

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7145738号

(P7145738)

(45)発行日 令和4年10月3日(2022.10.3)

(24)登録日 令和4年9月22日(2022.9.22)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 F 1/167(2019.01)

G 0 2 F 1/167

G 0 2 F 1/1685(2019.01)

G 0 2 F 1/1685

請求項の数 18 (全33頁)

(21)出願番号	特願2018-222198(P2018-222198)	(73)特許権者	303018827
(22)出願日	平成30年11月28日(2018.11.28)		T i a n m a J a p a n株式会社
(65)公開番号	特開2020-86210(P2020-86210A)		神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号
(43)公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)		
審査請求日	令和3年11月8日(2021.11.8)	(74)代理人	110001678藤央弁理士法人
		(72)発明者	佐藤 哲史
			神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 T i a n m a J a p a n株式会社内
		(72)発明者	益村 和敬
			神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 T i a n m a J a p a n株式会社内
		(72)発明者	塩田 国弘
			神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 T i a n m a J a p a n株式会社内
		(72)発明者	高取 憲一
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光線方向制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光線方向制御パネルと、
 前記光線方向制御パネルを制御する制御回路と、
 を含み、
 前記光線方向制御パネルは、
 第1主面を含む第1透明基板と、
 前記第1主面と対向する第2主面を含む第2透明基板と、
 前記第1主面と前記第2主面との間において、前記第1主面に沿って配列された複数の光透過領域と、
 前記第1主面と前記第2主面との間において、隣接する光透過領域の間に配置されて、
 特定の電荷を帯びかつ光吸収性の電気泳動粒子と透過性の分散媒とを含む光吸収領域と、
 前記光吸収領域を挟むように、それぞれ前記第1主面上及び前記第2主面上に配置された第1透明電極及び第2透明電極と、
 を含み、
 前記制御回路は、
 前記第1透明電極と前記第2透明電極との間の電圧を制御することで、前記電気泳動粒子の分散状態を変化させ、前記光透過領域及び前記分散媒を透過する光の出射方向の範囲を変化させ、
 前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記第1透明電極と

前記第 2 透明電極との間に第 1 電圧値の直流電圧を印加し、

前記第 1 電圧値の電圧を印加している間に、光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、

前記透過輝度が目標値未満である場合、前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に印加する電圧値を増加させる、光線方向制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光線方向制御装置であって、

前記制御回路は、

前記透過輝度と前記目標値との差分に基づき、前記第 1 電圧値から増加させる電圧値を決定する、光線方向制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光線方向制御装置であって、

前記制御回路は、

前記透過輝度が目標値未満である場合、前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に印加する電圧値を前記第 1 電圧値から第 2 電圧値に増加させ、

前記第 2 電圧値の電圧を印加している間に、前記光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、

前記第 2 電圧値の電圧を印加している間の透過輝度が目標値未満である場合、前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に印加する電圧値を前記第 2 電圧値から増加させる、光線方向制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光線方向制御装置であって、

前記制御回路は、

温度を測定し、

測定した前記温度に基づいて、前記第 1 電圧値から増加させる電圧値を決定する、

光線方向制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の光線方向制御装置であって、

測定用光源をさらに含み、

前記制御回路は、

前記測定用光源からの光の前記光線方向制御パネルの透過輝度を測定する、

光線方向制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の光線方向制御装置であって、

前記測定用光源からの光は、前記第 1 主面及び前記第 2 主面に沿って進み、測定される、光線方向制御装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の光線方向制御装置であって、

前記制御回路は、

前記測定用光源の出力を変調する、

光線方向制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の光線方向制御装置であって、

前記第 1 主面上に、分離された複数の第 1 透明電極を含み、

前記第 2 主面上に、前記複数の第 1 透明電極それぞれに対向する、1 以上の第 2 透明電極を含み、

前記複数の第 1 透明電極と前記 1 以上の第 2 透明電極は、複数の透明電極ペアを構成し、前記複数の透明電極ペアの各透明電極ペアは 1 つの第 1 透明電極と 1 つの第 2 透明電極で構成され、

前記制御回路は、

前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記複数の透明電極

10

20

30

40

50

ペアそれぞれに所定電圧値の直流電圧を印加し、

前記所定電圧値の直流電圧を印加している間に、前記複数の透明電極ペアそれぞれに挟まれる領域の透過輝度を測定し、

測定した前記透過輝度が目標値未満である透明電極ペアの印加電圧値を増加させる、
光線方向制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の光線方向制御装置であって、

前記第 1 主面上に、分離された複数の第 1 透明電極を含み、

前記第 2 主面上に、前記複数の第 1 透明電極それぞれに対向する、1 以上の第 2 透明電極を含み、

前記複数の第 1 透明電極と前記 1 以上の第 2 透明電極は、複数の透明電極ペアを構成し、
前記複数の透明電極ペアの各透明電極ペアは 1 つの第 1 透明電極と 1 つの第 2 透明電極で構成され、

前記制御回路は、

前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記複数の透明電極ペアをそれぞれに所定電圧値の直流電圧を印加し、

前記所定電圧値の直流電圧を印加している間に、前記光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、

測定した前記透過輝度が目標値未満である場合に、前記複数の透明電極ペアそれぞれの直流電圧の増加量を予め設定された情報に基づいて個別に決定し、

前記複数の透明電極ペアそれぞれの直流電圧を、決定した前記増加量だけ増加させる、
光線方向制御装置。

【請求項 10】

光線方向制御パネルと、

前記光線方向制御パネルを制御する制御回路と、
を含み

前記光線方向制御パネルは、

第 1 主面を含む第 1 透明基板と、

前記第 1 主面と対向する第 2 主面を含む第 2 透明基板と、

前記第 1 主面と前記第 2 主面との間において、前記第 1 主面に沿って配列された複数の光透過領域と、

前記第 1 主面と前記第 2 主面との間において、隣接する光透過領域の間に配置されて、
特定の電荷を帯びかつ光吸収性の電気泳動粒子と透過性の分散媒とを含む光吸収領域と、

前記光吸収領域を挟むように、それぞれ前記第 1 主面上及び前記第 2 主面上に配置された第 1 透明電極及び第 2 透明電極と、

を含み、

前記制御回路は、

前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間の電圧を制御することで、前記電気泳動粒子の分散状態を変化させ、前記光透過領域及び前記分散媒を透過する光の出射方向の範囲を変化させ

前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に直流電圧を印加し、

前記直流電圧を印加している間に、光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、

前記透過輝度が目標値未満である場合、前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に交流電圧を与える、

光線方向制御装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の光線方向制御装置であって、

前記制御回路は、

前記透過輝度と前記目標値との差分に基づき、前記交流電圧の振幅を決定する、光線方

10

20

30

40

50

向制御装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の光線方向制御装置であって、
前記制御回路は、
前記交流電圧を印加している間に、前記光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、
前記交流電圧を印加している間の透過輝度が目標値未満である場合、前記交流電圧の振幅を増加させる、光線方向制御装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 0 に記載の光線方向制御装置であって、
前記制御回路は、
温度を測定し、
測定した前記温度に基づいて、前記交流電圧の振幅を決定する、
光線方向制御装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 0 に記載の光線方向制御装置であって、
測定用光源をさらに含み、
前記制御回路は、
前記測定用光源からの光の前記光線方向制御パネルの透過輝度を測定する、
光線方向制御装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の光線方向制御装置であって、
前記測定用光源からの光は、前記第 1 主面及び前記第 2 主面に沿って進み、測定される、
光線方向制御装置。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 4 に記載の光線方向制御装置であって、
前記制御回路は、
前記測定用光源の出力を変調する、
光線方向制御装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 0 に記載の光線方向制御装置であって、
前記第 1 主面上に、分離された複数の第 1 透明電極を含み、
前記第 2 主面上に、前記複数の第 1 透明電極それぞれに対向する、1 以上の第 2 透明電極を含み、

30

前記複数の第 1 透明電極と前記 1 以上の第 2 透明電極は、複数の透明電極ペアを構成し、
前記複数の透明電極ペアの各透明電極ペアは 1 つの第 1 透明電極と 1 つの第 2 透明電極で構成され、

前記制御回路は、

前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記複数の透明電極ペアをそれぞれに所定電圧値の直流電圧を印加し、

前記所定電圧値の直流電圧を印加している間に、前記複数の透明電極ペアに挟まれる領域それぞれの透過輝度を測定し、

40

測定した前記透過輝度が目標値未満である透明電極ペアの印加電圧を交流電圧に変化させる、

光線方向制御装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 0 に記載の光線方向制御装置であって、

前記第 1 主面上に、分離された複数の第 1 透明電極を含み、

前記第 2 主面上に、前記複数の第 1 透明電極それぞれに対向する、1 以上の第 2 透明電極を含み、

前記複数の第 1 透明電極と前記 1 以上の第 2 透明電極は、複数の透明電極ペアを構成し

50

、前記複数の透明電極ペアの各透明電極ペアは１つの第１透明電極と１つの第２透明電極で構成され、

前記制御回路は、

前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記複数の透明電極ペアをそれぞれに所定電圧値の直流電圧を印加し、

前記所定電圧値の直流電圧を印加している間に、前記光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、

測定した前記透過輝度が目標値未満である場合に、前記複数の透明電極ペアそれぞれの交流電圧の振幅を予め設定された情報に基づいて個別に決定し、

前記複数の透明電極ペアそれぞれの直流電圧を、決定した前記振幅の交流電圧に変化させる、

10

光線方向制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、光線方向制御装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

フラットパネル表示装置は、携帯電話機、ＰＤＡ（Personal Digital Assistant）、ＡＴＭ（Automatic Teller Machine）、パーソナルコンピュータ等といった種々の情報処理装置における表示装置として用いられている。

20

【０００３】

こうしたフラットパネル表示装置としては、背面から入射される光の出射方向を調整する光学素子を内部に搭載すると共に、この光学素子に向けて一様に光を射出するバックライトと、映像を表示する液晶ディスプレイと、を有する構成が一般的に知られている。

【０００４】

また、フラットパネル表示装置には、大型ディスプレイ化・多目的化に伴い、様々な配光特性が要求されるようになってきている。特に、情報漏洩の観点から、他人に覗き込まれないように可視範囲を制限したいという要求や、不必要な方向には光を出射しないようにしたいとの要求がある。これに応える光学素子としては、ディスプレイの可視範囲（又は出射範囲）を制限することが可能な光学フィルムが提案され実用化されている。

30

【０００５】

しかし、上記光学フィルムを採用したフラットパネル表示装置においては、複数の方向から同時にディスプレイを見る場合に、該光学フィルムをその都度取り外す必要があり、このことは、ユーザに煩雑な処理を課すと共に時間のロスを招くため、取り外すといった手間を掛けることなく、広い可視範囲と狭い可視範囲の各状態を任意のタイミングで実現したい、という要求が高まっている。

【０００６】

このため、かかる要求に応じて、ディスプレイの可視範囲を広視野モードと狭視野モードとの間で切り替え可能な光学素子が提案されている（例えば、特許文献１）。特許文献１では、透明基板上に光透過領域と光線方向を制御する電気泳動素子を設け、光透過領域を透過する光の視野角を制御する光線方向制御素子が開示されている。特許文献１では、着色荷電粒子を液体に封入した電気泳動素子の両端に透明電極を設け、直流電圧を印加することで着色（黒色）荷電粒子を移動させて広視野角状態を得る。また、透明電極に交流電圧を印加することで、着色荷電粒子を電気泳動素子内で分散させて狭視野角状態を得る。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【文献】米国特許第 7 7 5 1 6 6 7 号

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

電気泳動素子を用いた光線方向制御装置において、狭視野角状態と広視野角状態との間の切り替えを迅速に行うことが望まれる。上記特許文献1に開示の技術は、電気泳動素子を用いて視野角を制御することは可能であるが、上記特許文献1は広視野角状態と狭視野角状態を切り替える詳細な駆動方法は開示していない。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の一態様の光線方向制御装置は、光線方向制御パネルと、前記光線方向制御パネルを制御する制御回路と、を含み、前記光線方向制御パネルは、第1主面を含む第1透明基板と、前記第1主面と対向する第2主面を含む第2透明基板と、前記第1主面と前記第2主面との間において、前記第1主面に沿って配列された複数の光透過領域と、前記第1主面と前記第2主面との間において、隣接する光透過領域の間に配置されて、特定の電荷を帯びかつ光吸収性の電気泳動粒子と透過性の分散媒とを含む光吸収領域と、前記光吸収領域を挟むように、それぞれ前記第1主面上及び前記第2主面上に配置された第1透明電極及び第2透明電極と、を含み、前記制御回路は、前記第1透明電極と前記第2透明電極との間の電圧を制御することで、前記電気泳動粒子の分散状態を変化させ、前記光透過領域及び前記分散媒を透過する光の出射方向の範囲を変化させ、前記出射方向の範囲を狭い状態から広い状態へ遷移させるために、前記第1透明電極と前記第2透明電極との間に第1電圧値の直流電圧を印加し、前記第1電圧値の電圧を印加している間に、光線方向制御パネルの透過輝度を測定し、前記透過輝度が目標値未満である場合、前記第1透明電極と前記第2透明電極との間に印加する電圧値を増加させる。

【発明の効果】

【0010】

本実施の形態の一態様によれば、電気泳動素子を用いた光線方向制御装置において、狭視野角状態から広視野角状態への切り替え時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】光線方向制御装置の一例を示すブロック図である。

【図2】光線方向制御パネルの主面の法線方向において見た、光透過領域と光吸収領域のレイアウト例の平面図である。

【図3】図2のIII-III切断線における、光線方向制御パネルの他の構成例の断面図である。

【図4A】狭視野角状態の光線方向制御装置と表示パネルとを含む表示装置の構成例を示す。

【図4B】広視野角状態の光線方向制御装置と表示パネルとを含む表示装置の構成例を示す。

【図5A】狭視野角状態において、光源から光線方向制御パネルの入射面に入射し、出射面から出射する光線角を示す断面図である。

【図5B】出射光線の角度 - 透過率分布を示す。

【図6A】広視野角状態において、光源から光線方向制御パネルの入射面に入射し、出射面から出射する光線角を示す断面図である。

【図6B】出射光線の角度 - 透過率分布を示す図である。

【図7】狭視野角状態と広視野角状態との間での透過率の変化を示すグラフである。

【図8A】透明電極間に電圧が与えられているときの電気泳動素子の状態を模式的に示す。

【図8B】透明電極間に電圧が与えられていないときの電気泳動素子の状態を模式的に示す。

【図9】電気泳動粒子の挙動を図示する。

【図10】光線方向制御パネルの印加電圧に対する所望の透過率応答特性と、環境条件又

10

20

30

40

50

は電気泳動素子の状態に起因して変化した透過率応答特性と、の例を模式的に示す。

【図 1 1 A】制御装置による印加電圧のフィードバック制御の例を示す。

【図 1 1 B】制御装置による印加電圧のフィードバック制御に用いる L U T の例を示す。

【図 1 2】制御装置による印加電圧のフィードバック制御の他の例を示す。

【図 1 3】制御装置による印加電圧のフィードバック制御の他の例を示す。

【図 1 4】制御装置による印加電圧のフィードバック制御の他の例を示す。

【図 1 5】光線方向制御パネルの透過光輝度を測定するため光センサの配置の例を示す。

【図 1 6】光線方向制御パネルの透過光輝度を測定するため光センサの配置の他の例を示す。

【図 1 7】光線方向制御装置の回路構成例を模式的に示す。

10

【図 1 8】温度を測定するため温度センサを含む表示装置の構成例を示す。

【図 1 9】光線方向制御装置の回路構成例を模式的に示す。

【図 2 0】光線方向制御パネル上の対向する対向電極の構成例の斜視図である。

【図 2 1】光線方向制御パネルの透過光を測定するための光センサと測定用光源の配置の例を示す平面図である。

【図 2 2 A】狭視野角状態における図 2 1 の X X I I - X X I I 切断線における断面図である。

【図 2 2 B】広視野角状態における図 2 1 の X X I I - X X I I 切断線における断面図である。

【図 2 3】光線方向制御パネルの透明セグメント電極、光センサ及び測定用光源の配置の他の例を示す平面図である。

20

【図 2 4】光線方向制御パネルの透明セグメント電極の他の例を示す。

【図 2 5】透明セグメント電極それぞれへの印加電圧制御のための設定方法例を模式的に示す。

【図 2 6】図 2 5 に示す方法により設定されたルックアップテーブルに従った印加電圧のフィードバック制御の例を示す。

【図 2 7】光線方向制御装置の回路構成例を模式的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面を参照して本開示の実施形態を説明する。本実施形態は本開示を実現するための一例に過ぎず、技術的範囲を限定するものではないことに注意すべきである。各図において共通の構成については同一の参照符号が付されている。

30

【0013】

本開示の光線方向制御装置は、光線方向制御パネルを狭視野角状態から広視野角状態に変化させるとき、光線方向制御パネルへの電圧印加を開始した後、光線方向制御パネルからの透過光を測定する。狭視野角状態は、出射方向の範囲の狭い状態であり、広視野角状態は、出射方向の範囲の広い状態である。光線方向制御装置は、その測定結果に基づいて、光線方向制御パネルへの印加電圧を制御する。これにより、光線方向制御パネルを狭視野角状態から広視野角状態へ迅速に変化させることができる。

【0014】

40

<実施形態 1>

[装置構成]

図 1 は、光線方向制御装置の一例を示すブロック図である。光線方向制御装置 1 は、視野角を制御する光線方向制御パネル 10 と、制御装置 2 とを含む。光線方向制御パネル 10 は、それぞれシート状の透明導電膜で構成された透明電極 12 及び透明電極 15 を含む。

【0015】

制御装置 2 は、電源回路 3 と制御回路 4 とを含む。制御回路 4 は上位の制御装置（不図示）から光線方向制御信号を受信する。制御回路 4 は、光線方向制御信号に基づいて、電源回路 3 から透明電極 12 と透明電極 15 への電位（透明電極 12 と透明電極 15 との間の電圧）を制御する。

50

【 0 0 1 6 】

図 1 は、光線方向制御パネル 1 0 の断面構造の一例を示す。透明基板 1 1（第 2 透明基板）の主面に透明電極 1 2（第 2 透明電極）があり、透明基板 1 6（第 1 透明基板）の主面に透明電極 1 5（第 1 透明電極）がある。透明基板 1 1 と透明基板 1 6 は、それぞれの主面が対向するように配置されている。相互に対向する透明電極 1 2 と透明電極 1 5 の間には、光透過領域 1 3 と光吸収領域 1 4 が配置されている。光透過領域 1 3 と光吸収領域 1 4 とは、透明基板 1 1、1 6 の主面に沿って、交互に配置されている。

【 0 0 1 7 】

透明基板 1 1、1 6 は、例えば、ガラス、P E T（P o l y E t h y l e n e T e r e p h t h a l a t e）、P C（P o l y C a r b o n a t e）、又は P E N（P o l y E t h y l e n e N a p h t h a l a t e）で構成することができる。透明電極 1 2、1 5 は、例えば、I T O、Z n O、又は I G Z O で構成することができる。

10

【 0 0 1 8 】

図 2 は、光線方向制御パネル 1 0（透明基板 1 1、1 6）の主面の法線方向において見た（平面視における）、光透過領域 1 3 と光吸収領域 1 4 のレイアウト例の平面図である。矩形の光透過領域 1 3 が所定の間隔で図中上下及び左右方向に配置されている。隣り合う光透過領域 1 3 の間には光吸収領域 1 4 が存在する。なお、光透過領域 1 3 や光吸収領域 1 4 のレイアウトは図 2 の例に限定されるものではない。

【 0 0 1 9 】

光透過領域 1 3 は光を透過する透明材料（例えば樹脂）で形成され、高さは、例えば、 $3\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ の範囲である。光透過領域 1 3 の幅（光線透過パターン幅）は、例えば、 $1\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ の範囲である。さらに、光透過領域 1 3 の相互間の幅（遮光パターン幅）は、例えば、 $0.25\mu\text{m} \sim 40\mu\text{m}$ の範囲である。

20

【 0 0 2 0 】

図 1 に示すように、光吸収領域 1 4 の内部には、電気泳動素子が封入される。電気泳動素子は、特定の電荷を帯び且つ遮光性の電気泳動粒子 1 4 0 と、分散媒 1 4 1 の混合物である。電気泳動粒子 1 4 0 は遮光機能を発現させるため、例えば、光を吸収する黒色である。

【 0 0 2 1 】

電気泳動粒子 1 4 0 は、例えば、帯電したカーボンブラック微粒子である。以下に説明する例では、負に帯電しているカーボンブラックを用いる。分散媒 1 4 1 は光を透過させるために透明である。分散媒 1 4 1 は、例えば、光透過領域 1 3 を形成する透明材料と同程度の屈折率を有する。これにより、分散媒 1 4 1 と光透過領域 1 3 との界面反射を抑えることができる。

30

【 0 0 2 2 】

図 3 は、図 2 の I I I - I I I 切断線における、光線方向制御パネル 1 0 の他の構成例の断面図である。光線方向制御パネル 1 0 は、図 1 に示した構成において、透明電極 1 2、1 5 を覆う絶縁膜 1 7、1 8 を含む。その他の要素は図 1 の構成と同様である。

【 0 0 2 3 】

透明電極 1 2 と光透過領域 1 3 及び光吸収領域 1 4 との間には、透明の絶縁膜 1 7 が配置される。透明電極 1 5 と光透過領域 1 3 及び光吸収領域 1 4 の間には、透明の絶縁膜 1 8 が配置される。絶縁膜 1 8 には例えば S i O ₂ を用いる。すなわち、相互に対向する透明基板 1 1 と透明基板 1 6 それぞれの主面と、光吸収領域 1 4 との間には、絶縁膜 1 7 と絶縁膜 1 8 が配置される。

40

【 0 0 2 4 】

透明の絶縁膜 1 7、1 8 の材料は S i O ₂ に限定されるものではなく、他の透明の絶縁材料で構成することができる。絶縁膜 1 7 と絶縁膜 1 8 は、透明基板 1 1 と透明基板 1 6 の主面に設けた透明電極 1 2 及び透明電極 1 5 と光吸収領域 1 4 との間にのみ配置され、光透過領域 1 3 と透明電極 1 2 及び透明電極 1 5 との間に存在しなくてもよい。

【 0 0 2 5 】

50

透明電極 1 2、1 5 と光吸収領域 1 4 の間に絶縁膜 1 7、1 8 を挿入することで、電気泳動粒子 1 4 0 が長時間に渡って透明電極の近傍に集中することによって起こり得る、電気泳動粒子 1 4 0 が透明電極 1 2 又は 1 5 に固着するのを防ぐことができる。これより、広視野角状態と狭視野との間の遷移特性を、一層安定させることが可能となる。

【0026】

他の構成例において、透明電極 1 2 及び 1 5 の一方又は双方は、パターン電極であってもよい。一例において、パターン形状は、平面視において、光吸収領域 1 4 のパターン形状に一致している。透明電極をパターン電極とすることで、透明電極の面積を低減し、光線方向制御パネル 1 0 の光透過率を改善できる。他の例において、広視野角状態において電気泳動粒子 1 4 0 が近傍に集中するパターン電極は、光反射金属で形成されていてもよい。

10

【0027】

図 4 A 及び図 4 B は、光線方向制御装置 1 と表示パネル 5 とを含む表示装置の構成例を示す。表示パネル 5 は、例えば、液晶表示パネル、有機 EL パネル、無機 EL パネル、LED パネル等である。図 4 A は、狭視野角状態の表示装置を示し、図 4 B は広視野角状態の表示装置を示す。本構成例において、光線方向制御パネル 1 0 の後側に表示パネル 5 が配置されている。ユーザは、光線方向制御パネル 1 0 を介して、表示パネル 5 が表示する画像を見る。

【0028】

以下において、表示装置がユーザのために画像を表示する側、つまり、画像がユーザによって視認される側を前側、その反対側を後側と呼ぶ。また、前側の面、つまり前面の反対面を、後面又は背面と呼ぶ。

20

【0029】

なお、光線方向制御パネル 1 0 は、面状光源装置の前側に配置されてもよい。例えば液晶表示装置のようにバックライト（面状光源装置）を含む表示装置において、光線方向制御パネル 1 0 は、液晶表示パネルとバックライトとの間に配置されてもよい。

【0030】

図 4 A は狭視野角状態を示す。電気泳動粒子 1 4 0 は、分散媒 1 4 1 内で略均等に分散している。図 4 B は広視野角状態を示す。電気泳動粒子 1 4 0 は、一方の透明電極 1 5 近傍において集中している。制御装置 2 は、光線方向制御パネル 1 0 に含まれる電気泳動粒子 1 4 0 の分布状態を変化させることで、表示画像が観察できる視野角の狭視野と広視野とを切り替える。

30

【0031】

[光線方向制御パネルの透過率]

狭視野角状態と広視野角状態の透過率について説明する。図 5 A は、狭視野角状態において、光源 5 1 から光線方向制御パネル 1 0 の入射面 1 6 1 に入射し、出射面 1 1 1 から出射する光線角を示す断面図である。図 5 B は、出射光線の角度 - 透過率分布を示す。角度は、光線方向制御パネル 1 0 の法線からの角度である。狭視野角状態において、制御装置 2 は、透明電極 1 2 と透明電極 1 5 との間に電圧を与えず、電気泳動素子に電界は与えられない。

40

【0032】

電気泳動粒子 1 4 0 は、安定状態において、光吸収領域 1 4 内で完全に分散した状態となる。電気泳動粒子 1 4 0 は遮光性を有する色（例えば黒）であるため、光線方向制御パネル 1 0 の入射面 1 6 1 からの入射光線のうち、電気泳動粒子 1 4 0 にぶつかる光線は吸収され、光線方向制御パネル 1 0 から出射しない。このため、出射光の角度透過率分布は、図 5 B のようになる。

【0033】

図 6 A は、広視野角状態において、光源 5 1 から光線方向制御パネル 1 0 の入射面 1 6 1 に入射し、出射面 1 1 1 から出射する光線角を示す断面図である。図 6 B は、出射光線の角度 - 透過率分布を示す図である。角度は、光線方向制御パネル 1 0 の法線からの角度

50

である。広視野角状態において、制御装置 2 は、透明電極 1 2 と透明電極 1 5 に電圧を与えることで、電気泳動素子に電界を与える。

【 0 0 3 4 】

透明電極 1 2 より透明電極 1 5 が高電位となる電圧を印加すると、負に帯電した電気泳動粒子 1 4 0 は、正の電位である透明電極 1 5 の近傍に集中する。したがって、図 6 A に示すように、図 5 A と比べ、入射面 1 6 1 からの入射光のうち電気泳動粒子 1 4 0 にぶつかる光線は減る。分散媒 1 4 1 は前述のように透明であるため、狭視野角状態において電気泳動粒子 1 4 0 によって遮蔽された角度の入射光も、光線方向制御パネル 1 0 を通過する。このため、出射光の角度透過率分布は図 6 B のようになる。

【 0 0 3 5 】

図 7 は、狭視野角状態と広視野角状態との間での透過率の変化を示すグラフである。図 7 のグラフにおいて、実線 5 1 1 は広視野角状態での角度と透過率との関係を示し、破線 5 1 2 は狭視野角状態での角度と透過率との関係を示す。透明電極 1 2 と透明電極 1 5 への電位の制御による狭視野角状態と広視野角状態との間の遷移に応じて、透過率は、各角度において、線 5 1 2 の値から線 5 1 1 の値又は線 5 1 1 の値から線 5 1 2 の値に変化する。例えば、角度 において、矢印 5 1 3 が示すように、透過率は広視野角状態と狭視野角状態との間で変化する。

【 0 0 3 6 】

[電気泳動粒子の振る舞い]

以下において、電気泳動素子における電気泳動粒子 1 4 0 の振る舞いをより具体的に説明する。電気泳動素子は、電気泳動粒子 1 4 0 間に働く引力より、帯電電荷による反発力が上回るように設計される。

【 0 0 3 7 】

図 8 A は、透明電極 1 2 及び 1 5 間に電圧（電界）が与えられているときの電気泳動素子の状態を模式的に示す。図 8 B は、透明電極 1 2 及び 1 5 間に電圧（電界）が与えられていないときの電気泳動素子の状態を模式的に示す。

【 0 0 3 8 】

図 8 A に模式的に示すように、負に帯電した電気泳動粒子 1 4 0 は、透明電極 1 2 及び 1 5 間に電界が存在する場合、電位の高い電極（透明電極 1 5 ）の近くに集中する。一方、図 8 B に模式的に示すように、電界が存在しない場合、電気泳動粒子 1 4 0 の最も安定な状態は、互いの反発力により分散媒中を分散し、巨視的に密度が均一となった状態（完全な分散状態）である。

【 0 0 3 9 】

光線方向制御パネル 1 0 は、電界印加による電気泳動粒子 1 4 0 の集中により広視野角状態が達成され、電界なしでの電気泳動粒子 1 4 0 の拡散により狭視野角状態が達成される。上述のように、狭視野角状態において、巨視的に電気泳動粒子 1 4 0 の密度が均一となった状態が最も安定な状態である。しかし、電気泳動粒子 1 4 0 は、安定な状態となるまでには、流体力学的効果や静電相互作用の影響により複雑な挙動を示す。

【 0 0 4 0 】

簡易モデルとして、電気泳動粒子 1 4 0 の減衰振動の振る舞いを仮定し、図 9 に電気泳動粒子 1 4 0 の挙動を図示する。電極間にかかる電界がなくなることにより、電気泳動粒子 1 4 0 は、その近傍に偏在していた電極と対向する電極へ拡散を始める（T 1 1）。この後、対向電極側の電気泳動粒子 1 4 0 の粒子密度が、もとの電極側の粒子密度より高くなる。そのため、反発力により、もとの電極側に動く電気泳動粒子 1 4 0 が現れる（T 1 2）。

【 0 0 4 1 】

ある程度の時間経過後に電気泳動粒子 1 4 0 全体が均一な分布になっているように見えても、個々の電気泳動粒子 1 4 0 は振動していると考えられる（T 1 3、T 1 4）。つまり、電界のない状態で、透過する光線の角度分布が変化しない状態（狭視野）になっても、各々の電気泳動粒子 1 4 0 の細かい振動は続いていると考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

このため、再び、電界を印加し電気泳動粒子 1 4 0 (光線方向制御パネル 1 0) を狭視野角状態から広視野角状態に遷移させるとき、電気泳動粒子 1 4 0 の振動の程度によって、応答時間が変化する。具体的には、完全に停止している電気泳動粒子 1 4 0 より、少しでも動いている電気泳動粒子 1 4 0 が、より速く動く。つまり、長い間狭視野角状態であった光線方向制御パネル 1 0 を広視野角状態にすると、狭視野角状態が短い状態から広視野角状態にすると同じ電圧を同じ時間印加しても所望の透過率を達成しない。

【 0 0 4 3 】

他の観点において、電気泳動素子の応答特性は、温度によっても変化し得る。電界における電気泳動粒子 1 4 0 の動きは、移動度 (電気泳動移動度 μ) によって決まる。電気泳動粒子 (帯電粒子) 1 4 0 の動作は、電荷量 q の荷電粒子は電場 E から $q E$ の力を受けて加速するが、やがて液体 (分散媒 1 4 1) の粘性抵抗と釣り合い等速運動となる。半径 a の帯電粒子が粘性率 η の液体中を速度 v で動くとき、 $6 \pi a v$ の抵抗力を受ける。また、速度 v を E で割った値が、電気泳動移動度 μ である。したがって、以下の (1) 式 ~ (3) 式が成立する。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$qE = 6\pi\eta av \quad \dots(1)$$

10

【 0 0 4 5 】

【 数 2 】

$$v = \frac{qE}{6\pi\eta a} \quad \dots(2)$$

20

【 0 0 4 6 】

【 数 3 】

$$\mu = \frac{v}{E} = \frac{q}{6\pi\eta a} \quad \dots(3)$$

30

【 0 0 4 7 】

液体の粘性率は液体の温度に依存する。したがって、電気泳動粒子 1 4 0 の移動度は、温度依存性を有する。このため、電気泳動素子 (光線方向制御パネル 1 0) を狭視野角状態から広視野角状態に遷移させるとき、環境温度によって応答時間が変化する。具体的には、環境温度が低下すると、光線方向制御パネル 1 0 を広視野角状態にすると、環境温度が高いときと同じ電圧を同じ時間印加しても所望の透過率を達成しない。

【 0 0 4 8 】

温度及び非電圧印加期間の他、湿度や電気泳動素子の動作回数によっても、電気泳動素子 (光線方向制御パネル 1 0) の印加電圧に対する透過率応答特性は変化し得る。したがって、光線方向制御パネル 1 0 を狭視野角状態から広視野角状態に変化させるために、透明電極 1 2 及び 1 5 間に印加した電圧に対して、光線方向制御パネル 1 0 の透過率応答特性が、環境条件又は電気泳動素子の状態により変化し得る。

40

【 0 0 4 9 】

[透過率応答特性]

図 1 0 は、光線方向制御パネル 1 0 の印加電圧に対する所望の透過率応答特性と、環境条件又は電気泳動素子の状態に起因して変化した透過率応答特性と、の例を模式的に示す。具体的には、図 1 0 は、特定期間における、経過時間と印加電圧との関係を示すグラフと、経過時間と透過率との関係を示すグラフとを示す。両グラフの時間軸は一致している

50

。透過率のグラフにおいて、破線 5 1 2 は所望の透過率応答特性を示し、実線 5 2 2 は、所望の特性から変化した透過率応答特性を示す。

【 0 0 5 0 】

光線方向制御パネル 1 0 への印加電圧 3 1 1 は、時刻 T_0 において、0 から V_1 に増加し、電圧値 V_1 に維持されている。印加電圧値 V_1 は例えば + 5 V である。例えば、透明電極 1 2 に対して基準電位であるグランド電位が与えられ、透明電極 1 5 に対して + 5 V の電位が与えられる。

【 0 0 5 1 】

所望の透過率応答特性 5 2 1 において、透過率は時刻 T_0 から増加を開始し、時刻 T_1 において目標値 TR_0 に達している。所望の特性から変化した透過率応答特性 5 2 2 において、透過率は時刻 T_0 から増加を開始し、時刻 T_2 において値 TR_1 に達している。時刻 T_2 は時刻 T_1 よりも遅く、透過率 TR_1 は透過率 TR_0 よりも低い。非電圧印加時間の長期化や環境温度の低下等に起因し、光線方向制御パネル 1 0 の透過率応答特性は、所望の透過率応答特性 5 2 1 から透過率応答特性 5 2 2 に変化した。 10

【 0 0 5 2 】

[透過光輝度の測定に基づくフィードバック制御]

本開示の制御装置 2 は、光線方向制御パネル 1 0 を狭視野角状態から広視野角状態に変化させるとき、光線方向制御パネル 1 0 への電圧印加を開始した後、光線方向制御パネル 1 0 からの透過光を測定し、その測定結果に基づいて、光線方向制御パネル 1 0 への印加電圧を制御する。これにより、光線方向制御パネル 1 0 を狭視野角状態から広視野角状態へ迅速に変化させることができる。 20

【 0 0 5 3 】

図 1 1 A は、制御装置 2 による印加電圧のフィードバック制御の例を示す。図 1 1 A は、特定期間における、経過時間と印加電圧との関係を示すグラフと、経過時間と透過率との関係を示すグラフとを示す。両グラフの時間軸は一致している。印加電圧のグラフにおける実線 3 1 2 は、制御装置 2 によってフィードバック制御されている印加電圧を示す。透過率のグラフにおける実線 5 2 5 は、印加電圧 3 1 2 による透過率応答特性を示す。

【 0 0 5 4 】

制御装置 2 は、狭視野角状態から広視野角状態に変化させるため、時刻 T_0 で、光線方向制御パネル 1 0 に対して正の電圧値 V_1 (第 1 電圧値の直流電圧) を印加し始める。制御装置 2 は、時刻 $T_1 A$ において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を測定する。時刻 $T_1 A$ において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置 2 は、印加電圧 V_1 を維持する。 30

【 0 0 5 5 】

制御装置 2 は、透過光輝度の目標値を表す情報を予め保持している。目標値を表す情報は、例えば、目標とする透過光輝度測定値を直接に示してもよく、目標透過率によって透過光輝度の目標値を表してもよい。制御装置 2 は、透過光輝度の測定値と光源の輝度値から光線方向制御パネル 1 0 の透過率を計算し、その値と目標透過率とを比較する。このように、光線方向制御パネル 1 0 の透過率を計算することで、透過光輝度が目標値に達しているか判定することができる。この点は、他のフィードバックの例において同様である。 40

【 0 0 5 6 】

図 1 1 A の例において、印加電圧の破線 3 1 1 とした場合の測定した透過光輝度は目標値未満である。制御装置 2 は、印加電圧のグラフにおいて実線 3 1 2 が示すように、印加電圧値を V_1 から V_2 に増加させる。例えば、電圧値 V_1 及び V_2 は、それぞれ、+ 5 V 及び + 1 0 V である。

【 0 0 5 7 】

印加電圧 3 1 2 による透過率応答特性 5 2 5 において、透過率が時刻 T_0 から時刻 $T_1 A$ まで増加し、時刻 $T_1 A$ からその増加率が増加する。これは、印加電圧の電圧値 V_1 から電圧値 V_2 への増加に起因する。透過率応答特性 5 2 5 は、時刻 T_1 において、所望の透過率応答特性 5 2 1 の透過率 TR_0 に達している。 50

【 0 0 5 8 】

このように、光線方向制御パネル 1 0 の測定した透過光輝度が所定の値に達していない場合に印加電圧を増加させことにより、消費電力を抑制しつつ、透過率の応答を速めることができる。

【 0 0 5 9 】

制御装置 2 は、透過光輝度の測定結果に基づいて、増加させる電圧を決定してもよい。制御装置 2 は、透過光輝度測定値と増加後の印加電圧値 V_2 とを関連付ける情報を持っている。例えば、制御装置 2 は、透過光輝度測定値と目標値との間の差分と、印加電圧値 V_1 からの増加電圧値との関係を示す、関数又はテーブルを有する。制御装置 2 は、この情報に従って、印加電圧値 V_2 を決定する。より低い透過光輝度測定値に対して、より高い印加電圧値 V_2 が割り当てられる。

10

【 0 0 6 0 】

具体的な例として、図 1 1 B に L U T を示すと共に、その動作を説明する。図 1 1 B の透過光輝度率は、時刻 $T_1 A$ 透過光輝度値を目標輝度値で除算したものである。透過光輝度率が小さいほど目標値から乖離していることを示している。図 1 1 A の例では、この値 A が 2 0 % で有ったとすると、図 1 1 B の L U T から、追加の増加電圧値は 5 V と算出される。これによって、増加分を制御装置 2 は算出して上乗せし、透明電極 1 2、1 5 間の電圧が印加される。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は、制御装置 2 による印加電圧のフィードバック制御の他の例を示す。図 1 2 は、特定期間における、経過時間と印加電圧との関係を示すグラフと、経過時間と透過率との関係を示すグラフとを示す。両グラフの時間軸は一致している。印加電圧のグラフに実線 3 1 3 は、制御装置 2 によってフィードバック制御されている印加電圧を示す。透過率のグラフにおける実線 5 2 6 は、印加電圧 3 1 3 による透過率応答特性を示す。

20

【 0 0 6 2 】

制御装置 2 は、狭視野角状態から広視野角状態に変化させるため、時刻 T_0 で、光線方向制御パネル 1 0 に対して正の電圧値 V_1 を印加し始める。制御装置 2 は、時刻 $T_1 A$ において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を測定する。透過光輝度は例えば輝度で表わされる。時刻 $T_1 A$ において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置 2 は、印加電圧値 V_1 を維持する。

30

【 0 0 6 3 】

図 1 2 の例において、測定した透過光輝度が目標値未満である。制御装置 2 は、印加電圧のグラフにおいて実線 3 1 3 が示すように、印加電圧を振動させる。制御装置 2 は、時刻 T_0 から時刻 $T_1 A$ まで直流電圧を光線方向制御パネル 1 0 に与え、時刻 $T_1 A$ から時刻 T_1 まで、負電圧を含む交流電圧を光線方向制御パネル 1 0 に与える。時刻 T_1 以降は、一定電圧が維持される。

【 0 0 6 4 】

図 1 2 の例において、時刻 $T_1 A$ から時刻 T_1 まで印加される電圧 3 1 3 は、振幅 V_1 の非正弦波交流電圧である。具体的には、印加電圧 3 1 3 は、矩形波であり、正電圧値 V_1 である期間と負電圧値 $-V_1$ である期間が交互に連続している。図 1 2 の例において正電圧値 V_1 である期間と負電圧値 $-V_1$ である期間とは同一である。これらは異なってもよく、例えば、負電圧値 $-V_1$ の期間が正電圧値 V_1 の期間より短くてもよい。

40

【 0 0 6 5 】

印加電圧 3 1 3 は、矩形波と異なる非正弦波交流であってよく、正弦波交流であってもよい。電圧の最大値と最小値の絶対値が異なってもよく、例えば、最小値の絶対値が最大値の絶対値より小さくてもよい。なお、本開示において、交流電圧の振幅は、平均値と最大値又は最小値と差である。

【 0 0 6 6 】

電気泳動粒子 1 4 0 は、負電圧値 $-V_1$ の期間において、正電圧値 V_1 の期間における方向と逆向きに動くことによって、透過率 5 2 6 は一旦減少する。その後、電気泳動粒子

50

140が、この動作によって動きやすくなり、次の正電圧Vの印加によって電気泳動粒子140がより速く動くことが可能となり、透過率526の増加も速くなる。このように交流電圧の印加により、透過率応答特性を改善できる。

【0067】

制御装置2は、透過光輝度の測定結果に基づいて、交流電圧の振幅を決定してもよい。制御装置2は、透過光輝度測定値と交流電圧の振幅とを関連付ける情報を持っている。例えば、制御装置2は、透過光輝度測定値と目標値との間の差分と、振幅の増加量との関係を示す、関数又はテーブルを有する。制御装置2は、この情報に従って、交流電圧の振幅を決定する。より低い透過光輝度測定値に対して、より大きな振幅が割り当てられる。

【0068】

図13は、制御装置2による印加電圧のフィードバック制御の他の例を示す。図13は、特定期間における、経過時間と印加電圧の関係314を示す。本例において、制御装置2は、光線方向制御パネル10の透過光輝度を2回測定し、それらの測定結果に基づいて印加電圧を決定する。

【0069】

より具体的には、制御装置2は、狭視野角状態から広視野角状態に変化させるため、時刻T0で、光線方向制御パネル10に対して正の電圧値V1を印加し始める。制御装置2は、時刻T1Aにおいて光線方向制御パネル10の透過光輝度を測定する。時刻T1Aにおいて光線方向制御パネル10の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置2は、印加電圧値V1を維持する。

【0070】

図13の例において、測定した透過光輝度が目標値未満である。制御装置2は、印加電圧をV1（第1電圧値）からV2（第2電圧値）に増加させる。例えば、電圧値V1及びV2は、それぞれ、+5V及び+10Vである。

【0071】

制御装置2は、時刻T1Bにおいて光線方向制御パネル10の透過光輝度を測定する。時刻T1Bにおいて光線方向制御パネル10の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置2は、印加電圧値V2を維持する。図13の例において、測定した透過光輝度が目標値未満である。制御装置2は、印加電圧をV2からV3に増加させる。例えば、電圧値V3は、+15Vである。その後、印加電圧はV3に維持される。

【0072】

上述のように、光線方向制御パネル10の透過光輝度を複数回測定し、各測定において、測定結果が目標値未満である場合に、印加電圧を増加させる。これにより、消費電力を抑制しつつ、より迅速に透過率が所望値に達するようにすることができる。透過光輝度の測定回数は2より多くてもよい。

【0073】

図11Aを参照して説明したように、制御装置2は、各測定において、透過光輝度の測定結果に基づいて、電圧の増加量を決定してもよい。より低い透過光輝度測定値に対して、より大きな増加量が割り当てられる。

【0074】

図14は、制御装置2による印加電圧のフィードバック制御の他の例を示す。図14は、特定期間における、経過時間と印加電圧の関係315を示す。本例において、制御装置2は、光線方向制御パネル10の透過光輝度を2回測定し、それらの測定結果に基づいて交流電圧の振幅を決定する。

【0075】

制御装置2は、狭視野角状態から広視野角状態に変化させるため、時刻T0で、光線方向制御パネル10に対して正の電圧値V1を印加し始める。制御装置2は、時刻T1Aにおいて光線方向制御パネル10の透過光輝度を測定する。時刻T1Aにおいて光線方向制御パネル10の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置2は、印加電圧値V1を維持する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

図 1 4 の例において、測定した透過光輝度が目標値未満である。制御装置 2 は、印加電圧を振動させる。制御装置 2 は、時刻 T 0 から時刻 T 1 A まで直流電圧を光線方向制御パネル 1 0 に与え、時刻 T 1 A から時刻 T 1 まで、負電圧を含む交流電圧を光線方向制御パネル 1 0 に与える。交流電圧は矩形波であり、最大値が V 1、最小値 - V 1 である。振幅は V 1 である。

【 0 0 7 7 】

制御装置 2 は、時刻 T 1 B において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を測定する。時刻 T 1 B において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置 2 は、振幅 V 1 の交流電圧を維持する。

10

【 0 0 7 8 】

図 1 4 の例において、測定した透過光輝度が目標値未満である。したがって、制御装置 2 は、交流電圧の振幅を増加させる。図 1 4 の例において、振幅は V 1 から V 2 に増加される。V 1 は例えば + 5 V、V 2 は例えば + 1 0 V である。制御装置 2 は、時刻 T 1 B から時刻 T 1 まで、振幅 V 2 の矩形波を光線方向制御パネル 1 0 に与え、時刻 T 1 から直流電圧値 V 2 を与える。

【 0 0 7 9 】

上述のように、光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を複数回測定し、各測定において、測定結果が目標値未満である場合に、交流電圧振幅を増加させる。これにより、消費電力を抑制しつつ、より迅速に透過率が所望値に達するようにすることができる。透過光輝度の測定回数は 2 より多くてもよい。

20

【 0 0 8 0 】

図 1 2 を参照して説明したように、制御装置 2 は、各測定において、透過光輝度の測定結果に基づいて、振幅の増加量を決定してもよい。より低い透過光輝度測定値に対して、より大きい増加量が割り当てられる。

【 0 0 8 1 】

[光センサの配置]

図 1 5 は、光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を測定するため光センサの配置の例を示す。図 1 5 が示す表示装置は、表示パネル 5 及び表示パネル 5 の前に配置された光線方向制御パネル 1 0 を含む。光センサ 7 1 は、光線方向制御パネル 1 0 の前面に配置されている。光センサ 7 1 の受光面は、後側を向いている、つまり、光線方向制御パネル 1 0 の主面に向いている。

30

【 0 0 8 2 】

光センサ 7 1 は、表示パネル 5 から光線方向制御パネル 1 0 を通過した光を測定する。つまり、光センサ 7 1 は、表示パネル 5 からの光の光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を測定する。

【 0 0 8 3 】

図 1 5 に示す例において、光センサ 7 1 は、平面視において、表示パネル 5 の表示領域 5 6 の外側に配置されている。これにより、光センサ 7 1 が表示画像の妨げとなることを避けることができる。図 1 5 に示す例において、光センサ 7 1 は、平面視において、光線方向制御パネル 1 0 の光線方向制御領域 1 0 5 内に配置されている。光線方向制御領域 1 0 5 は、通過する光の角度範囲を制御できる領域である。光センサ 7 1 は、光線方向制御領域 1 0 5 の外側に配置されていてもよい。

40

【 0 0 8 4 】

例えば、制御装置 2 は、光センサ 7 1 が測定した光量から、光線方向制御パネル 1 0 の透過率を計算する。制御装置 2 は、上位制御装置から取得した表示パネル 5 の輝度の情報と、光センサ 7 1 の測定値とから、光線方向制御パネル 1 0 の透過率を計算する。表示パネル 5 の輝度の情報は、例えば、表示領域 5 6 全体又は表示領域 5 6 内の所定の部分領域の輝度の平均値である。

【 0 0 8 5 】

50

他の例において、測定用光源が、表示パネル 5 内又は表示パネル 5 と光線方向制御パネル 10 との間に配置されてもよい。光センサ 71 は、光線方向制御パネル 10 を通過した測定用光源からの光を測定する。測定用光源の輝度は予め知られているため、制御装置 2 は、光センサ 71 の測定値と目標値との関係を容易に特定することができる。光線方向制御装置 1 は複数の光センサを含んでもよい。制御装置 2 は、複数の光センサの測定結果の平均値に基づき、光線方向制御パネル 10 への印加電圧を制御する。これにより、より正確な制御が可能となる。

【0086】

図 16 は、光線方向制御パネル 10 の透過光輝度を測定するため光センサの配置の他の例を示す。図 16 が示す表示装置は、バックライト 81、バックライトの前側に配置されている表示パネル 5、及び、バックライト 81 と表示パネル 5 との間に配置された光線方向制御パネル 10 を含む。

10

【0087】

表示パネル 5 は、バックライト 81 から光の透過を制御することで画像を表示する表示パネルであり、例えば、液晶表示パネルである。光線方向制御パネル 10 は、バックライト 81 からの光の角度範囲を制御することで、表示パネル 5 の視野角を制御する。

【0088】

光センサ 71 は、光線方向制御パネル 10 の前面に配置されている。光センサ 71 の受光面は、後側を向いている、つまり、光線方向制御パネル 10 の主面に向いている。光センサ 71 は、バックライト 81 から光線方向制御パネル 10 を通過した光を測定する。つまり、光センサ 71 は、バックライト 81 からの光の光線方向制御パネル 10 の透過光輝度を測定する。

20

【0089】

図 16 に示す例において、光センサ 71 は、平面視において、表示パネル 5 の表示領域 56 の外側に配置されている。これにより、光センサ 71 が表示画像の妨げとなることを避けることができる。図 16 に示す例において、光センサ 71 は、平面視において、光線方向制御パネル 10 の光線方向制御領域 105 内に配置されている。光センサ 71 は、光線方向制御領域 105 の外側に配置されていてもよい。

【0090】

バックライト 81 の輝度が一定である場合、制御装置 2 は、例えば、光センサ 71 の測定値と予め設定されている目標値とを直接に比較し、その比較結果に基づき光線方向制御パネル 10 の電圧を制御してよい。バックライト 81 の輝度が可変である場合、制御装置 2 は、例えば、上位制御装置から取得したバックライト 81 の輝度の情報と、光センサ 71 の測定値とから、光線方向制御パネル 10 の透過率を計算する。制御装置 2 は、計算した透過率と目標値とを比較する。バックライト 81 の輝度が一定である場合、制御装置 2 は、透過率を計算してもよい。

30

【0091】

[回路構成]

図 17 は、光線方向制御装置 1 の回路構成例を模式的に示す。光線方向制御装置 1 は、複数の光センサ 71 を含む。図 17 において、一つの光センサのみが、例として、符号 71 で指示されている。制御回路 4 は、コントローラ 41 及びルックアップテーブル (LUT) 42 を含む。電源回路 3 は、D/A コンバータ 31 を含む。D/A コンバータ 31 の出力は、透明電極 15 に与えられる。電源回路 3 は、透明電極 12 に、基準電位としてグランド電位を与える。

40

【0092】

光センサ 71 は、それぞれ、光線方向制御パネル 10 の透過光を測定する。コントローラ 41 は、ルックアップテーブル 42 が示す情報と光センサ 71 の測定値とに基づいて、透明電極 15 に与える電位を決定し、それを示すデータを D/A コンバータ 31 へ入力する。D/A コンバータ 31 は、コントローラ 41 に指示された電位を透明電極 15 に与える。本例において透明電極 12 はグランド電位であり、透明電極 15 の電位は、透明電極 12

50

と 1 5 との間の電圧に一致する。

【 0 0 9 3 】

具体的な動作としては、制御回路 4 は、複数の光センサ 7 1 から得られた測定値から、例えば平均値を算出する。そして、コントローラ 4 1 は、平均値を基に L U T 4 2 を参照し、平均値に対応する透明電極 1 5 に与える電位値を決定し、電源回路 3 へ電位値信号を送信する。電源回路 3 は電位値信号に基づき D A コンバータ 3 1 から電位を出力し、光線方向制御パネル 1 0 の透明電極 1 5、1 2 の間に電圧を与える。

【 0 0 9 4 】

ルックアップテーブル 4 2 は、光センサ 7 1 の測定値から透明電極 1 5 に与える電位を決定するための情報を示す。図 1 1 A を参照して説明した例において、ルックアップテーブル 4 2 は、例えば、透過率測定値と目標値との差のレンジと光線方向制御パネル 1 0 に与える電圧との関係を示す。図 1 2 を参照して説明した例において、ルックアップテーブル 4 2 は、例えば、透過率測定値と目標値との差のレンジと光線方向制御パネル 1 0 に与える交流電圧の振幅との関係を示す。

10

【 0 0 9 5 】

図 1 3 を参照して説明した例において、ルックアップテーブル 4 2 は、例えば、透過輝度の各測定における、透過率測定値と目標値との差のレンジと光線方向制御パネル 1 0 に与える電圧の増加量との関係を示す。図 1 4 を参照して説明した例において、ルックアップテーブル 4 2 は、例えば、透過輝度の各測定における、透過率測定値と目標値との差のレンジと光線方向制御パネル 1 0 に与える交流電圧の振幅の増加量との関係を示す。

20

【 0 0 9 6 】

なお、ルックアップテーブル 4 2 に代えて、コントローラ 4 1 が、ルックアップテーブル 4 2 が示す情報を内部に保持してもよい。情報は、例えば、テーブル形式又は関数で示される。ルックアップテーブル 4 2 は、マニファクチャラ又はユーザによる外部からの指示によって更新可能であってもよい。電源回路 3 は、D A コンバータ 3 1 に代えて、複数の電位を与える分圧回路と、一つの電位を選択するセレクタとを含んでもよい。コントローラ 4 1 は、セレクタを制御することで、透明電極 1 5 に与える電位を選択する。

【 0 0 9 7 】

図 1 7 に示す例において、透明電極 1 2 の電位は一定である。これと異なり、コントローラ 4 1 は、透明電極 1 2 及び 1 5 の双方の電位を、光線方向制御パネル 1 0 の透過光に基づいて変化させてもよい。電気泳動粒子 1 4 0 の振る舞いは、透明電極 1 2 及び 1 5 の間の電圧で決まる。

30

【 0 0 9 8 】

< 実施形態 2 >

[温度に基づく印加電圧のフィードバック制御]

以下において、温度に基づく印加電圧のフィードバック制御を説明する。図 1 8 は、温度を測定するため温度センサ 7 5 を含む表示装置の構成例を示す。以下においては、図 1 5 に示す構成の相違点を主に説明する。温度センサ 7 5 は、光線方向制御パネル 1 0 の前面に配置されて、光線方向制御パネル 1 0 を介して環境温度を測定することができる。

【 0 0 9 9 】

40

図 1 8 に示す例において、温度センサ 7 5、平面視において、表示領域 5 6 及び光線方向制御領域 1 0 5 の外側に配置されている。これにより、温度センサ 7 5 が表示画像の妨げとなることを避けることができる。温度センサ 7 5 は、光線方向制御領域 1 0 5 の内側に配置されていてもよい。温度センサ 7 5 は、任意の位置に配置されて環境温度を測定することができる。典型的には、温度センサ 7 5 は、光線方向制御領域 1 0 5 の近傍に配置される。

【 0 1 0 0 】

図 1 9 は、光線方向制御装置 1 の回路構成例を模式的に示す。以下においては、図 1 7 に示す構成例との相違点を主に説明する。光線方向制御装置 1 は、温度センサ 7 5 を含む。光線方向制御装置 1 に含まれる温度センサ 7 5 の数は 1 であるが、光線方向制御装置 1

50

は、複数の温度センサを含んでもよい。コントローラ 41 は、例えば、複数の温度センサの測定温度の平均値を使用することができる。

【0101】

温度センサ 75 は、その周囲の温度を測定する。コントローラ 41 は、ルックアップテーブル 43 が示す情報、光センサ 71 及び温度センサ 75 の測定値に基づいて、透明電極 15 に与える電位を決定し、それを示すデータを DA コンバータ 31 へ入力する。

【0102】

上述のように、温度の低下に伴い、印加電圧に対する光線方向制御パネル 10 の応答速度は遅くなる。コントローラ 41 は、温度センサ 75 の測定温度が低い程、高い電圧を光線方向制御パネル 10 に与える。例えば、ルックアップテーブル 43 は、複数の温度レンジそれぞれにおいて、光センサ 71 の測定値から透明電極 15 に与える電位を決定するための情報を示す。

10

【0103】

コントローラ 41 は、温度センサ 75 の測定温度が含まれる温度レンジを決定し、当該温度レンジの情報をルックアップテーブル 43 において参照する。例えば、図 11A 又は図 13 を参照して説明した例において、温度レンジが低い程、時刻 T1A 及び T1B における電圧の増加率が大きい。

【0104】

図 11A を参照して説明した例において、例えば、温度レンジそれぞれに対して、時刻 T0 で印加する電圧値及び時刻 T1A で透過光輝度が目標値に達していない場合の印加電圧（例えば印加電圧の増加量によって）を示す。コントローラ 41 が透過光輝度測定値に応じて時刻 T1A での印加電圧を制御する場合、ルックアップテーブル 43 は、温度レンジそれぞれにおいて、透過光輝度測定値に応じた印加電圧の増加量を決定するための情報、例えば透過率と印加電圧増加量を関連付ける情報を示す。

20

【0105】

図 13 を参照して説明した例において、例えば、温度レンジそれぞれに対して、時刻 T0 で印加する電圧値、時刻 T1A で透過光輝度が目標値に達していない場合の印加電圧（印加電圧の増加量）、及び、時刻 T1B で透過光輝度が目標値に達していない場合の印加電圧（印加電圧の増加量）、を示す。コントローラ 41 が透過光輝度測定値に応じて時刻 T1A での印加電圧を制御する場合、ルックアップテーブル 43 は、温度レンジそれぞれにおいて、透過光輝度測定値に応じた印加電圧の増加量を決定するための情報を示す。

30

【0106】

図 12 又は図 14 を参照して説明した例において、温度レンジが低い程、交流電圧の振幅の増加率が大きい。図 12 を参照して説明した例において、例えば、温度レンジそれぞれに対して、時刻 T1A で透過光輝度が目標値に達していない場合に与えられる交流電圧の振幅を（例えば時刻 T0 の印加電圧からの変化量によって）示す。コントローラ 41 が透過光輝度測定値に応じて振幅を制御する場合、ルックアップテーブル 43 は、温度レンジそれぞれにおいて、透過光輝度測定値に応じた振幅を決定するための情報、例えば透過率と振幅を関連付ける情報を示す。

【0107】

40

図 14 を参照して説明した例において、例えば、温度レンジそれぞれに対して、時刻 T1A で透過光輝度が目標値に達していない場合に与えられる交流電圧の振幅、及び、時刻 T1B で透過光輝度が目標値に達していない場合に与えられる交流電圧の振幅、を示す。コントローラ 41 が透過光輝度測定値に応じて振幅を制御する場合、ルックアップテーブル 43 は、温度レンジそれぞれにおいて、時刻 T1A 及び T1B において透過光輝度測定値に応じた振幅を決定するための情報を示す。

【0108】

このように、光センサによる測定値に加え、温度センサによる測定値に基づいて光線方向制御パネルを制御することで、より迅速に狭視野角状態から広視野角状態に光線方向制御パネルを変化させることができる。

50

【 0 1 0 9 】

< 実施形態 3 >

[セグメント電極]

以下において、透明基板上に個別制御可能な複数の透明セグメント電極を含む光線方向制御装置の構成例を説明する。図 2 0 は、光線方向制御パネル 1 0 上の対向する対向電極の構成例の斜視図である。一つのシート状の透明電極 1 2 と、複数の透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D (複数の第 1 透明電極) が対向している。透明電極 1 2 は透明基板 1 1 上に配置され、透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D は、透明基板 1 6 上に配置される。透明セグメント電極及び透明セグメント電極に対向する透明電極 1 2 の部分、並びにこれらに挟まれている領域からなる部分をセグメントと呼ぶ。セグメントは、対向する透明電極からなる透明電極ペアと、透明電極ペアに挟まれる領域からなる。透明電極 1 2 の部分も一つの透明電極と見ることができる。

10

【 0 1 1 0 】

図 2 0 において、X 軸及び Y 軸は、透明基板 1 1 及び 1 6 の主面に沿っており、互いに直交している。Z 軸は、透明基板 1 1 及び 1 6 の主面の法線にそっており、X 軸及び Y 軸に直交している。

【 0 1 1 1 】

透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D は、それぞれ、Y 軸に沿って延びる短冊状である。透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D は、分離されており、X 軸に沿って配列されている。透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D は、それぞれ、透明電極 1 2 に対向している。各透明セグメント電極と透明電極 1 2 との間に、複数の光透過領域 1 3 及び光吸収領域 1 4 が存在する。

20

制御装置 2 は、透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D それぞれに、個別に電位を与えることができる。電源回路 3 と透明セグメント電極 1 5 A ~ 1 5 D それぞれが、異なる配線により接続されている。

【 0 1 1 2 】

図 2 1 は、光線方向制御パネル 1 0 の透過光を測定するための光センサと測定用光源の配置の例を示す平面図である。光線方向制御装置 1 は、複数の光センサ 7 1 A ~ 7 1 D 及び複数の測定用光源 7 8 A ~ 7 8 D を含む。複数の光センサ 7 1 A ~ 7 1 D は X 軸に沿って配列され、複数の測定用光源 7 8 A ~ 7 8 D は X 軸に沿って配列されている。

30

【 0 1 1 3 】

光センサ 7 1 A 及び測定用光源 7 8 A は、Y 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 1 5 A を挟むように配置されている。光センサ 7 1 A 及び測定用光源 7 8 A は、透明セグメント電極 1 5 A と透明電極 1 2 との間の透過光を測定する。光センサ 7 1 B 及び測定用光源 7 8 B は、Y 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 1 5 B を挟むように配置されている。光センサ 7 1 B 及び測定用光源 7 8 B は、透明セグメント電極 1 5 B と透明電極 1 2 との間の透過光を測定する。

【 0 1 1 4 】

光センサ 7 1 C 及び測定用光源 7 8 C は、Y 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 1 5 C を挟むように配置されている。光センサ 7 1 C 及び測定用光源 7 8 C は、透明セグメント電極 1 5 C と透明電極 1 2 との間の透過光を測定する。光センサ 7 1 D 及び測定用光源 7 8 D は、Y 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 1 5 D を挟むように配置されている。光センサ 7 1 D 及び測定用光源 7 8 D は、透明セグメント電極 1 5 D と透明電極 1 2 との間の透過光を測定する。

40

【 0 1 1 5 】

図 2 2 A 及び図 2 2 B は、図 2 1 の X X I I - X X I I 切断線における断面図である。図 2 2 A は狭視野角状態を示し、図 2 2 B は広視野角状態を示す。光センサ 7 1 D の受光面は測定用光源 7 8 D の光出射面は対向しており、Z 軸に沿って透明セグメント電極 1 5 D と透明電極 1 2 との間に位置する。

【 0 1 1 6 】

50

光センサ 71D は、測定用光源 78D からの光のうち、透明セグメント電極 15D と透明電極 12 との間を Y 軸に沿って透過した光を測定する。測定される光は、透明基板 11 及び 16 の主面に沿って進み、測定される。透過光輝度は、透明セグメント電極 15D と透明電極 12 との間の電気泳動粒子 140 の分布状態により変化する。制御装置 2 は、光センサ 71D の測定値により、透明セグメント電極 15D と透明電極 12 との間の透過率を知ることができる。

【0117】

光センサ 71A 及び測定用光源 78A のペア、光センサ 71B 及び測定用光源 78B のペア、並びに、光センサ 71C 及び測定用光源 78C のペアに対して、同様に説明が適用できる。制御装置 2 は、これらペアの測定値から、それぞれ、透明セグメント電極 15A と透明電極 12 との間の透過率、透明セグメント電極 15B と透明電極 12 との間の透過率、及び透明セグメント電極 15C と透明電極 12 との間の透過率を、知ることができる。

10

【0118】

制御装置 2 は、光センサ 71A ~ 71D の測定値に基づき、透明セグメント電極 15A ~ 15D へ与える電位をそれぞれ個別に制御する。これにより、光線方向制御パネル 10 のセグメントそれぞれを制御することが可能となる。各セグメントの制御は、図 11A から 14 を参照して説明した制御を適用することができ、各セグメントに対して制御情報が用意される。

【0119】

測定用光源 78A ~ 78D は、例えば、赤外線又は紫外線を出力する LED である。可視光域外の光を使用することで、測定用光源 78A ~ 78D からの光がユーザに視認されることを避けることができる。これは、測定用光源を使用する任意の態様に適用できる。

20

【0120】

制御装置 2 は、測定用光源 78A ~ 78D の出力を変調してもよい。例えば、制御装置 2 は、測定用光源 78A ~ 78D が所定周波数のパルス光を出力するように、制御する。制御装置 2 は、光センサ 71A ~ 71D の受光信号のフィルタリングすることで、測定用光源 78A ~ 78D からの光の受光信号を抽出する。これにより、環境光の影響を低減し、測定用光源 78A ~ 78D からの光をより適切に測定することができる。また、このような測定用光源 78A ~ 78D の出力の変調と共に、そのパルス光の発光時間を短くすれば、可視光を出力する LED を用いることもできる。

30

【0121】

図 23 は、光線方向制御パネル 10 の透明セグメント電極、光センサ及び測定用光源の配置の他の例を示す平面図である。図 21 との相違点を主に説明する。図 23 の構成例において、透明セグメント電極 15A ~ 15D は、それぞれ、X 軸に沿って延びる短冊状である。透明セグメント電極 15A ~ 15D は、分離されており、Y 軸に沿って配列されている。

制御装置 2 は、透明セグメント電極 15A ~ 15D それぞれに、個別に電位を与えることができる。電源回路 3 と透明セグメント電極 15A ~ 15D それぞれが、異なる配線により接続されている。

【0122】

40

複数の光センサ 71A ~ 71D は Y 軸に沿って配列され、複数の測定用光源 78A ~ 78D は Y 軸に沿って配列されている。光センサ 71A 及び測定用光源 78A は、X 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 15A を挟むように配置されている。光センサ 71A 及び測定用光源 78A は、透明セグメント電極 15A と透明電極 12 との間の透過光を測定する。光センサ 71B 及び測定用光源 78B は、X 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 15B を挟むように配置されている。光センサ 71B 及び測定用光源 78B は、透明セグメント電極 15B と透明電極 12 との間の透過光を測定する。

【0123】

光センサ 71C 及び測定用光源 78C は、X 軸に沿って対向し、平面視において、透明

50

セグメント電極 15 C を挟むように配置されている。光センサ 71 C 及び測定用光源 78 C は、透明セグメント電極 15 C と透明電極 12 との間の透過光を測定する。光センサ 71 D 及び測定用光源 78 D は、X 軸に沿って対向し、平面視において、透明セグメント電極 15 D を挟むように配置されている。光センサ 71 D 及び測定用光源 78 D は、透明セグメント電極 15 D と透明電極 12 との間の透過光を測定する。

【0124】

透明セグメント電極の形状及びレイアウトは上記例に限定されない。透明セグメント電極の数は任意であり、透明セグメント電極が互いに異なる形状を有していてもよい。1 より多い光センサと測定用光源のペアが、一つのセグメントの透過光を測定してもよく、光センサと測定用光源の 1 つペアの測定結果により、複数透明セグメント電極を制御してもよい。透明基板 11 及び 16 上に分離された透明セグメント電極が配置されていてもよい。なお最小の組み合わせは、1 つのセグメントと、光センサと測定用光源のペアであり、図 21 を用いて説明すれば、透明電極 15 A 含む光線方向制御パネル 10 に対して、光センサ 71 A と測定用光源 78 A のペアのみで構成されてもよい。

【0125】

図 24 は、光線方向制御パネル 10 の透明セグメント電極の他の例を示す。一つのシート状の透明電極 12 (図 24 で不図示) と、複数の透明セグメント電極 551 からなる透明セグメント電極群 155 が対向している。透明電極 12 は透明基板 11 上に配置され、透明セグメント電極 551 は、透明基板 16 上に配置される。

【0126】

図 24 において、一つの透明セグメント電極のみが、例として、符号 551 で指示されている。なお、一枚のシート状の透明電極 12 に代えて、分離された複数の透明セグメント電極が透明基板 11 上に配置されていてもよい。透明基板 11 上の透明セグメント電極は、それぞれ、透明基板 16 上の透明セグメント電極 551 と対向する。

【0127】

透明セグメント電極 551 は、マトリックス状に配置されている。具体的には、X 軸に沿って 4 つの透明セグメント電極 551 が配列され、Y 軸に沿って 3 つの透明セグメント電極 551 が配列されている。透明セグメント電極 551、分離されており、それぞれ、透明電極 12 に対向している。各透明セグメント電極 551 と透明電極 12 との間に、複数の光透過領域 13 及び光吸収領域 14 が存在する。

【0128】

図 24 の例において、一つの測定用光源 78 及び光センサ 71 が、平面視において、透明セグメント電極群 155 を挟むように配置されている。光センサ 71 と測定用光源 78 とは、X 軸に沿って対向している。光センサ 71 及び測定用光源 78 は、透明セグメント電極群 155 と透明電極 12 との間の透過光を測定する。

【0129】

なお、光センサと測定用光源の複数のペアの測定結果の平均値を使用してもよい。光センサ 71 及び測定用光源 78 が他の位置に配置されてもよい。光センサ 71 は、図 15 又は 16 を参照して説明したように、光線方向制御パネル 10 の前面に設定され、測定用光源 78 は省略されていてもよい。

【0130】

電源回路 3 と透明セグメント電極 551 それぞれが、異なる配線により接続されている。制御装置 2 は、透明セグメント電極 551 それぞれに、個別に電位を与えることができる。制御装置 2 は、光センサ 71 の測定結果に応じて、透明セグメント電極 551 それぞれの電位を個別に制御する。

【0131】

透明セグメント電極 551 形状及びレイアウトは、図 24 に示す例に限定されない。透明セグメント電極 551 は任意の形状を有することができ、互いに異なる形状を有していてもよい。透明セグメント電極 551 はマトリックス状とは異なるレイアウトで配置されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

図 2 5 は、透明セグメント電極 5 5 1 それぞれへの印加電圧制御のための設定方法例を模式的に示す。当該設定方法は、透明セグメント電極 5 5 1 それぞれへの印加電圧制御のための情報を、ルックアップテーブル 4 4 に登録する。ルックアップテーブル 4 4 への登録は、例えば、制御装置 2 により実行されてもよく、光線方向制御装置 1 とは異なる外部の制御装置からの信号によって実行されてもよい。

【 0 1 3 3 】

本設定方法は、各セグメントの透過率応答を測定する (S 1 0)。具体的には、透明セグメント電極 1 5 5 から一つのセグメント (透明セグメント電極 5 5 1) を選択する。選択したセグメントを狭視野角状態にし、選択したセグメント以外のセグメントを広視野角状態にする。具体的には、選択したセグメントの透明セグメント電極 5 5 1 に 0 V を与え、それ以外の全ての透明セグメント電極 5 5 1 に所定電位、例えば、1 0 V を与える。透明電極 1 2 は、グランド電位に維持される。これにより、選択した透明セグメント電極 5 5 1 の選択した透明セグメント電極 5 5 1 以外の全てのセグメントを広視野角状態に維持する。

10

【 0 1 3 4 】

さらに、選択したセグメントを狭視野角状態から広視野角状態に変化させる。具体的には、選択したセグメントのセグメント電極 5 5 1 への印加電位を、0 V から所定電位、例えば、+ 5 V に上げる。印加電圧を + 5 V に上げた後の透過光を測定する。当該設定方法は、透明セグメント電極 5 5 1 を順次選択して、各セグメントの透過率応答を測定する。

20

【 0 1 3 5 】

次に、本設定方法は、測定結果を分析して各セグメントの設定値を決定する (S 2 0)。具体的には、印加電圧を + 5 V に増加してから所定時間が経過した時の各セグメントの透過輝度と閾値とを比較し、その差に基づいて、各セグメントへの印加電圧を決定する。例えば、図 1 1 A を参照して説明した例において、時刻 T 0 及び T 1 A それぞれでの印加電圧を決定し、図 1 2 を参照して説明した例において、時刻 T 0 で与える印加電圧及び交流電圧の振幅を決定する。

【 0 1 3 6 】

図 1 1 A を参照して説明した例を考える。例えば、透過輝度測定値が第 1 閾値に達している場合、時刻 T 0 の印加電圧 + 5 V に設定され、時刻 T 1 A での増加後の印加電圧は + 1 0 V に設定される。透過輝度測定値が閾値より小さく、その差が第 2 閾値より小さい場合、時刻 T 0 の印加電圧 + 6 V に設定され、時刻 T 1 A での増加後の印加電圧は + 1 1 V に設定される。透過輝度測定値が閾値より小さく、その差が第 2 閾値以上である場合、時刻 T 0 の印加電圧 + 7 V に設定され、時刻 T 1 A での増加後の印加電圧は + 1 2 V に設定される。

30

【 0 1 3 7 】

図 1 2 を参照して説明した例を考える。例えば、透過輝度測定値が第 1 閾値に達している場合、時刻 T 0 の印加電圧及び交流電圧の振幅は + 5 V に設定される。透過輝度測定値が閾値より小さく、その差が第 2 閾値より小さい場合、時刻 T 0 の印加電圧及び交流電圧の振幅は + 6 V に設定される。透過輝度測定値が閾値より小さく、その差が第 2 閾値以上の場合、時刻 T 0 の印加電圧及び交流電圧の振幅は + 7 V に設定される。

40

【 0 1 3 8 】

図 2 5 の例において、1 行 4 列のセグメント及び 2 行 2 列のセグメントの応答速度が遅い。1 行 4 列のセグメントに対して + 6 V が付与され、2 行 2 列のセグメントに対して + 7 V が付与される。他の全てのセグメントに対しては + 5 V が付与される。最後に、本設定方法は、決定した設定情報を制御装置 2 のルックアップテーブル 4 4 に登録する (S 3 0)。ルックアップテーブル 4 4 は、セグメントそれぞれの設定情報を格納する。

【 0 1 3 9 】

図 2 6 は、図 2 5 に示す方法により設定されたルックアップテーブル 4 4 に従った印加電圧のフィードバック制御の例を示す。図 1 1 A を参照して説明した例との相違点を主に

50

説明する。

【 0 1 4 0 】

印加電圧のグラフにおける実線 3 1 7、3 1 8、3 1 9 は、制御装置 2 によってフィードバック制御されている印加電圧を示す。印加電圧 3 1 8 は、図 2 5 の例における、1 行 4 列のセグメントへの印加であり、印加電圧 3 1 9 は、図 2 5 の例における、2 行 2 列のセグメントへの印加である。印加電圧 3 1 7 は、その他のセグメントへの印加である。

【 0 1 4 1 】

制御装置 2 は、狭視野角状態から広視野角状態に変化させるため、時刻 T 0 で、1 行 4 列のセグメントに対して + 6 V を印加し、2 行 2 列のセグメントに対して + 7 V を印加し、他のセグメントに対して + 5 V を印加する。制御装置 2 は、時刻 T 1 A において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度を測定する。時刻 T 1 A において光線方向制御パネル 1 0 の透過光輝度が目標値に達している場合、制御装置 2 は、各セグメントの印加電圧を維持する。

10

【 0 1 4 2 】

図 2 6 の例において、測定した透過光輝度が目標値未満である。制御装置 2 は、印加電圧のグラフにおいて実線 3 1 7、3 1 8、3 1 9 が示すように、各セグメントの印加電圧値を増加させる。制御装置 2 は、1 行 4 列のセグメントに対して + 1 1 V を印加し、2 行 2 列のセグメントに対して + 1 2 V を印加し、他のセグメントに対して + 1 0 V を印加する。

【 0 1 4 3 】

上述のように、セグメントの透過率応答特性の測定結果に応じた印加電圧を設定しておくことで、セグメント間の透過率応答特性を均等化することができる。

20

【 0 1 4 4 】

図 2 7 は、光線方向制御装置 1 の回路構成例を模式的に示す。図 1 7 に示す構成例との差異を主に説明する。光線方向制御装置 1 は、複数セグメントを個別に制御するための構成を含む。光線方向制御装置 1 は、複数の光センサ 7 1 それぞれとペアを構成する複数の測定用光源 7 8 を含む。図 2 7 において、一つの測定用光源のみが符号 7 8 で指示されている。コントローラ 4 1 は測定用光源 7 8 を制御する。

【 0 1 4 5 】

例えば、図 2 0 ~ 2 3 を参照して説明した例において、光センサ 7 1 と測定用光源 7 8 の各ペアが、各セグメントの透過光を測定する。図 2 4、2 5 及び 2 6 を参照して説明した例において、例えば、光センサ 7 1 と測定用光源 7 8 のペアの測定値の平均値が、印加電圧制御のために使用される。光センサ 7 1 及び測定用光源 7 8 それぞれの数は 1 であってもよい。

30

【 0 1 4 6 】

制御回路 4 は、ルックアップテーブル (L U T) 4 4 を含む。ルックアップテーブル 4 4 は、セグメントそれぞれの設定情報を格納している。電源回路 3 は、複数の D A コンバータ 3 1 を含む。図 2 7 において、一つの D A コンバータのみが符号 3 1 で指示されている。D A コンバータ 3 1 の出力は、それぞれ、対応する透明セグメント電極に与えられる。電源回路 3 は、透明電極 1 2 に、基準電位としてグランド電位を与える。

40

【 0 1 4 7 】

コントローラ 4 1 は、ルックアップテーブル (L U T) 4 4 を参照し、光センサ 7 1 の測定値に基づき、D A コンバータ 3 1 それぞれの出力を制御することで、セグメント (透明セグメント電極) それぞれの印加電圧を制御する。具体的な制御方法は、図 2 0 ~ 2 6 を参照して説明した。なお、D A コンバータ 3 1 に代えて、複数の電位を与える分圧回路と、セグメントそれぞれの電位を選択するセレクタとを含んでもよい。

【 0 1 4 8 】

以上、本開示の実施形態を説明したが、本開示が上記の構成例に限定されるものではない。当業者であれば、上記の構成例の各要素を、本開示の範囲において容易に変更、追加、変換することが可能である。ある構成例の一部を他の構成例の一部で置き換えることが

50

可能であり、ある構成例に他の構成例の一部を加えることも可能である。

【符号の説明】

【0149】

1 光線方向制御装置、2 制御装置、3 電源回路、4 制御回路、5 表示パネル、10 光線方向制御パネル、11、16 透明基板、12、15 透明電極、13 光透過領域、14 光吸収領域、15A - 15D 透明セグメント電極、17、18 絶縁膜
31 DAコンバータ、41 コントローラ、42、43、44 ルックアップテーブル、51 光源、56 表示領域、71 光センサ、75 温度センサ、78 測定用光源、81 バックライト、105 光線方向制御領域、111 出射面、140 電気泳動粒子、141 分散媒、155 透明セグメント電極群、161 入射面、551 透明セグメント電極

10

20

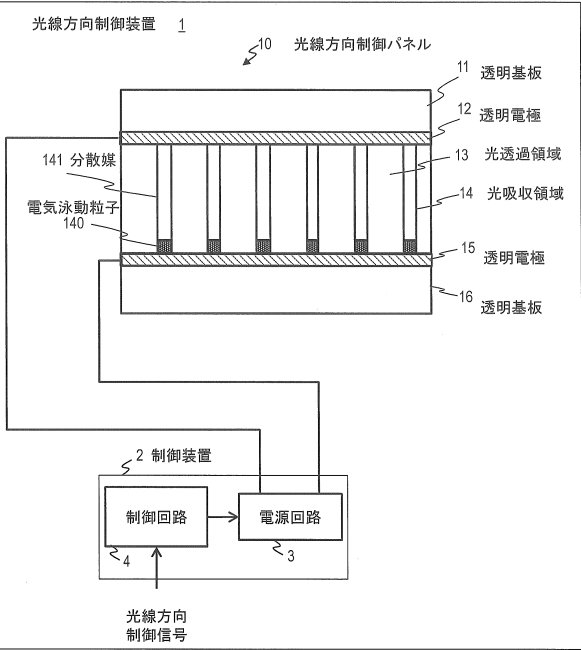
30

40

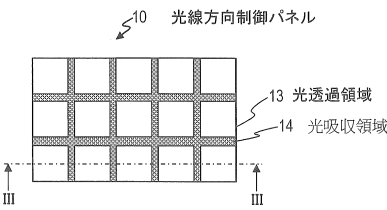
50

【図面】

【図 1】



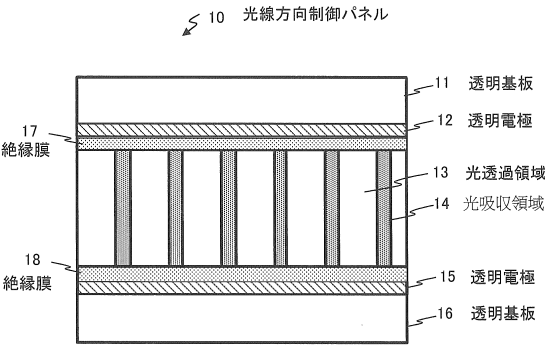
【図 2】



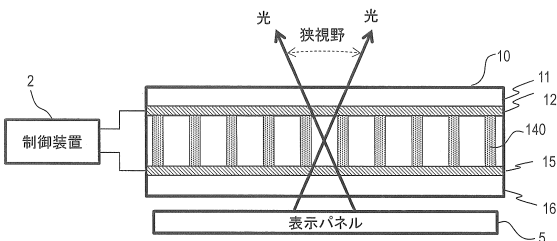
10

20

【図 3】



【図 4 A】

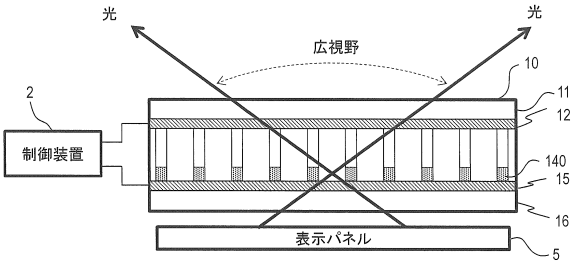


30

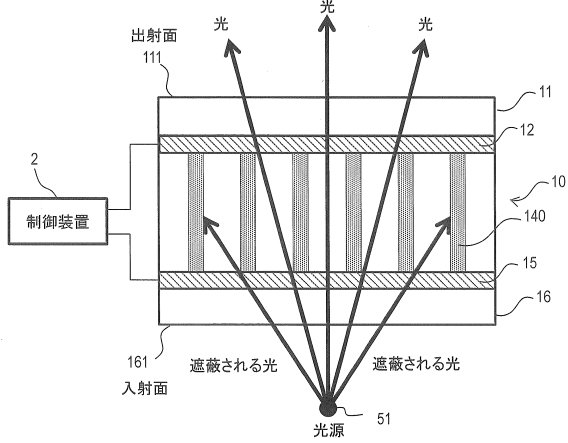
40

50

【図 4 B】

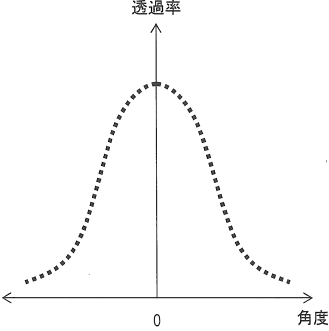


【図 5 A】

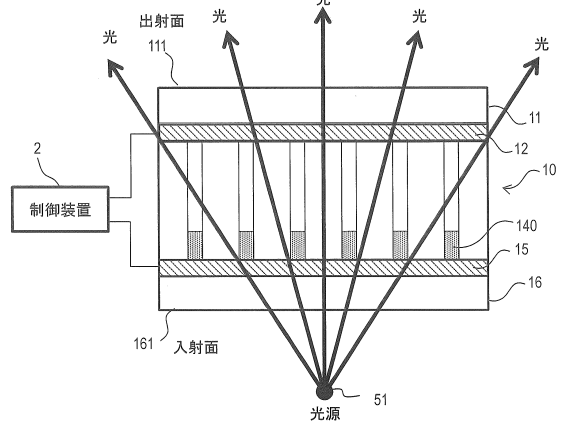


10

【図 5 B】



【図 6 A】



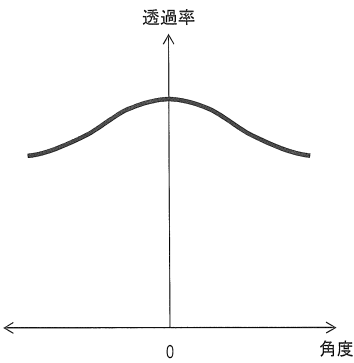
20

30

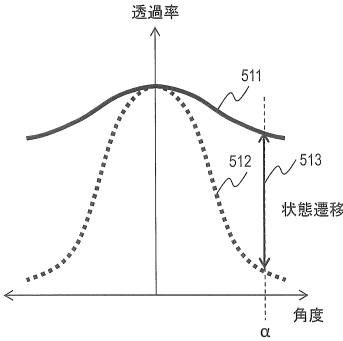
40

50

【図 6 B】

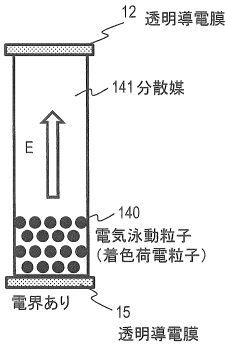


【図 7】

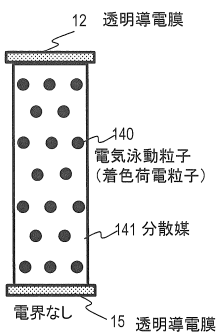


10

【図 8 A】



【図 8 B】



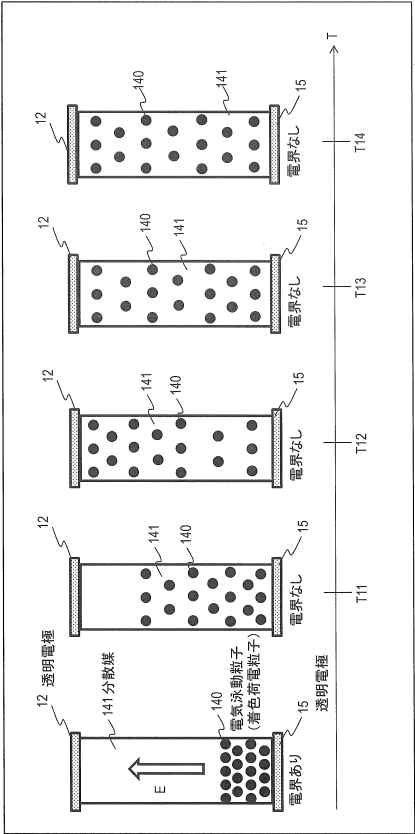
20

30

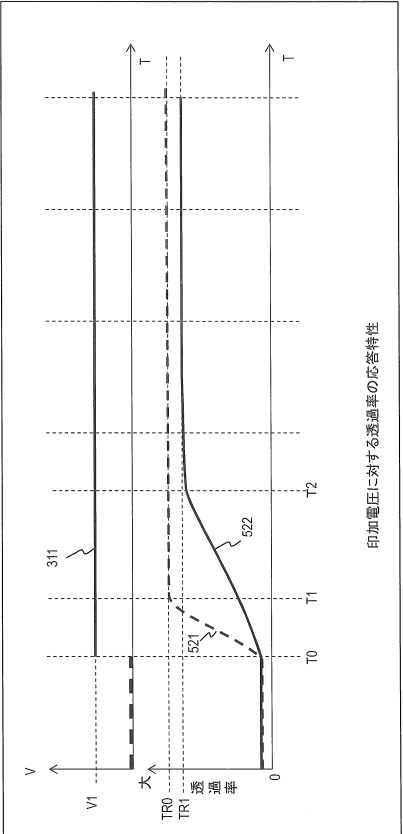
40

50

【図 9】



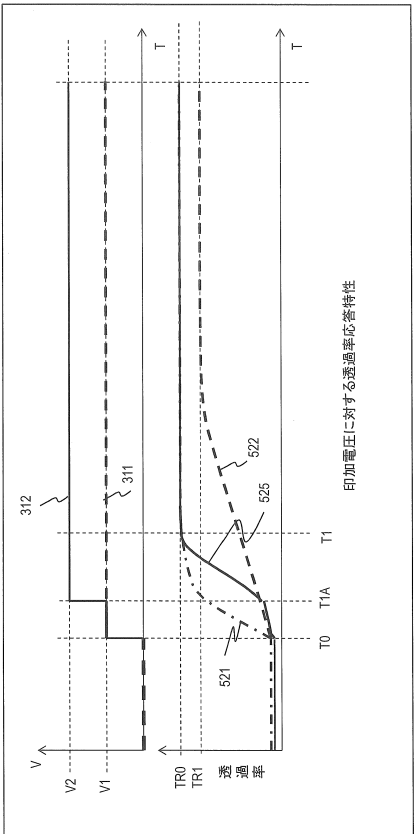
【図 10】



10

20

【図 11 A】



【図 11 B】

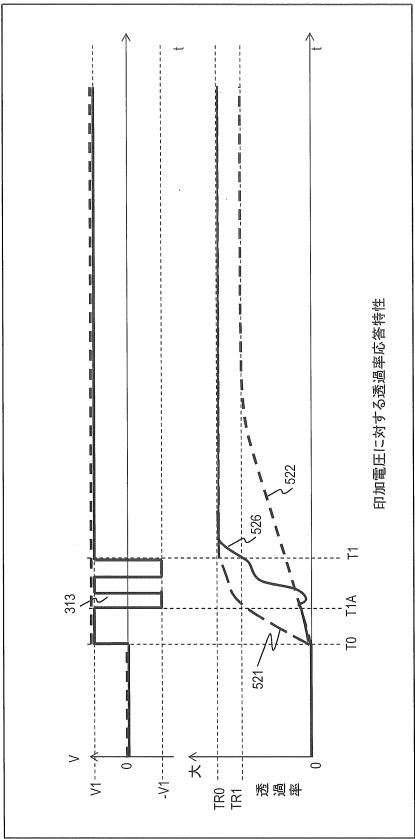
透過光輝度率 (測定輝度値/目標輝度値) %	追加の増加印加電圧値
$0 \leq x \leq 20$	5
$20 < x \leq 40$	4
$40 < x \leq 60$	3
$60 < x \leq 80$	2
$80 < x$	0

30

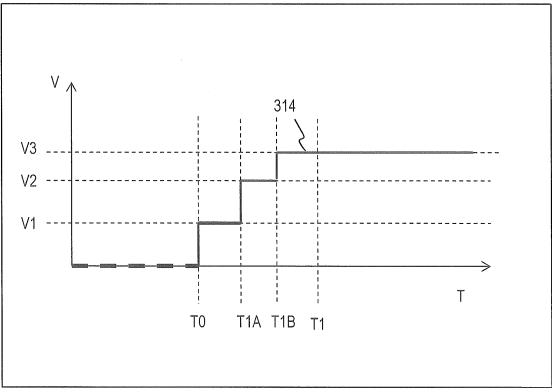
40

50

【図 1 2】



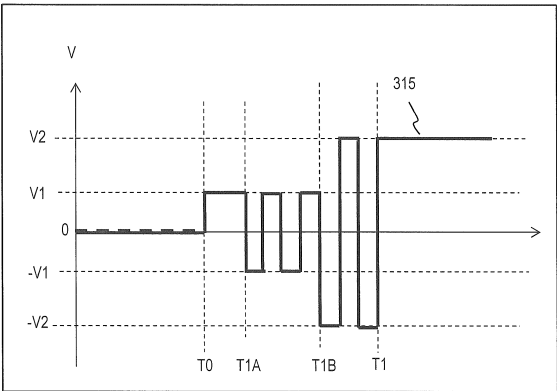
【図 1 3】



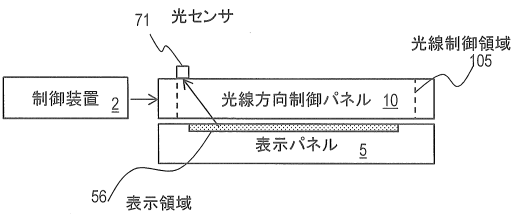
10

20

【図 1 4】



【図 1 5】

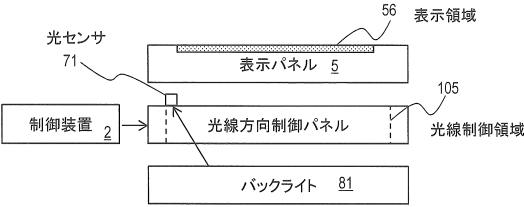


30

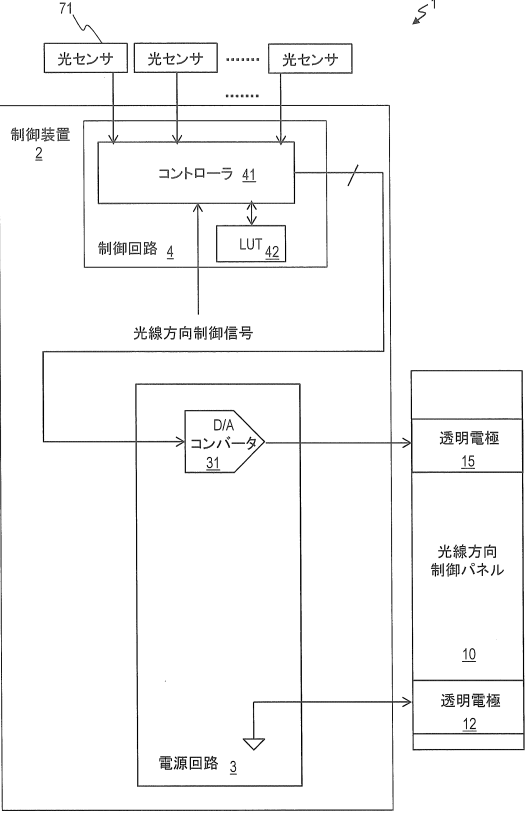
40

50

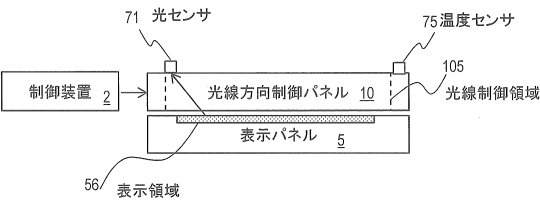
【図 1 6】



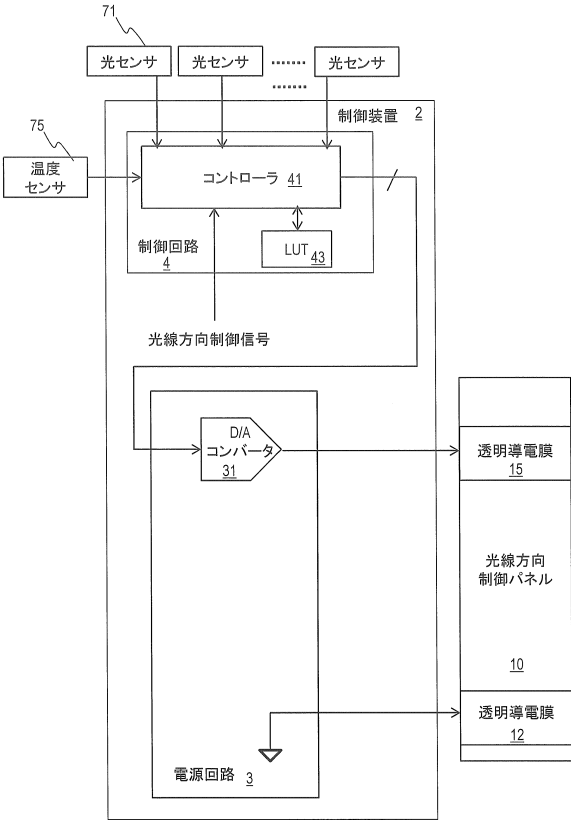
【図 1 7】



【図 1 8】



【図 1 9】



10

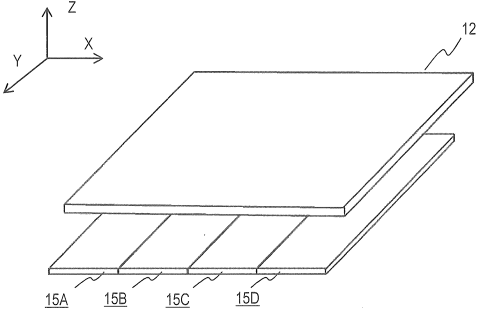
20

30

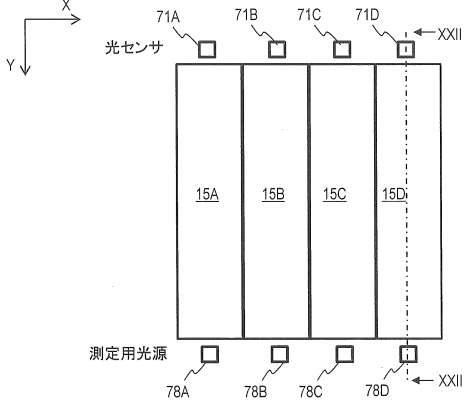
40

50

【図 2 0】

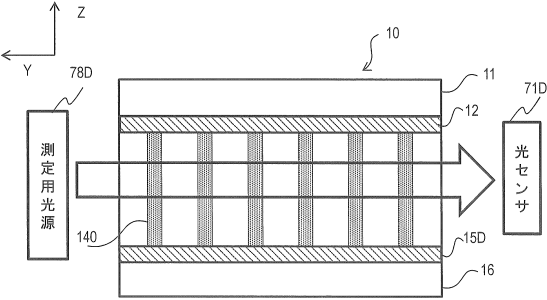


【図 2 1】

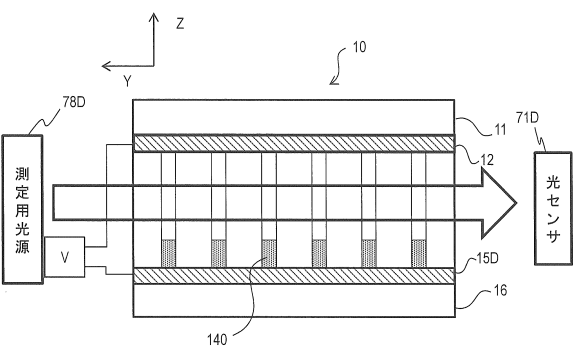


10

【図 2 2 A】

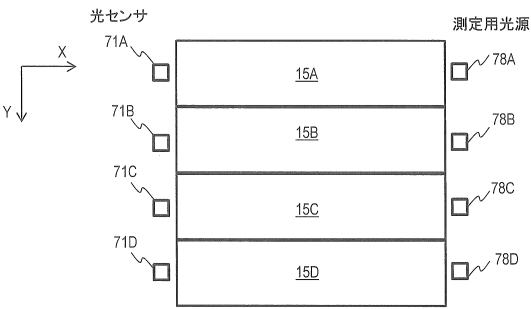


【図 2 2 B】

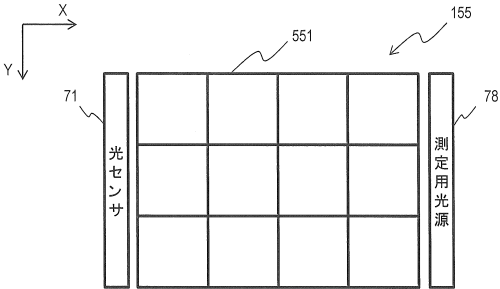


20

【図 2 3】



【図 2 4】

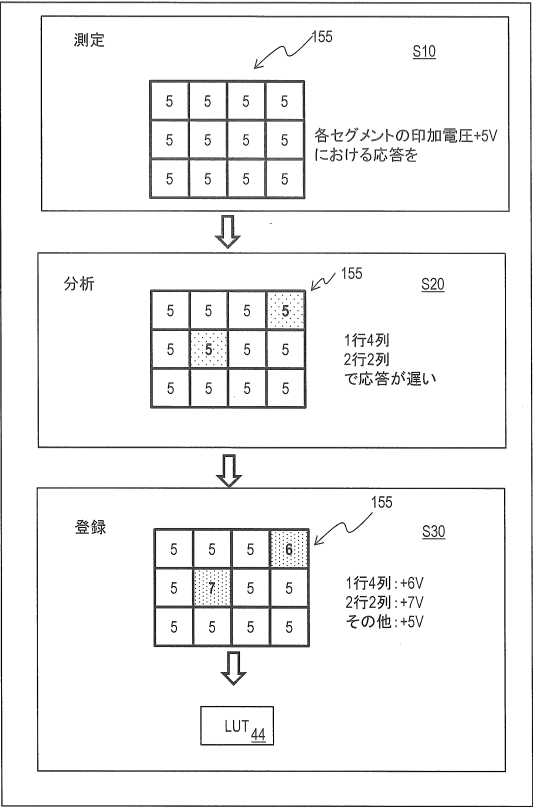


30

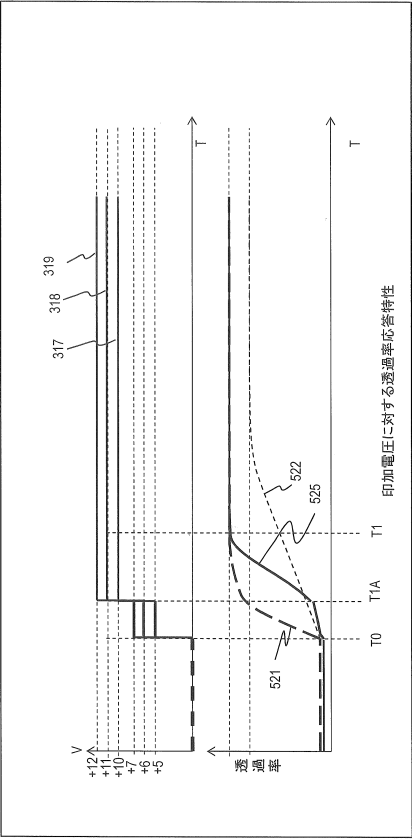
40

50

【図 2 5】



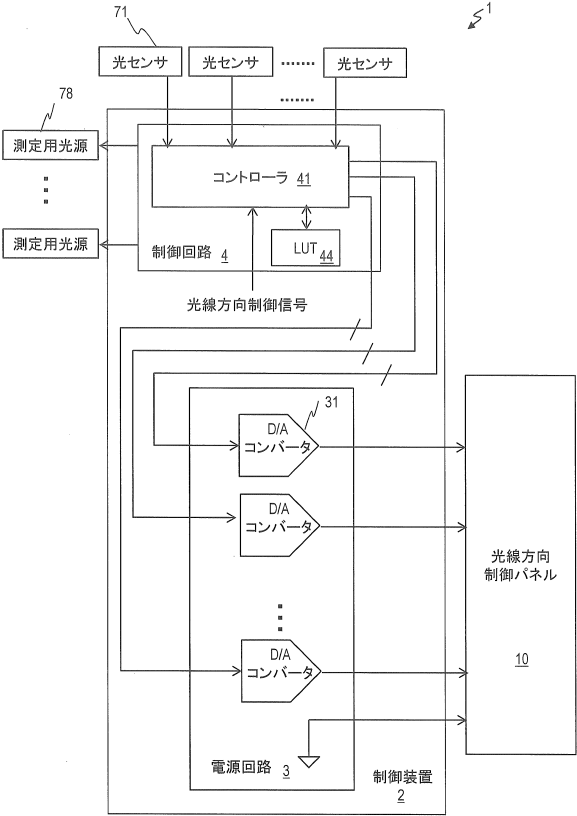
【図 2 6】



10

20

【図 2 7】



30

40

50

フロントページの続き

神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 Tianma Japan株式会社内

審査官 岩村 貴

- (56)参考文献 国際公開第2015/122083(WO,A1)
米国特許出願公開第2007/0139765(US,A1)
特開2004-061834(JP,A)
特表2005-527001(JP,A)
特開平08-292407(JP,A)
国際公開第2015/151579(WO,A1)
米国特許出願公開第2015/0355521(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02F 1/165 - 1/1685
G09G 3/16
G09G 3/34