	%	77.2	80.2	80.4	81.4

10

【 0 0 9 5 】

【表 2】

		単位	実施例 5	実施例 6	実施例 7	比較例 1
大きさ (最小値)		μm	1.2	1.2	1.1	0.8
大きさ (最大値)		μm	1.8	2.0	1.8	1.5
形成範囲		μm	2.6	3.5	3.5	3.4
空隙 (低密度部)			なし	なし	あり	あり
SD/SL×100		%	0	0	8	11
不透明時	クラリティ	%	59.9	62.5	74.1	97.5
	ヘイズ	%	94.5	95.1	95.0	88.2
	直線透過率	%	4.9	4.4	4.4	10.5
透明時	ヘイズ	%	7.1	11.9	31.6	53.5
	直線透過率	%	81.7	77.6	60.5	42.1

30

【 0 0 9 6 】

図 1 1 が示すように、比較例 1 の調光シートでは、調光シートの厚さ方向における全体においてほぼ均一に空隙が形成されていることが認められた。すなわち、調光シートは、液晶分子の密度が相対的に高い高密度部と、液晶分子の密度が相対的に低い低密度部とを有しないことが認められた。

40

【 0 0 9 7 】

これに対して、図 4 から図 1 0 が示すように、実施例 1 から実施例 7 の調光シートでは、各配向層に接する部分に高密度部が形成され、かつ、調光シートの厚さ方向において、2 つの高密度部の間に低密度部が形成されていることが認められた。特に、実施例 7 の調光シートは、低密度部にも空隙を有する一方で実施例 1 から 6 の調光シートは、低密度部には空隙を有しないことが認められた。

【 0 0 9 8 】

実施例 1 から実施例 7 の調光シートにおける透明時でのヘイズの値は、比較例 1 の調光シ

50

ートにおける透明時でのヘイズの値に比べて大幅に小さいことが認められた。そのため、調光シートが高密度部と低密度部とを有することによって、透明時でのヘイズの値が低められた、すなわち、透明時での調光シート 2 1 の透明さが高められたと言える。

【 0 0 9 9 】

表 1 および表 2 が示すように、低密度部の面積 S_L に対する空隙の面積における総和 S_D の百分率は、実施例 1 において 0 % であり、実施例 2 において 0 % であり、実施例 3 において 0 % であることが認められた。また、低密度部の面積 S_L に対する空隙の面積における総和 S_D の百分率は、実施例 4 において 0 % であり、実施例 5 において 0 % であり、実施例 6 において 0 % であり、実施例 7 において 8 % であることが認められた。これに対して、低密度部の面積 S_L に対する空隙の面積における総和の百分率は、比較例 1 において 11 % であることが認められた。

10

【 0 1 0 0 】

実施例 1 から実施例 6 の調光シートにおける透明時でのヘイズの値は、実施例 7 の調光シートにおける透明時でのヘイズの値よりもさらに改善されているから、低密度部の面積 S_L に対する空隙の面積における総和 S_D の百分率が 10 % 以下であることによって、透明時でのヘイズの値がさらに改善されたと言える。

【 0 1 0 1 】

また、実施例 1 から実施例 7 の調光シートにおいて、空隙の大きさにおける最小値が $1.1 \mu\text{m}$ 以上 $1.4 \mu\text{m}$ 以下であって、 $1.0 \mu\text{m}$ 以上であることが認められた。これに対して、比較例 1 の調光シートにおいて、空隙の大きさにおける最小値が $0.8 \mu\text{m}$ であって、 $1.0 \mu\text{m}$ 未満であることが認められた。一方で、実施例 2 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートにおいて、空隙の大きさにおける最大値が $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $2.4 \mu\text{m}$ 以下であって、 $2.5 \mu\text{m}$ 以下であることが認められた。これに対して、実施例 1 の調光シートにおいて、空隙の大きさにおける最大値が $2.7 \mu\text{m}$ であって、 $2.5 \mu\text{m}$ を超えることが認められた。

20

【 0 1 0 2 】

実施例 1 から実施例 7 の調光シートでは、空隙の大きさにおける最小値が $1.0 \mu\text{m}$ 以上であることから、空隙の大きさにおける最小値が $1.0 \mu\text{m}$ 未満である比較例 1 の調光シートに比べて、透明時でのヘイズの値が低められたと言える。一方で、実施例 2 から実施例 7 の調光シートでは、空隙の大きさにおける最大値が $2.5 \mu\text{m}$ 以下であることから、空隙の大きさにおける最大値が $2.5 \mu\text{m}$ よりも大きい実施例 1 の調光シートに比べて、透明時でのヘイズの値がさらに低められたと言える。

30

【 0 1 0 3 】

また、実施例 1 から実施例 5 では、配向層に対して $3.0 \mu\text{m}$ 以内の範囲に空隙が形成されることが認められた。一方で、実施例 6、実施例 7、および、比較例 1 では、配向層に対して $3.0 \mu\text{m}$ を超える範囲に空隙が形成されていることが認められた。実施例 1 から実施例 5 では、実施例 6 および実施例 7 に対して透明時におけるヘイズの値が低いことから実施例 1 から実施例 5 では、配向膜から $3.0 \mu\text{m}$ 以内の範囲に空隙が形成されることが、透明時におけるヘイズの値を低める一因であると言える。

【 0 1 0 4 】

実施例 1 から実施例 7 および比較例 1 では、調光層の厚さを一定に設定し、かつ、露光条件を変更することによる相違を評価した。以下に説明する実施例 8 から実施例 10、比較例 2、および、比較例 3 では、露光条件を一定に設定し、かつ、調光層の厚さを変更することによる相違を評価した。

40

【 0 1 0 5 】

[実施例 8]

実施例 8 では、実施例 1 よりも垂直配向層上に塗布する塗液の量を減らすことによって、 $3.0 \mu\text{m}$ の厚さを有した調光層を形成した。なお、以下に説明するいずれの例においても、塗膜に対して紫外線を照射する際の照度を $20 \text{ mW} / \text{cm}^2$ 、積算光量を $600 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ に設定した。

50

【 0 1 0 6 】

[実施例 9]

実施例 9 の調光シートは、垂直配向層上に塗布する塗液の量を増やすことによって、7 . 0 μ m の厚さを有した調光層を得た以外は、実施例 8 と同様の方法によって作製した。

【 0 1 0 7 】

[実施例 1 0]

実施例 1 0 の調光シートは、垂直配向層上に塗布する塗液の量を増やすことによって、8 . 0 μ m の厚さを有した調光層を得た以外は、実施例 8 と同様の方法によって作製した。

【 0 1 0 8 】

[比較例 2]

比較例 2 の調光シートは、垂直配向層上に塗布する塗液の量を増やすことによって、1 0 . 0 μ m の厚さを有した調光層を得た以外は、実施例 8 と同様の方法によって作製した。

【 0 1 0 9 】

[比較例 3]

比較例 3 の調光シートは、垂直配向層上に塗布する塗液の量を増やすことによって、1 6 . 0 μ m の厚さを有した調光層を得た以外は、実施例 8 と同様の方法によって作製した。

【 0 1 1 0 】

[評価方法]

[画像]

実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートの断面を撮像した場合と同様の方法を用いて、実施例 8 から実施例 1 0 の調光シート、および、比較例 2 , 3 の調光シートにおける断面を撮像した。

【 0 1 1 1 】

[空隙の大きさ]

実施例 1 から実施例 7 の調光シート、および、比較例 1 の調光シートにおいて空隙の大きさを算出した方法と同様の方法を用いて、実施例 8 から実施例 1 0 の調光シート、および、比較例 2 , 3 の調光シートにおいて、空隙の大きさを算出した。これにより、各調光シートにおいて、空隙の大きさにおける最小値および最大値を算出した。

【 0 1 1 2 】

[評価結果]

実施例 8 から実施例 1 0 の調光シート、および、比較例 2 , 3 の調光シートにおける断面を撮像した結果は、図 1 2 から図 1 6 に示す通りであった。なお、図 1 2 から図 1 4 は、実施例 8 から実施例 1 0 の調光シートにおける断面を撮像した SEM 画像を順に示している。また、図 1 5 および図 1 6 は、比較例 2 , 3 の調光シートにおける断面を撮像した SEM 画像を順に示している。

【 0 1 1 3 】

図 1 2 から図 1 4 が示すように、調光層の厚さが 3 . 0 μ m 以上 8 . 0 μ m 以下である場合には、複数の空隙が、各配向層と調光シートとの境界に並ぶように形成されることが認められた。一方で、調光層の厚さが 3 . 0 μ m 以上 8 . 0 μ m 以下である場合には、調光層の厚さ方向における中央部には、空隙が形成されていないことが認められた。

【 0 1 1 4 】

これに対して、図 1 5 が示すように、調光層の厚さが 1 0 . 0 μ m である場合には、調光層の全体において、複数の空隙が不規則に形成されることが認められた。すなわち、調光層の厚さが 1 0 μ m である場合には、調光層が高密度部および低密度部を有しないことが認められた。また、図 1 6 が示すように、調光層の厚さが 1 6 . 0 μ m である場合には、調光層の厚さ方向における中央部に、各配向層と調光シートとの境界における空隙の密度と同程度の密度で複数の空隙が形成されていることが認められた。また、調光層の厚さ方向において、中央部に位置する空隙と、配向層と調光層との境界に位置する空隙との間にも、複数の空隙が形成されていることが認められた。

【 0 1 1 5 】

10

20

30

40

50

なお、各調光シートにおいて空隙の大きさにおける最小値および最大値は、 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下の範囲に含まれることが認められた。

【0116】

以上説明したように、調光シートの一実施形態によれば、以下に記載の効果を得ることができる。

(1) 配向層32, 33からの距離が小さい領域における液晶組成物31LCの密度が高いため、複数の液晶分子LCMにおいて配向層32, 33の配向規制力によって配向される液晶分子LCMの量を増やすことが可能である。そのため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電位差が生じていない状態において、調光シート21の透明さを高めることができる。

10

【0117】

(2) 調光層31の厚さ T_{31} が $3.0\ \mu\text{m}$ 以上 $8.0\ \mu\text{m}$ 以下であるから、調光層31の厚さ方向において対向する一对の面から離れた位置に空隙31Dが形成されることが抑えられる。さらに、空隙31Dの大きさが $1.0\ \mu\text{m}$ 以上 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下であるから、配向層32, 33の近傍に液晶組成物31LCが保持される。そのため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電圧差が生じていない状態での調光シート21の透明さを高めることが可能である。

【0118】

(3) 調光層31では、調光層31の厚さ方向において対向する一对の面の近傍において、配向層32, 33の配向規制力に従って液晶分子LCMが配向する。そのため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電位差が生じていない状態において、調光シート21の透明さをさらに高めることができる。

20

【0119】

(4) 各高密度部31H1, 31H2での空隙31Dの密度が、低密度部31Lでの空隙31Dの密度よりも高いから、各高密度部31H1, 31H2での液晶組成物31LCの密度を、低密度部31Lでの液晶組成物31LCの密度よりも高くすることが可能である。

【0120】

(5) 第1高密度部31H1に含まれる各空隙31D、および、第2高密度部31H2に含まれる各空隙31Dは、配向層32, 33の近傍に液晶組成物31LCを保持することが可能であるため、各空隙31Dに保持される液晶組成物31LCの全体に配向層32, 33の配向規制力が作用しやすくなる。

30

【0121】

(6) 低密度部31Lの面積 S_L に対する、低密度部31Lに含まれる各空隙31Dの面積の総和 S_D の百分率が10%以下であるから、低密度部31Lの空隙31Dによって保持される液晶組成物31LCの割合を小さくすることが可能である。

【0122】

(7) 低密度部31Lが空隙31Dを有しない場合には、調光層31に含まれる液晶分子LCMのうちで、配向層32, 33の配向規制力に従って配向する液晶分子LCMの割合が高められるため、第1透明電極層34と第2透明電極層35との間に電圧差が生じていない状態での調光シート21の透明さをさらに高めることができる。

40

【0123】

(8) 調光層31の厚さ方向に沿う断面において、各配向層32, 33から $3.0\ \mu\text{m}$ 以下の範囲に空隙31Dが位置するため、各空隙31Dに保持された液晶分子LCMが、配向規制力に従って配向する確実性を高めることが可能である。

【0124】

なお、上述した実施形態は、以下のように変更して実施することができる。

[配向層]

・調光シート21は、第1配向層32を備える一方で、第2配向層33を備えなくてもよい。この場合には、調光層31が、第1高密度部31H1と、低密度部31Lとを備えることによって、上述した(1)に準じた効果を得ることはできる。

50

【 0 1 2 5 】

[調光層]

・調光層 3 1 では、調光層 3 1 の厚さ方向における中間で液晶組成物 3 1 L C の密度が最も低い一方で、配向層 3 2 , 3 3 に接する高密度部 3 1 H 1 , 3 1 H 2 を有しなくてもよい。この場合であっても、調光層 3 1 の厚さ方向における中間で液晶組成物 3 1 L C の密度が最も低いことによって、上述した (1) に準じた効果を得ることはできる。

【 0 1 2 6 】

・調光層 3 1 の厚さ方向における中間で液晶組成物 3 1 L C の密度が最も低く、かつ、配向層 3 2 , 3 3 に接する高密度部 3 1 H 1 , 3 1 H 2 を有しない場合に、空隙 3 1 D が、調光層 3 1 の厚さ方向に沿う断面において、配向層 3 2 , 3 3 から 3 . 0 μ m 以下の範囲に位置してもよい。この場合には、上述した (1) および (8) に準じた効果を得ることはできる。

10

【 0 1 2 7 】

・高密度部 3 1 H 1 , 3 1 H 2 と低密度部 3 1 L とを有した調光層 3 1 を備える調光シート 2 1 において、調光層 3 1 の厚さが空隙 3 1 D の大きさにおける最小値の 2 倍以上 1 0 μ m 未満、かつ、空隙 3 1 D の大きさが 0 . 3 8 μ m 以上 3 . 0 μ m 以下であってもよい。この場合には、上述した (1) および (2) に準じた効果を得ることはできる。

【 0 1 2 8 】

・調光層 3 1 の厚さ方向における中間で液晶組成物 3 1 L C の密度が最も低い調光層 3 1 を備える調光シート 2 1 において、調光層 3 1 の厚さが空隙 3 1 D の大きさにおける最小値の 2 倍以上 1 0 μ m 未満、かつ、空隙 3 1 D の大きさが 0 . 3 8 μ m 以上 3 . 0 μ m 以下であってもよい。この場合には、上述した (1) および (2) に準じた効果を得ることはできる。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 2 9 】

1 0 ... 調光装置

1 1 ... 調光ユニット

1 2 ... 駆動部

2 1 ... 調光シート

3 1 ... 調光層

3 1 D ... 空隙

3 1 H 1 ... 第 1 高密度部

3 1 H 2 ... 第 2 高密度部

3 1 L ... 低密度部

3 1 L C ... 液晶組成物

3 1 P ... 樹脂層

3 2 ... 第 1 配向層

3 3 ... 第 2 配向層

3 4 ... 第 1 透明電極層

3 5 ... 第 2 透明電極層

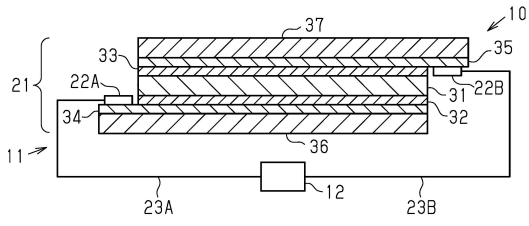
L C M ... 液晶分子

30

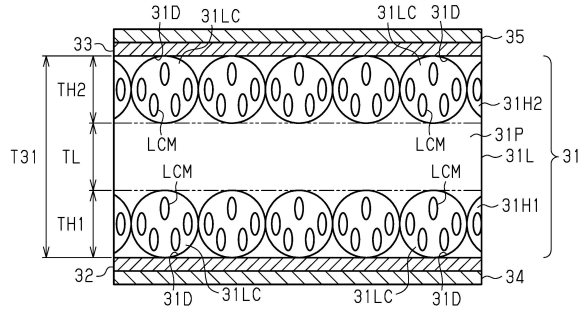
40

【図面】

【図 1】

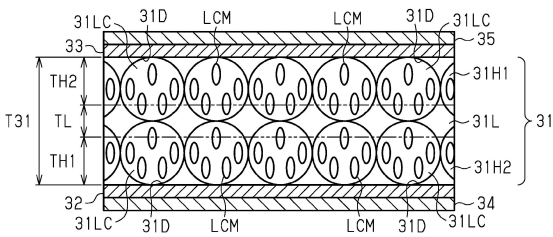


【図 2】

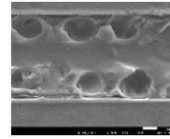


10

【図 3】



【図 4】



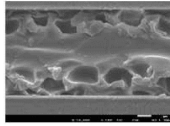
20

30

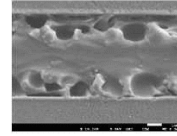
40

50

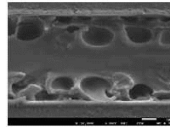
【図 5】



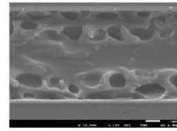
【図 6】



【図 7】

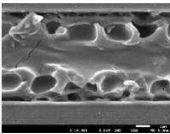


【図 8】

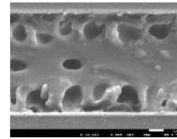


10

【図 9】

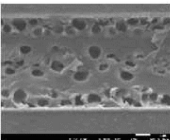


【図 10】

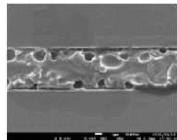


20

【図 11】




【図 12】

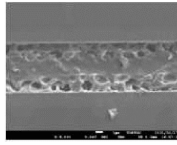



30

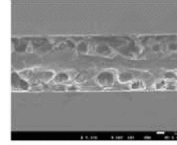
40


50

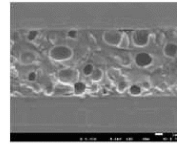
【 1 3】




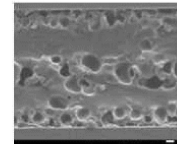
【 1 4】



【 1 5】



【 1 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 印刷株式会社内
(72)発明者 黒川 裕香
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 高橋 裕介
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- 審査官 磯崎 忠昭
- (56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0278115 (US, A1)
特開2020-077484 (JP, A)
国際公開第2010/023851 (WO, A1)
特表2019-514047 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02F 1/13
G02F 1/1334
G02F 1/137