

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4082027号
(P4082027)

(45) 発行日 平成20年4月30日(2008.4.30)

(24) 登録日 平成20年2月22日(2008.2.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 3 B 21/00 (2006.01)

F 2 1 S 2/00 (2006.01)

F 2 1 V 13/00 (2006.01)

G O 2 B 27/28 (2006.01)

G O 2 F 1/13357 (2006.01)

G O 3 B 21/00 D

F 2 1 M 1/00 R

G O 2 B 27/28 Z

G O 2 F 1/13357

H O 4 N 5/74 B

請求項の数 12 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-388548 (P2001-388548)
 (22) 出願日 平成13年12月20日(2001.12.20)
 (65) 公開番号 特開2002-303931 (P2002-303931A)
 (43) 公開日 平成14年10月18日(2002.10.18)
 審査請求日 平成16年12月13日(2004.12.13)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-387326 (P2000-387326)
 (32) 優先日 平成12年12月20日(2000.12.20)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (72) 発明者 伊藤 嘉高
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 ーエプソン株式会社内

審査官 星野 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置およびこれを用いたプロジェクト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、前記光源からの光を集光して光源像を形成する集光素子と、前記光源像が形成される位置付近に配置された光伝達手段と、前記光伝達手段の入射部に入射しない光を遮蔽する遮光手段と、電界の印加に応じて散乱性を変化させる光散乱手段と、を配置してなる照明装置であって、

前記光散乱手段は、前記集光素子と前記光伝達手段との間に配置してなり

前記光散乱手段に印加する電界の制御によって、前記光伝達手段が被照明領域に伝達する光の量を変化させて、前記被照明領域に入射する照明光の強度を制御可能とし、

前記集光素子は、前記光源からの光を複数の部分光に分割すると共に集光して、複数の前記光源像を形成する光分割手段であり、

前記光伝達手段は、複数の前記光源像に対応して配置され、前記複数の部分光を前記被照明領域上で重畳する、

ことを特徴とする照明装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記光散乱手段は、前記光分割手段の入射側或いは射出側の少なくとも一方の側に配置されることを特徴とする照明装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

さらに、前記光伝達手段の入射側、射出側、中間のいずれかの位置に、入射光の偏光方向を揃える偏光変換素子が配置されている、

ことを特徴とする照明装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記光散乱手段は、光散乱性の制御が独立して可能な複数の散乱領域を備えることを特徴とする照明装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかにおいて、

前記光散乱手段は、光散乱性の制御が独立して可能な複数の散乱領域を備えることを特徴とする照明装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記散乱領域は、前記光分割手段を構成する前記集光素子の配列の仕方に対応して形成されることを特徴とする照明装置。

【請求項 7】

請求項 5 において、

前記散乱領域は、前記光分割手段によって形成される光源像の配列の仕方に対応して形成されることを特徴とする照明装置。

【請求項 8】

20

請求項 5 において、

前記散乱領域は、前記光分割手段によって生成される前記複数の部分光毎に形成されることを特徴とする照明装置。

【請求項 9】

請求項 5 において、

被照明領域が表示特性に照明光の入射角依存性を有する場合には、前記複数の散乱領域のうち、該表示特性を悪化させる部分光を通過させる散乱領域の散乱の程度を、他の散乱領域に優先して増大させることを特徴とする照明装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、

30

前記表示特性がコントラスト特性である場合には、前記複数の散乱領域のうち、前記被照明領域への入射角が大きな部分光を通過させる散乱領域の散乱の程度を、他の散乱領域に優先して増大させることを特徴とする照明装置。

【請求項 11】

請求項 9 において、

前記表示特性がコントラスト特性である場合には、前記光散乱手段を複数の同心略相似形状の散乱領域を備えて構成し、前記複数の散乱領域のうち、前記光散乱手段の外周辺部に位置する前記散乱領域の散乱の程度を、他の散乱領域に優先して増大させることを特徴とする照明装置。

【請求項 12】

40

請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の照明装置と、外部からの画像情報に応じて光の強度を変調する電気光学装置と、前記電気光学装置によって変調された光を投写する投写光学系とを備えるプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、外部からの情報によって照明効率を変化させることが可能な照明装置と、それを用いて構成したプロジェクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

50

近年、液晶装置のような小型の電気光学装置に表示した内容をスクリーン等に拡大投写するプロジェクタが普及してきており、これに伴って、投写画像の高画質化に対する要求が急速に強まってきている。プロジェクタの高画質化を実現するためには、様々な表示特性の改善が必要であり、中でもコントラスト比の向上は重要である。

【 0 0 0 3 】

近年のプロジェクタでは、高出力ランプの搭載によって、投写画像が著しく明るくなっているが、反面、プロジェクタに使用される大部分の電気光学装置は、光源からの光を強度変調する光シャッター型の光学素子である。したがって、黒表示時に光が僅かに漏れる、いわゆる「黒浮き」が増え、画質を損なうといった問題が発生している。プロジェクタのコントラスト比に関しては電気光学装置のコントラスト比が支配的である。よって、より高性能なプロジェクタの実現に向けて、電気光学装置のコントラスト比を向上するための努力がなされている。しかしながら、そのコントラスト比は400:1～200:1程度と、高画質な投写画像を表示するには、未だ十分高い値とは言い難い水準に留まっている。

10

【 0 0 0 4 】

そこで、電気光学装置のコントラスト比を直接的に改善するのではなく、光源や投写系を工夫することによって、投写画像のコントラスト比を高める技術が考案されている。例えば、ランプに投入する電力量を変えて、ランプから射出される光量を調節（調光）したり、特開平10-307332公報等に関示されているように投写光学系の内部に可変絞りを設けたりすることによって、投写画像の輝度レベルを調節し、見かけ上のコントラスト比を向上させるといったものがある。

20

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、キセノンランプなどの一部のランプを除いて、通常プロジェクタに使用されるメタルハライドランプや超高圧水銀ランプ等大部分のランプでは調光をリアルタイムで行うことができず、投写画像の内容に応じてコントラスト比を瞬時に制御することができないという問題がある。また、投写光学系の内部に可変絞りを設けた構成では、投写画像の内容（明暗情報）に係わりなく、電気光学装置には常に一定強度の強い照明光が照射され続ける。したがって、仮に暗い画像を表示する場合でも、電気光学装置に入射する照明光の光強度は弱まらず、耐光性が十分に高いとは言い難い電気光学装置にあっては、その短寿命化を招きやすい。さらに、電気光学装置を常に一定の能力で冷却し続けなければなら

30

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は上記の問題点を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、調光をリアルタイムで行うことができないランプを用いた場合であっても、電気光学装置を照明する光強度、すなわち光の量を瞬時に制御できる照明装置を実現することにある。また、そのような照明装置を用いて、投写画像の内容に応じて照明光の光強度と電気光学装置の表示特性とを対応させて制御することによって、投写画像のコントラスト比を向上させ、高画質な投写画像を表示できるプロジェクタを実現することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の第1の照明装置は、光源と被照明領域との間に電界の印加に応じて散乱性を变化させる光散乱手段を配置してなり、前記光散乱手段に印加する電界の制御によって前記被照明領域に入射する照明光の強度を制御可能としたことを特徴とする。

40

【 0 0 0 8 】

第1の照明装置によれば、光源と被照明領域との間に光散乱手段を備えているため、光散乱手段に印加する電界の制御によって光散乱手段から射出される光の角度分布を変え、所望の角度分布を有する照明光に変換することで、被照明領域に入射する照明光量を制御することができる。したがって、調光を瞬時に行うことができないランプを用いた場合であっても、被照明領域における明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。

50

【 0 0 0 9 】

また、本発明の第 2 の照明装置は、光源と、前記光源からの光を集光して光源像を形成する集光素子と、前記光源像が形成される位置付近に配置された光伝達手段と、を配置してなる照明装置であって、前記光源と前記光伝達手段との間に、電界の印加に応じて散乱性を変化させる光散乱手段を配置してなり前記光散乱手段に印加する電界の制御によって、前記光伝達手段が被照明領域に伝達する光の量を変化させて、前記被照明領域に入射する照明光の強度を制御可能としたことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

第 2 の照明装置によっても、第 1 の照明装置と同様の効果を実現できる。しかも、第 2 の照明装置では、光源からの光を被照明領域に導く途中で光源像を形成し、その光源像を疑似光源と見たてて被照明領域を照明する過程を備えている。一般的に形成される光源像の大きさは光の角度分布に影響され、また、光伝達手段における光伝達効率も光源像の大きさを制御することで制御可能である。したがって、光散乱手段に印加する電界を制御することによって光散乱手段から射出される光の角度分布を制御して、光源像の大きさを変え、さらに、これによって光伝達手段が被照明領域に伝達する光の量を変化させて、被照明領域に入射する照明光量を制御することで、第 1 の照明装置に比べて、被照明領域における明るさを精度良く、また、再現性良く制御することができる。

10

【 0 0 1 1 】

第 2 の照明装置において、前記光伝達手段に入射しない光を遮蔽する遮光手段を、備えることが望ましい。

20

【 0 0 1 2 】

遮光手段を備えることによって、光伝達手段に入射しなかった光が被照明領域に到達するのを防止できる。遮光手段は光を透過する光透過部と、光を遮る遮光部とから構成できる。遮光手段は光伝達手段が配置される位置付近に設けることが望ましいが、より光源側の位置に設けても良い。

【 0 0 1 3 】

第 2 の照明装置において、前記集光素子は、前記光源からの光を複数の部分光に分割すると共に集光して、複数の前記光源像を形成する光分割手段であって、前記光伝達手段は、前記複数の部分光を前記被照明領域上で重畳する、という構成を備えることができる。

30

【 0 0 1 4 】

上記の構成を備えることによって、被照明領域において略均一な照度分布を得られると共に、そのような照度分布を保ちつつ明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。また、寸法形状が異なる複数の光源像が形成され、それらの光源像と一対一に対応するように光伝達手段を配設することができるので、被照明領域における明るさを精度良く、また、再現性良く制御することができる。さらに、各光源像の明るさ、すなわち光源像を形成する光の量は、照明光軸から離れるに従って低下するため、この点に着目すれば、被照明領域に入射する照明光の角度分布をある程度制御することもできる。

【 0 0 1 5 】

ここで、前記光散乱手段は、前記光分割手段の入射側或いは射出側の少なくとも一方の側に配置されることが望ましい。

40

【 0 0 1 6 】

光散乱手段は、光分割手段に入射する光、或いは、光分割手段から射出された光の角度分布を制御する光学素子であるから、光分割手段の入射側或いは射出側の少なくとも一方の側に配置すれば良い。光散乱手段の配置の自由度が高いため、照明装置を構成しやすい特徴がある。また、光散乱手段と光分割手段とを光学的に一体化すれば、両者の界面で生じる光損失を低減でき、照明装置における光利用効率を向上できる。

【 0 0 1 7 】

第 2 の照明装置において、前記光分割手段は、前記被照明領域と略相似形の形状を有する複数の集光素子を備えて構成される集光素子アレイによって、また、前記光伝達手段は、

50

複数の伝達レンズを備えて構成されるレンズアレイによって、構成することができる。

【0018】

レンズアレイは、比較的薄いレンズを平面的に配置することで実現できる。また、集光素子アレイは、比較的薄いレンズを平面的に配置したレンズアレイや、比較的薄い曲面ミラーを平面的に配置したミラーアレイによって実現できる。これらの光学要素は一体成型などで容易に形成することが可能であるため、照明装置を容易に構成できる特徴がある。また、レンズアレイは形状が個々に異なる伝達レンズによって構成できるので、寸法形状が異なる光源像と一対一で対応するように光伝達手段を容易に配設でき、被照明領域における明るさを精度良く、また、再現性良く制御することができる。

【0019】

また、第2の照明装置において、前記光分割手段は、入射端面から入射した前記光源からの光を複数対の反射面にて反射させ、複数の部分光に分割して射出端面から射出する導光体と、前記導光体の射出側に配置された集光レンズとを備え、前記射出端面は被照明領域と略相似形の形状を有する構成を備えることができる。

【0020】

導光体は導光性を有する棒状のガラスやプラスチックで、或いは、複数の反射ミラーが向かい合うように筒状に配置することで実現できるため、照明装置を容易に構成できる特徴がある。

【0021】

さらに、第2の照明装置において、前記光伝達手段の入射側、射出側、中間のいずれかの位置に、入射光の偏光方向を揃える偏光変換素子を設けることが好ましい。

【0022】

偏光変換素子を設ければ、光源から射出された非偏光光を偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換できる。したがって、被照明領域において略一種類の偏光による略均一な照度分布を得られると共に、そのような照度分布を保ちつつ明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。このような照明装置は、特に、1種類の偏光しか利用できない液晶装置のような電気光学装置を照明するのに便利である。偏光分離部を配置する位置は、光伝達手段が1つの光学要素で構成される場合はその入射側或いは射出側である。光伝達手段が複数の光学要素で構成される場合は、入射側、射出側、あるいは中間である。光伝達手段の中間とは、複数の光学要素に挟まれる位置を意味し、必ずしも複数の光学要素の中心を意味するものではない。

【0023】

ここで、前記光散乱手段は、前記光分割手段の入射側或いは射出側の少なくとも一方の側に配置されることが望ましい。

【0024】

光散乱手段は、光分割手段に入射する光、或いは、光分割手段から射出された光の角度分布を制御する光学素子であるから、光分割手段の入射側或いは射出側の少なくとも一方の側に配置すれば良い。光散乱手段の配置の自由度が高いため、照明装置を構成しやすい特徴がある。また、光散乱手段と光分割手段とを光学的に一体化すれば、両者の界面で生じる光損失を低減でき、照明装置における光利用効率を向上できる。

【0025】

上記の偏光変換素子を備えた照明装置において、前記光分割手段は、前記被照明領域と略相似形の形状を有する複数の集光素子を備えて構成された集光素子アレイであり、前記偏光変換素子は、偏光分離部と偏光回転部とを備えて構成され、前記偏光分離部は、互いに平行に配置された一対の偏光分離面と反射面とを複数組備えた偏光分離素子アレイであって、入射した非偏光光を偏光方向が互いに直交する2種類の偏光光に分離すると共に、略同じ方向に向けて射出し、前記偏光回転部は、前記偏光分離部からの2種類の偏光光の内、少なくとも一方の偏光方向を回転させて、偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換し、前記光伝達手段は、複数の伝達レンズを備えて構成されるレンズアレイである、という構成を備えることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

レンズアレイは、比較的薄いレンズを平面的に配置することで実現できる。また、集光素子アレイは、比較的薄いレンズを平面的に配置したレンズアレイや、比較的薄い曲面ミラーを平面的に配置したミラーアレイによって実現できる。これらの光学要素は一体成型などで容易に形成することが可能であるため、照明装置を容易に構成できる特徴がある。また、レンズアレイは形状が個々に異なる伝達レンズによって構成できるので、寸法形状が異なる光源像と一対一で対応するように光伝達手段を容易に配設でき、被照明領域における明るさを精度良く、また、再現性良く制御することができる。

【 0 0 2 7 】

また、上記の偏光変換素子を備えた照明装置において、前記光分割手段は、入射端面から入射した前記光源からの光を複数対の反射面に反射させ、複数の部分光に分割して射出端面から射出する導光体と、前記導光体の射出側に配置された集光素子とを備え、前記入射端面は被照明領域と略相似形の形状を有しており、前記偏光変換素子は、偏光分離部と偏光回転部とを備えて構成され、前記偏光分離部は、互いに平行に配置された一対の偏光分離面と反射面とを複数組備えた偏光分離素子アレイであって、入射した非偏光光を偏光方向が互いに直交する２種類の偏光光に分離すると共に、略同じ方向に向けて射出し、前記偏光回転部は、前記偏光分離部からの２種類の偏光光の内、少なくとも一方の偏光方向を回転させて、偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換する、という構成を備えることができる。

【 0 0 2 8 】

導光体は導光性を有する棒状のガラスやプラスチックで、或いは、複数の反射ミラーが向かい合うように筒状に配置することで実現できるため、照明装置を容易に構成できる特徴がある。

【 0 0 2 9 】

上記の偏光変換素子を備えた照明装置において、前記光伝達手段の特定の入射部に入射しない光を遮蔽する遮光手段を、前記部分光、或いは前記偏光光のそれぞれに対応するように備えることができる。

【 0 0 3 0 】

遮光手段を備えることによって、偏光分離面を経ずに反射面に直接入射する光を無くすることができるため、偏光度の高い偏光光を得ることができる。遮光手段は光を透過する光透過部と、光を遮る遮光部とから構成できる。遮光手段は偏光変換素子の入射面上に配置することが望ましいが、より光源側に配置しても良い。

【 0 0 3 1 】

さらに、上記の偏光変換素子を備えた照明装置において、前記光分割手段は、前記被照明領域と略相似形の形状を有する複数の集光素子を備えて構成された集光素子アレイであり、前記偏光変換素子は、偏光分離部と偏光回転部とを備えて構成され、前記偏光分離部は、偏光分離面と反射面を備えた偏光分離素子であって、非偏光光を偏光方向が互いに直交する２種類の偏光光に分離して前記偏光回転部に射出し、前記偏光回転部は、前記偏光分離部で分離された前記２種類の偏光光の内、少なくとも一方の偏光方向を回転させて、偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換し、前記光伝達手段は、複数の伝達レンズを備えて構成されるレンズアレイである、という構成を備えることができる。

【 0 0 3 2 】

レンズアレイは、比較的薄いレンズを平面的に配置することで実現できる。また、集光素子アレイは、比較的薄いレンズを平面的に配置したレンズアレイや、比較的薄い曲面ミラーを平面的に配置したミラーアレイによって実現できる。これらの光学要素は一体成型などで容易に形成することが可能であるため、照明装置を容易に構成できる特徴がある。また、レンズアレイは形状が個々に異なる伝達レンズによって構成できるので、寸法形状が異なる光源像と一対一で対応するように光伝達手段を容易に配設でき、被照明領域における明るさを精度良く、また、再現性良く制御することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、散乱性の制御法に着目すると、前記光散乱手段としては散乱性の制御が独立して可能な複数の散乱領域を備えたものを用いることができる。これにより、各散乱領域を通過する光毎に散乱性を制御できるため、照明光の角度分布の制御と調光を同時に実現することができる。したがって、表示特性が照明光の入射角依存性を有する電気光学装置を照明する場合には、電気光学装置の表示特性を考慮した理想的な角度分布を有する照明光とすることができるため、表示画像の高画質化を実現できる。また、表示画像の内容に対応させて調光する領域を適宜変更すれば、更なる高画質化や表現性の向上を図ることができる。

【0034】

ここで、第2の照明装置においては、前記光分割手段を構成する前記集光素子の配列の仕方に対応して、或いは、前記光分割手段によって形成される光源像の配列の仕方に対応して、或いは、前記光分割手段によって生成される前記複数の部分光毎に、前記複数の散乱領域を形成することができる。第2の照明装置においては、光分割手段によって複数の部分光（光源像は部分光によって形成される）を離散的に生成する過程を有するため、これらの部分光が通過する位置に合わせて複数の散乱領域を配置すれば、部分光毎に、或いは複数の部分光毎に、散乱性を効率よく確実に制御できる点で都合がよい。

10

【0035】

また、複数の散乱領域間での散乱性の制御法に着目すれば、被照明領域が表示特性に照明光の入射角依存性を有する場合には、前記複数の散乱領域のうち、該表示特性を悪化させる部分光を通過させる散乱領域の散乱の程度を、他の散乱領域に優先して増大させる制御法を用いることができる。液晶装置のような電気光学装置では、表示特性（例えば、コントラスト特性やフリッカー特性）が照明光の入射角依存性を有するため、上述の制御法を用いることによって、表示画像の高画質化を実現できる。例えば、TN型の表示モードを備えた一般的な液晶装置では、コントラストの著しい低下を招く逆明視方向が存在するため、この方向に沿って入射する照明光（部分光）を優先して減光すれば、表示画像の高画質化を一層効果的に実現できる。

20

【0036】

なお、前記表示特性がコントラスト特性である場合には、前記複数の散乱領域のうち、前記被照明領域への入射角が大きな部分光を通過させる散乱領域の散乱の程度を、他の散乱領域に優先して増大させる制御法を用いることが望ましい。また、前記光散乱手段を複数の同心略相似形状の散乱領域を備えて構成し、前記光散乱手段の外周辺部に位置する前記散乱領域の散乱の程度を、他の散乱領域に優先して増大させる制御法を用いても良い。一般的に液晶装置のような電気光学装置におけるコントラスト値は入射角の増大に反比例して低下する。上述の制御法に依れば、照明光の角度分布を容易に制御できるため、表示画像の高画質化を実現できる。特に後者の場合には、照明光における角度分布の対称性を保ちやすいため、被照明領域における照度分布の均一性を殆ど低下させることなく、調光を実現できるという特徴がある。

30

【0037】

以上説明した本発明の照明装置において、前記光散乱手段としては、PDL型或いはNCAP型の高分子分散型液晶装置、PNLC型の高分子分散型液晶装置、動的散乱モードで駆動される液晶装置を用いることができる。

40

【0038】

以上説明した照明装置は、外部からの画像情報に応じて光の強度を変調する電気光学装置と、前記電気光学装置によって変調された光を投写する投写光学系とを備えたプロジェクタにおいて、電気光学装置を照明装置として用いるのに適している。以上説明した照明装置をこのようなプロジェクタの照明装置として採用することにより、電気光学装置のコントラスト比を改善することなく、コントラスト比の向上した投写画像を実現することができる。

【0039】

ここで、このようなプロジェクタにおいて、前記画像情報に応じて前記光散乱手段に印加

50

する電界を変化させて、前記電気光学装置に入射する照明光の強度を制御可能とすると共に、前記照明光の制御に対応させて前記電気光学装置で表示する画像情報を制御可能とすれば、投写画像の内容に応じてコントラスト比、階調性、明るさを可変でき、黒の表現性に優れた高画質な投写画像を表示することができる。

【0040】

また、このようなプロジェクタにおいて、プロジェクタが設置された環境の明るさに応じて前記光散乱手段に印加する電界を変化させて、前記電気光学装置に入射する照明光の強度を制御可能とすれば、プロジェクタが置かれた環境の明るさに応じて、明るさを自動的に、或いは、観察者の好みに応じて調節することができるため、観察者にとって見やすく、高画質な投写画像を表示することができる。

10

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、図中に示すX方向、Y方向、Z方向は、互いに直交する3つの方向を示している。

【0042】

A．照明装置

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態としての照明装置1の概略構成を示す平面図である。照明装置1は照明光軸Lに沿って、光源100、光散乱手段であるPDL素子200、光伝達手段である伝達レンズ300を備えて大略構成され、光源100から射出された照明光は、PDL素子200と伝達レンズ300を経て、被照明領域900を照明する構成となっている。

20

【0043】

光源100は、ランプ110と放物面リフレクター120を備えて構成され、ランプ110から放射された光は放物面リフレクター120で反射され、略平行な光となって特定の方向に射出される。したがって、光源100からPDL素子200に入射する光は角度分布範囲が狭い照明光である。なお、放物面リフレクター120に代えて、楕円面リフレクターや球面リフレクターなどを使用することもできる。

【0044】

PDL(Polymer Dispersed Liquid Crystal)素子200は、高分子分散型液晶装置の一種であり、その構造と機能を図2により説明する。PDL素子200は、透明電極220が表面に形成された一对の透明基板230で挟持されるように、マイクロカプセル化した液晶210を樹脂212に入れて固めた光学素子である。透明電極220の材料の一例としてはITO膜、透明基板230の材料の一例としてはガラス、液晶210の材料の一例としてはネマチック液晶、樹脂212の材料の一例としてはPVAが挙げられる。なお、このような構造を有する高分子分散型液晶装置は、NCAP(Nematic Curvilinear Aligned Phase)液晶装置とも呼称される場合がある。ここで、液晶210は2つの屈折率 n_1 、 n_2 によって表される屈折率異方性を有し、2つの屈折率 n_1 、 n_2 の内の一方と樹脂212の屈折率 n_p が略一致、すなわち、 $n_1 = n_p$ 、或いは、 $n_2 = n_p$ となるように、液晶210と樹脂212との間で屈折率整合がとられている。このような構造のPDL素子200に透明電極220を介して電界を印加すると、図2(B)に示すように、液晶210が電界に应答して配向し、液晶210と樹脂212との間で屈折率が整合され、樹脂212とマイクロカプセル211との界面では屈折率差を生じないため、入射光240は液晶210が入ったマイクロカプセル211で屈折することなく透過する。よって、PDL素子200を通過する光の角度分布は変化しない。この状態を便宜的に非散乱モードと呼称する。一方、図2(A)に示すように、電界が印加されない場合には、液晶210はマイクロカプセルの界面に沿って配向したり、或いは、マイクロカプセル211内でランダムな方向を向いたりするため、液晶210と樹脂212との間で屈折率が整合されず、樹脂212とマイクロカプセル211との界面で屈折率差を生じる。よって、入射光240はマ

30

40

50

イクロカプセル 2 1 1 で無秩序に屈折し、P D L C 素子 2 0 0 を通過する光の角度分布は変化する。この状態を便宜的に散乱モードと呼称する。その屈折の程度は印加する電界あるいは電圧に比例するため、図 3 に示すように、P D L C 素子 2 0 0 に印加する電界あるいは電圧を変化させることで、P D L C 素子 2 0 0 を通過する光の角度分布状態を変化させることができる。例えば、P D L C 素子 2 0 0 によって光の角度分布を低下させることができる。しかも、これらの状態変化における応答速度は数ミリ～数十ミリ秒程度と高速であるため、瞬時に光の角度分布を制御することができる。もちろん、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 では、そこを通過する光の角度分布に影響を及ぼすことはない。

【 0 0 4 5 】

図 1 に戻って説明する。光源 1 0 0 からは略平行な光が射出されるので、伝達レンズ 3 0 0 は、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出された光を高い効率で被照明領域 9 0 0 に導き入れる機能を担っており、光源 1 0 0 から射出される光の角度分布、すなわち、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出される光の角度分布を考慮してレンズなどの設計がなされている。そのため、P D L C 素子 2 0 0 によって光の角度分布を広げた場合には、被照明領域 9 0 0 に入射する光量は減少することになる。すなわち、P D L C 素子 2 0 0 が非散乱モードの状態にある場合には、P D L C 素子 2 0 0 から射出された、例えば図 3 の V 1 に相当する角度分布を有する照明光のほとんど全てが被照明領域 9 0 0 に入射するため、被照明領域 9 0 0 は明るく照明される。一方、散乱モードの状態にある場合には、P D L C 素子 2 0 0 から射出された、例えば図 3 の V 3 に相当する角度分布を有する照明光の角度分布状態が変化し、伝達レンズ 3 0 0 では照明光の一部分しか被照明領域 9 0 0 に導き入れることができなくなるため、被照明領域 9 0 0 における明るさは低下する。

【 0 0 4 6 】

なお、例えば光源 1 0 0 に使用されるリフレクターを楕円面リフレクターとすれば、リフレクターに伝達レンズ 3 0 0 の機能を併せ持たせることも可能であるため、その場合には伝達レンズ 3 0 0 を省略することができる。

【 0 0 4 7 】

以上のように構成された本発明の照明装置 1 は、光源 1 0 0 と被照明領域 9 0 0 との間に光散乱手段である P D L C 素子 2 0 0 を備えているため、図示しない外部からの制御情報によって P D L C 素子 2 0 0 から射出される光の角度分布を変え、所望の角度分布を有する照明光に変換することで、被照明領域に入射する照明光量を制御することができる。したがって、調光を瞬時に行うことができないランプを用いた場合であっても、被照明領域 9 0 0 における明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。

【 0 0 4 8 】

(第 2 の実施形態)

図 4 は、第 2 の実施形態としての照明装置 2 の概略構成を示す平面図である。本実施形態の照明装置 2 は、基本的には第 1 の実施形態で説明した照明装置 1 と類似の構成を有するが、光源から射出された光が被照明領域に至る途中段階で光源像を形成する過程を有すること、また、その光源像を被照明領域に伝達する光伝達手段を備えている点が照明装置 1 とは相違する。なお、本実施形態を含めて、以降に説明する各実施形態において、既に説明した構成要素と同様のものについては同じ参照番号を付し、その詳細な説明については省略する。

【 0 0 4 9 】

光源 1 0 0 から射出された略平行な光は、レンズなどを用いた集光素子 1 3 0 で集光され、光散乱手段である P D L C 素子 2 0 0 と被照明領域 9 0 0 との間で、集光像である光源像 1 5 0 を形成する。なお、集光作用を有する楕円面リフレクターや球面リフレクターを放物面リフレクターに代えて用いることができ、その場合には光源 1 0 0 の射出側に配置される集光素子 1 3 0 を省略することができる。

【 0 0 5 0 】

P D L C 素子 2 0 0 と被照明領域 9 0 0 との間には、光伝達手段であるリレーレンズ 3 1 0、遮光手段である遮光素子 1 6 0 及び平行化レンズ 6 0 0 が配置されている。リレーレンズ 3 1 0 は光源 1 0 0 からの照明光を被照明領域 9 0 0 へと導く機能を有している。そのため、リレーレンズ 3 1 0 は光源像 1 5 0 が形成される位置の近傍（リレーレンズ 3 1 0 の内部に光源像 1 5 0 が形成される位置関係とすることがより望ましい）に配置され、リレーレンズ 3 1 0 を介して集光素子 1 3 0 と被照明領域 9 0 0 とは光学的に共役な関係に設定される。遮光素子 1 6 0 はリレーレンズ 3 1 0 に入射しなかった光が被照明領域 9 0 0 に入射することを防止するために用いられ、図 5 に示すように、リレーレンズ 3 1 0 の外形形状とほぼ等しい形状の光透過部 1 6 1 を遮光部 1 6 2 中に有しており、リレーレンズ 3 1 0 が光透過部 1 6 1 に収まるように配置される。平行化レンズ 6 0 0 は被照明領域 9 0 0 への光の入射角度を調整する機能を有している。なお、平行化レンズ 6 0 0 は被照明領域 9 0 0 への照明光の入射効率に対して直接的な影響を及ぼさないため、省略することができる。

10

【 0 0 5 1 】

一般に、光源像の大きさは光の角度分布の広がりに影響され、角度分布が狭い光では小さな寸法の光源像を形成できるが、角度分布が広い光では光源像の寸法は大きくなる。また、ランプ 1 1 0 の発光部すなわちアークは有限の大きさを有するため、光源 1 0 0 からの光によって形成される光源像も有限の大きさを有する。これらの点を考慮して、リレーレンズ 3 1 0 と遮光素子 1 6 0 の光透過部 1 6 1 は、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出された光によって形成される光源像 1 5 0 を包含できる最小の寸法形状に設定される。すなわち、図 5 (A) に示すように、光源像 1 5 0 は遮光部 1 6 2 で遮られることなくリレーレンズ 3 1 0 と遮光素子 1 6 0 を透過する。したがって、この場合には P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光のほとんど全てがリレーレンズ 3 1 0 によって被照明領域 9 0 0 へと伝達され、被照明領域 9 0 0 は明るく照明される。

20

【 0 0 5 2 】

一方、P D L C 素子 2 0 0 が散乱モードの場合には、P D L C 素子 2 0 0 によって光の角度分布が広げられるため、形成される光源像 1 5 0 の寸法はリレーレンズ 3 1 0 よりも大きくなる。すなわち、図 5 (B) に示すように、光源像 1 5 0 の寸法が遮光部 1 6 2 よりも大きくなったことにより、一部の光はリレーレンズ 3 1 0 と遮光素子 1 6 0 を透過するが、他の光は遮光部 1 6 2 で遮られる。その結果、P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光の一部分のみが被照明領域 9 0 0 に入射するため、被照明領域 9 0 0 における明るさは低下する。すなわち、本例の照明装置は、リレーレンズ 3 1 0 上、より正確にはリレーレンズ 3 1 0 の入射部に形成される光源像の大きさを変えることで、リレーレンズ 3 1 0 によって伝達される光量、言い換えれば、リレーレンズ 3 1 0 による光の伝達効率を変え、その結果として被照明領域上での明るさを制御する点に特徴がある。

30

【 0 0 5 3 】

以上のように構成された本例の照明装置 2 においても照明装置 1 と同様の効果を実現することができる。すなわち、図示しない外部からの制御情報によって P D L C 素子 2 0 0 から射出される光の角度分布を変え、形成される光源像の寸法形状を変化させることによって、リレーレンズ 3 1 0 を経て被照明領域に入射する照明光量を制御することができる。したがって、調光を瞬時に行うことができないランプを用いた場合であっても、被照明領域 9 0 0 における明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。なお、遮光素子 1 6 0 はリレーレンズ 3 1 0 の入射部に設置することが望ましいが、光散乱手段とリレーレンズ 3 1 0 との間で有れば、その位置は限定されない。また、リレーレンズ 3 1 0 に入射しなかった光が被照明領域に入射しない場合には、遮光素子 1 6 0 を省略することができる。

40

【 0 0 5 4 】

(第 3 の実施形態)

第 2 の実施形態の照明装置 2 では、光伝達手段として 1 つのリレーレンズを用いることで一つの光源像を形成していたが、複数のレンズが平面的に配置されてなるレンズアレイを

50

備えたインテグレータ光学系においても、同様の作用、効果を得られる照明装置を構成することができる。照明装置 3 はインテグレータ光学系を備えているので被照明領域において略均一な照度分布を得られると共に、そのような照度分布を保ちつつ明るさを瞬時に制御できる点に特徴がある。

【 0 0 5 5 】

図 6 は、第 3 の実施形態としての照明装置 3 の概略構成を示す平面図であり、光源 1 0 0 と被照明領域 9 0 0 との間に光分割手段を構成する集光素子アレイである第 1 レンズアレイ 2 5 0、光散乱手段である P D L C 素子 2 0 0、光伝達手段を構成する第 2 レンズアレイ 3 2 0 及び平行化レンズ 6 0 0 が配置されている。第 1 レンズアレイ 2 5 0 は集光素子である複数の小レンズ 2 5 1 を平面的に配置して構成したもので、小レンズ 2 5 1 の形状は被照明領域 9 0 0 と略相似形となっている。光源 1 0 0 から放射された光は放物面リフレクター 1 2 0 によって略平行な光となって特定の方向に射出され、第 1 レンズアレイ 2 5 0 に入射して複数の光（以下では便宜的に部分光と呼称する）に分割され、P D L C 素子 2 0 0 を経て、小レンズ 2 5 1 と同数の光源像 1 5 0 を形成する。第 2 レンズアレイ 3 2 0 は形成される光源像 1 5 0 と同数の伝達レンズ 3 2 1 によって構成され、複数の光源像 1 5 0 が形成される位置の近傍に配置されている。第 1 レンズアレイ 2 5 0 と第 2 レンズアレイ 3 2 0 との位置関係は、第 2 レンズアレイ 3 2 0 の内部に光源像 1 5 0 が形成される位置関係とすることがより望ましい。第 1 レンズアレイ 2 5 0 から第 2 レンズアレイ 3 2 0 に入射したそれぞれの光は、伝達レンズ 3 2 1 によって被照明領域 9 0 0 上で重畳される。したがって、第 1 レンズアレイ 2 5 0 を構成する小レンズ 2 5 1 と第 2 レンズアレイ 3 2 0 を構成する伝達レンズ 3 2 1 とは、光源像 1 5 0 を介して 1 対 1 の対応関係にある。なお、放物面リフレクター 1 2 0 に代えて楕円面リフレクターや球面リフレクターを使用することもできる。また、平行化レンズ 6 0 0 は被照明領域 9 0 0 への光の入射角度を調整する機能を有しているが、被照明領域 9 0 0 への照明光の入射効率に対しては直接的な影響を及ぼさないため、省略することができる。

【 0 0 5 6 】

第 2 レンズアレイ 3 2 0 を構成する伝達レンズ 3 2 1 は、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出された光によって形成される光源像 1 5 0 をほぼ包含できる様な寸法形状に設定されており、したがって、この場合には P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光のほとんど全てが第 2 レンズアレイ 3 2 0 によって被照明領域 9 0 0 へと伝達され、被照明領域 9 0 0 は明るく照明される。一方、P D L C 素子 2 0 0 が散乱モードの場合には、P D L C 素子 2 0 0 によって光の角度分布が広げられるため、形成される光源像 1 5 0 の寸法は第 2 レンズアレイ 3 2 0 を形成する個々の伝達レンズ 3 2 1 よりも大きくなる。その結果、P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光の一部分のみが被照明領域 9 0 0 に入射し、光源像と対応関係にある伝達レンズ 3 2 1 に入射しなかった光は被照明領域 9 0 0 にはほとんど伝達されないため、被照明領域 9 0 0 における明るさは低下する。

【 0 0 5 7 】

以上のように構成された本例の照明装置 3 においても照明装置 2 と同様の効果を実現することができる。なお、P D L C 素子 2 0 0 は第 1 レンズアレイ 2 5 0 と光源 1 0 0 との間に配置しても良く、配置場所は本例に限定されない。すなわち、P D L C 素子 2 0 0 は第 1 レンズアレイ 2 5 0 の入射側、或いは、射出側のどちらか一方の側に配置されていれば良い。

【 0 0 5 8 】

さらに、光源 1 0 0 から射出される光の角度分布は照明光軸 L の近傍では低いため、このような光によって形成される光源像 1 5 0 の寸法は大きくなるが、照明光軸 L から離れるに従って角度分布は狭くなるため、このような光によって形成される光源像 1 5 0 の寸法は小さくなる。したがって、このような点に着目して、第 2 レンズアレイ 3 2 0 を異なる寸法形状を有する伝達レンズ 3 2 1 によって構成しても良い。このような構成とすれば、P D L C 素子 2 0 0 が非散乱モードにある場合の光利用効率を低下させずに、第 2 レンズアレイ 3 2 0 を小型化することができる。

【 0 0 5 9 】

また、集光素子アレイとしては、本例の第 1 レンズアレイに代えて集光素子としての曲面反射ミラーを平面的に配列して構成した反射ミラーアレイを用いることもできる。但し、その場合には、照明装置は直線的に配置されず、光分割手段のところでは照明光軸 L が折れ曲がる配置構成となる。

【 0 0 6 0 】

(第 3 の実施形態の変形例)

ガラスや樹脂等によって形成された断面が四角形の棒状の導光体を用いて構成したインテグレート光学系を備えた照明装置においても、本発明の構成を適用することができる。図 7 に示す照明装置 4 は、光分割手段を構成する導光体としてのガラスロッド 2 6 0 と集光レンズ 2 7 0、光伝達手段であるリレーレンズ 3 1 0、平行化レンズ 6 0 0などを備えて構成されている。光源 1 0 0 から放射された光は楕円面リフレクター 1 2 1 で集光され、光源像 1 5 0 を入射端面 2 6 1 に形成しつつガラスロッド 2 6 0 に入射する。ガラスロッド 2 6 0 は複数の反射面 2 6 3 を備えた棒状の導光体で、射出端面 2 6 2 は被照明領域 9 0 0 と略相似形を成しており、ガラスロッド 2 6 0 に入射した光を射出角が異なる複数の光に分離する。ガラスロッド 2 6 0 から射出された複数の光は集光レンズ 2 7 0 でリレーレンズ 3 1 0 の近傍にそれぞれ集光され、この時、光の数に対応した複数の集光像 1 5 5 を形成する。リレーレンズ 3 1 0 の近傍にそれぞれ集光された複数の光は、リレーレンズ 3 1 0 によって被照明領域 9 0 0 上で重畳結像される。したがって、照明装置 3 と同様に、被照明領域 9 0 0 上では略均一な照度分布を得ることができる。なお、平行化レンズ 6 0 0 は被照明領域 9 0 0 への光の入射角度を調整する機能を有しているが、被照明領域 9 0 0 への照明光の入射効率に対しては直接的な影響を及ぼさないため、省略することができる。

【 0 0 6 1 】

ここで、ガラスロッド 2 6 0 の入射端面 2 6 1 は、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出された光によって形成される光源像 1 5 0 をほぼ包含できる様な寸法に設定されており、この場合には P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光のほとんど全てがガラスロッド 2 6 0 によって被照明領域 9 0 0 へと伝達され、被照明領域 9 0 0 は明るく照明される。一方、P D L C 素子 2 0 0 が散乱モードの場合には、P D L C 素子 2 0 0 によって光の角度分布が広げられるため、形成される光源像 1 5 0 の寸法はガラスロッド 2 6 0 の入射端面 2 6 1 よりも大きくなる。その結果、P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光の一部分のみが被照明領域 9 0 0 に入射し、ガラスロッド 2 6 0 に入射しなかった光は被照明領域 9 0 0 には伝達されないため、被照明領域 9 0 0 における明るさは低下する。

【 0 0 6 2 】

したがって、照明装置 4 においても照明装置 3 と同様の効果を実現することができる。なお、ガラスロッド 2 6 0 に代えて、複数の反射ミラーを管状に配置した筒状の導光体を用いても良い。さらに、入射端面 2 6 1 と射出端面 2 6 2 の寸法形状は異なっても良く、例えば、向かい合う一対の反射面 2 6 3 の間隔が、入射端面 2 6 1 から射出端面 2 6 2 に向かうに従って次第に広がる、或いは、狭くなる構造を有する導光体を用いても良い。向かい合う一対の反射面 2 6 3 の間隔を次第に変化させれば、導光体から射出される光の角度分布を制御できるため、光学配置や設計の自由度を向上させられる利点がある。

【 0 0 6 3 】

(第 4 の実施形態)

照明装置 3 において、複数の光源像 1 5 0 が形成される位置に偏光変換素子を配置し、非偏光な光を偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換すれば、被照明領域において略一種類の偏光による略均一な照度分布を得られると共に、そのような照度分布を保ちつつ明るさを瞬時に制御できる照明装置を実現することができる。

【 0 0 6 4 】

図 8 は、第 4 の実施形態としての偏光インテグレート光学系を備えた照明装置 4 の概略構

10

20

30

40

50

成を示す平面図であり、光源 1 0 0 と被照明領域 9 0 0 との間に光分割手段を構成する集光素子アレイとしての第 1 レンズアレイ 2 5 0、光散乱手段である P D L C 素子 2 0 0、光伝達手段を構成する第 2 レンズアレイ 3 2 5 並びに重畳レンズ 4 4 0、偏光変換素子 4 0 0、及び、平行化レンズ 6 0 0 が配置されている。偏光変換素子 4 0 0 は、偏光分離部と偏光回転部とを備えて構成されている。本例において、偏光分離部は、略平行に配置された偏光分離面 4 2 0 と反射面 4 2 1 とを複数組有する偏光分離素子アレイ 4 1 0 によって構成されている。また、偏光回転部は、アレイ状の構造を有する $\lambda/2$ 波長板 4 3 0 によって構成されている。偏光変換素子 4 0 0 は、複数の光源像 1 5 0 が形成される位置の近傍に配置される。偏光分離素子アレイ 4 1 0 は、その内部に光源像 1 5 0 が形成される位置に配置することがより望ましい。なお、平行化レンズ 6 0 0 は被照明領域 9 0 0 への光の入射角度を調整する機能を有しているが、被照明領域 9 0 0 への照明光の入射効率に対しては直接的な影響を及ぼさないため、省略することができる。

10

【 0 0 6 5 】

光源 1 0 0 から射出された光は非偏光な光であり、第 1 レンズアレイ 2 5 0 によって分割された複数の光のそれぞれは、対応する第 2 レンズアレイ 3 2 5 の伝達レンズ 3 2 6 を経て偏光分離素子アレイ 4 1 0 に入射し、偏光分離面 4 2 0 によって互いに偏光方向が直交する 2 種類の偏光光、例えば、P 偏光光と S 偏光光に空間的に分離される。偏光分離面 4 2 0 を透過した P 偏光光は、偏光分離素子アレイ 4 1 0 から射出され、 $\lambda/2$ 波長板 4 3 0 で偏光方向を略 9 0 ° 回転されて S 偏光光に変換される。一方、偏光分離面 4 2 0 で反射した S 偏光光は、反射面 4 2 1 で再度反射し、P 偏光光と略同じ方向に射出される。ここで、S 偏光光は $\lambda/2$ 波長板 4 3 0 を通過しないため、S 偏光光の偏光方向は変化しない。以上により、偏光変換素子 4 0 0 に入射した非偏光な光は、偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換されて射出される。そして、偏光変換素子 4 0 0 から射出された複数の光は重畳レンズ 4 4 0 によって被照明領域 9 0 0 上で重畳結像される。したがって、被照明領域 9 0 0 上では略一種類の偏光光による略均一な照度分布を得ることができる。

20

【 0 0 6 6 】

偏光変換素子 4 0 0 においては、光源像 1 5 0 を形成する光を偏光分離面 4 2 0 のみに入射させることが理想的である。偏光分離面 4 2 0 を経ずして反射面 4 2 1 に直接入射した光は、偏光分離面 4 2 0 に直接入射した光に対して、偏光方向が略 9 0 ° 異なった偏光光として射出され、略一種類の偏光光を得ようとする本例の照明装置 5 においては、不要な光となるためである。したがって、偏光分離面 4 2 0 は、非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出された光によって形成される光源像 1 5 0 をほぼ包含できる様な寸法形状に設定されており、この場合には P D L C 素子 2 0 0 から射出された照明光のほとんど全てが偏光変換素子 4 0 0 で所望の偏光光に変換されて被照明領域 9 0 0 へと伝達され、被照明領域 9 0 0 は所望の偏光光によって明るく照明される。一方、P D L C 素子 2 0 0 が散乱モードの場合には、P D L C 素子 2 0 0 によって光の角度分布が広げられるため、形成される光源像 1 5 0 の寸法は偏光分離面 4 2 0 よりも大きくなり、その一部は偏光分離面 4 2 0 を経ずに反射面 4 2 1 に直接入射する。その結果、P D L C 素子 2 0 0 から射出された所望の偏光光の一部分のみが被照明領域 9 0 0 に入射するため、所望の偏光光によってもたらされる明るさに限定すれば、被照明領域 9 0 0 における明るさは低下する。

30

40

【 0 0 6 7 】

以上のように構成された本例の照明装置 4 においても、図示しない外部からの制御情報によって P D L C 素子 2 0 0 から射出される光の角度分布を変え、形成される光源像の寸法形状を変化させることによって、偏光変換素子 4 0 0 を経て被照明領域に入射する偏光光量を制御することができる。したがって、調光を瞬時に行うことができないランプを用いた場合であっても、被照明領域 9 0 0 における明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。本例の照明装置 4 は所望の偏光光を照明光として用いるタイプの照明装置であるため、液晶装置のように偏光光を必要とする表示素子を照明する場合に好適である。なお、P D L C 素子 2 0 0 が散乱モードの場合には、照明光中に所望の偏光光に対して

50

偏光方向が90°異なる不要な偏光光が混入するため、不要な偏光光の偏光方向に対して吸収軸の方向を一致させるように偏光子を被照明領域900の手前に配置して、この偏光光を除去する構成を採用することが望ましい。

【0068】

P D L C素子200は第1レンズアレイ250と光源100との間に配置しても良く、配置場所は本例に限定されない。すなわち、P D L C素子200は第1レンズアレイ250の入射側、或いは、射出側のどちらか一方の側に配置されていれば良い。また、集光素子アレイとしては、本例の第1レンズアレイ250に代えて集光素子としての曲面反射ミラーを平面的に配列して構成した反射ミラーアレイを用いることもできる。但し、その場合には、照明装置は直線的に配置されず、光分割手段のところで照明光軸Lが折れ曲がる配置構成となる。さらに、第2レンズアレイ325を偏光分離素子400の射出側に配置することができ、また、第2レンズアレイ325に重畳レンズ440の機能を併せ持たせることで、重畳レンズ440を省略することができるなど、偏光変換素子400の周辺における各光学素子の配置形態は本例に限定されない。

【0069】

なお、第3の実施形態で説明したように、形成される光源像150の寸法形状が照明光軸Lからの距離によって異なる点に着目して、第2レンズアレイ325を異なる寸法形状を有する伝達レンズ326によって構成すると共に、それに対応するように偏光分離面420と反射面421とを配置しても良い。このような構成とすれば、P D L C素子200が非散乱モードにある場合の光利用効率を低下させずに、第2レンズアレイ325や偏光変換素子400を小型化することができる。また、偏光分離素子アレイ410の様態は本例に限定されず、一つの偏光分離面420と一つの反射面421とが対となって配置されていれば良く、例えば、偏光分離素子アレイの左右、上下或いは斜めの方向において、照明光軸Lを対称軸として、対称的に配置されていても良い。

【0070】

(第4の実施形態の変形例1)

図9に概略構成を示す照明装置4Aは、照明装置4の第2レンズアレイ325と偏光変換素子400との間に遮光手段としての遮光素子アレイ170を配置したもので、遮光素子アレイ170を設けることによって、偏光分離面420を経ずに反射面421に直接入射する光を無くすることができる。そのため、略一種類の偏光光を得ようとする照明装置を前提とした場合には、遮光素子アレイ170の使用は効果的である。

【0071】

図10(A)に示すように、遮光素子アレイ170の光透過部171の寸法形状は偏光分離素子アレイ410の偏光分離面420の開口部425に、また、遮光部172の寸法形状は反射面421の開口部426にそれぞれ略一致させて形成されている。或いは、第3の実施形態で説明したように、光源像150の寸法形状は照明光軸Lから離れるに従って変化するため、例えば、図10(B)に示すように、その寸法形状に合わせて配置された光透過部171を有する遮光素子アレイ170を用いても良い。

【0072】

したがって、非散乱モードの状態にあるP D L C素子200から射出された照明光のほとんど全ては遮光素子アレイ170で遮光されることがないため、被照明領域900は所望の偏光光によって明るく照明される。一方、P D L C素子200が散乱モードの場合には、P D L C素子200によって光の角度分布が広げられるため、形成される光源像150の寸法は遮光素子アレイ170の光透過部171も大きくなり、そこで遮光されるため、被照明領域900における明るさは低下する。すなわち、P D L C素子200を経た光によって形成される光源像150の寸法と光透過部171の寸法との大小関係によって、被照明領域900へと伝達される偏光光の光量は変化するため、照明装置4Aにおいても、先の照明装置4と同様の効果を得ることができる。なお、第2レンズアレイ325が偏光変換素子400の光源側に配置されている場合には、遮光素子アレイ170を第2レンズアレイ325の入射側に配置しても良い。

【 0 0 7 3 】

(第 4 の実施形態の変形例 2)

照明装置 3 A ではリレーレンズ 3 1 0 の近傍に複数の集光像 1 5 5 が形成されるため、これらの集光像 1 5 5 が形成される位置の近傍に偏光変換素子 4 0 0 を配置すれば、照明装置 4 と同様に、略一種類の偏光状態を有する偏光光を生成する照明装置を実現することができる。その一例を照明装置 4 B として示す。図 1 1 は照明装置 4 B の概略構成を示す平面図である。照明装置 4 B の基本的な構成は照明装置 3 A と同じであり、照明装置 3 A の光伝達手段であるリレーレンズ 3 1 0 を第 1 リレーレンズ 3 1 1 と第 2 リレーレンズ 3 1 2 に分割し、その間に照明装置 4 の偏光変換素子 4 0 0 を配置している。なお、第 1 リレーレンズ 3 1 1 に第 2 リレーレンズ 3 1 2 の機能を併せ持たせたり、或いは、その逆を行ったりすることによって、2 つ有るリレーレンズ 3 1 1、3 1 2 の内の一方を省略することができる。また、第 1 リレーレンズ 3 1 1 や第 2 リレーレンズ 3 1 2 を照明装置 4 の第 2 レンズアレイ 3 2 5 のように複数のレンズを平面的に配置したレンズアレイとしても良い。さらに、形成される集光像 1 5 5 の寸法形状が照明光軸 L からの距離によって異なる点に着目して、一つの偏光分離面 4 2 0 と一つの反射面 4 2 1 とからなる組を単位として、その組毎に寸法を変えた偏光分離面 4 2 0 と反射面 4 2 1 とによって偏光変換素子 4 0 0 を構成しても良い。このような構成とすれば、P D L C 素子 2 0 0 が非散乱モードにある場合の光利用効率を低下させずに、第 1 及び第 2 リレーレンズ 3 1 1、3 1 2 や偏光変換素子 4 0 0 を小型化することができる。

10

【 0 0 7 4 】

ここで、P D L C 素子 2 0 0 は第 1 リレーレンズ 3 1 1 の入射側に配置され、また、偏光分離面 4 2 0 は非散乱モードの状態にある P D L C 素子 2 0 0 から射出された光によって形成される集光像 1 5 5 をほぼ包含できる様な寸法形状に設定されているため、照明装置 4 B においても、先の照明装置 4 と同様の効果を得ることができる。なお、P D L C 素子 2 0 0 はガラスロッド 2 6 0 と偏光変換素子 4 0 0 との間に配置すれば良く、その配置場所については本例に限定されない。また、光源 1 0 0 とガラスロッド 2 6 0 との間に、さらに P D L C 素子 2 0 0 を追加して配置することができ、その場合には、被照明領域に入射する偏光光量を一層多様に制御することができる。

20

【 0 0 7 5 】

(第 4 の実施形態の変形例 3)

照明装置 4 における 2 つのレンズアレイの間に、別の形態の偏光変換素子を配置した構成を有する照明装置に対しても本発明を適用することができる。その一例を照明装置 4 C として示す。図 1 2 は照明装置 4 C の概略構成を示す平面図である。

30

【 0 0 7 6 】

偏光変換素子 4 5 0 は偏光分離部を構成する偏光分離素子 4 6 0 と偏光回転部を構成するアレイ状の構造を有する / 2 波長板 4 3 0 とを備えており、偏光分離素子 4 6 0 は入射端面 4 5 3 と射出端面 4 5 4 とが略 9 0 ° の角度を成す直角プリズム 4 5 1 と平行平板ガラス 4 5 2 とを接合したもので、両者の接合面には偏光分離面 4 2 0 が、また、平行平板ガラス 4 5 2 の直角プリズム 4 5 1 と対向しない面には反射面 4 2 1 がそれぞれ形成されている。ここで、偏光分離面 4 2 0 と反射面 4 2 1 とは互いに平行な状態にある。なお、一つの平行平板ガラス 4 5 2 と複数の小さな直角プリズム 4 5 1 を用いて偏光分離素子 4 6 0 を構成しても良く、この場合には、偏光分離素子 4 6 0 を小型化、軽量化できる効果がある。

40

【 0 0 7 7 】

第 1 レンズアレイ 2 5 0 から P D L C 素子 2 0 0 を経て偏光分離素子 4 6 0 に入射した非偏光な光は、偏光分離面 4 2 0 によって互いに偏光方向が直交する 2 種類の偏光光、例えば、P 偏光光と S 偏光光に空間的に分離される。偏光分離面 4 2 0 を透過した P 偏光光は、反射面 4 2 1 で反射され、再度偏光分離面 4 2 0 を透過して射出端面 4 5 4 から射出される。一方、偏光分離面 4 2 0 で反射された S 偏光光は、偏光分離面 4 2 0 と反射面 4 2 1 とが平行な状態で配置されているため、P 偏光光と略平行な状態で射出端面 4 5 4 から

50

射出される。偏光分離素子 460 の射出端面 454 の側には、 $\lambda/2$ 波長板 430 が偏光光の種類に対応させて位置選択的に形成されている。すなわち、偏光分離面 420 を透過してきた P 偏光光は、 $\lambda/2$ 波長板 430 を通過することによって偏光方向が略 90° 回転し、S 偏光光へと変換される。一方、偏光分離面 420 で反射された S 偏光光は、 $\lambda/2$ 波長板 430 を通過しないため偏光方向は変化せず、S 偏光状態のままである。以上の過程により、偏光変換素子 450 に入射した非偏光な光は、偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換されて射出される。第 2 レンズアレイ 330 は、形成される光源像 150 に対して伝達レンズ 331 が一対一に対応するように、第 1 レンズアレイ 250 を構成する小レンズ（集光素子）251 の 2 倍の数の伝達レンズ 331 で構成されており、偏光変換素子 450 から射出された略一種類の偏光光は、第 2 レンズアレイ 330 の対応する伝達レンズ 331 にそれぞれ入射し、被照明領域 900 に伝達され重畳結像される。したがって、被照明領域 900 上では略一種類の偏光光による略均一な照度分布を得ることができる。

10

【0078】

ここで、PDL素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の射出側に配置され、また、第 2 レンズアレイ 330 を構成する伝達レンズ 331 は非散乱モードの状態にある PDL素子 200 から射出された光によって形成される光源像 150 をほぼ包含できるような寸法形状に設定されている。したがって、照明装置 4C においても、先の照明装置 4 と同様の効果を得ることができる。

【0079】

20

なお、PDL素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の光源 100 側に配置されていても良く、その配置場所については本例に限定されない。すなわち、PDL素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の入射側、或いは、射出側のどちらか一方の側に配置されていれば良い。また、第 2 レンズアレイ 330 と $\lambda/2$ 波長板 430 との位置関係を逆に設定しても良い。さらに、第 1 レンズアレイ 250 を構成する小レンズ 251 と同数の伝達レンズ 331 を用いて第 2 レンズアレイ 330 を構成し、隣接する 2 つの光源像 150 に対して 1 つの伝達レンズ 331 が対応する構成とすることもでき、その場合には、隣接する 2 つの光源像 150 をほぼ包含できる様な寸法形状に第 2 レンズアレイ 330 を構成する伝達レンズ 331 を設定すれば良い。さらに、本例においても、形成される光源像 150 の寸法形状が照明光軸 L からの距離によって異なる点に着目して、第 2 レンズアレイ 330 を異なる寸法形状を有する伝達レンズ 331 によって構成しても良い。このような構成とすれば、PDL素子 200 が非散乱モードにある場合の光利用効率を低下させずに、第 2 レンズアレイ 330 を小型化することができる。

30

【0080】

（第 4 の実施形態の変形例 4）

照明装置 4C では、偏光変換素子 450 の偏光分離面 420 と反射面 421 とは平行な状態に設定されていたため、偏光分離面 420 で分離された 2 種類の偏光光は平行な状態で第 2 レンズアレイ 330 に入射していたが、偏光分離面 420 と反射面 421 とを非平行な状態に設定し、偏光分離面 420 で分離された 2 種類の偏光光がわずかに異なる角度で第 2 レンズアレイ 330 に入射する構成の偏光変換素子を備えた照明装置に対しても本発明を適用することができる。その一例を照明装置 4D として示す。図 13 は照明装置 4D の概略構成を示す平面図である。本例の偏光変換素子 451 では、柱状プリズム 459 の非平行な対向面に偏光分離面 420 と反射面 421 が形成されているため、第 2 レンズアレイ 330 に入射する偏光光の入射角を 2 種類の偏光光において異ならせることによって、2 種類の偏光光を空間的に分離している。なお、一つの柱状プリズム 459 と複数の小さな直角プリズム 451 を用いて偏光分離素子 461 を構成しても良く、この場合には、偏光分離素子 461 を小型化、軽量化できる効果がある。

40

【0081】

ここで、照明装置 4C と同様に、第 2 レンズアレイ 330 を構成する伝達レンズ 331 は非散乱モードの状態にある PDL素子 200 から射出された光によって形成される光源

50

像 150 をほぼ包含できる様な寸法形状に設定されている。したがって、照明装置 4 D においても、照明装置 4 C と同様の効果を得ることができる。

【0082】

なお、P D L C 素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の光源 100 側に配置されていても良く、その配置場所については本例に限定されない。すなわち、P D L C 素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の入射側、或いは、射出側のどちらか一方の側に配置されていれば良い。また、第 2 レンズアレイ 330 と $\lambda/2$ 波長板 430 との位置関係や、第 2 レンズアレイ 330 を構成する伝達レンズ 331 の数やその形状のバリエーションについては、照明装置 4 C と同様に多様な形態を採用することができる。

【0083】

(第 4 の実施形態の変形例 5)

方解石のような複屈折性を有する光学素子を偏光分離素子として用いた照明装置に対しても本発明を適用することができる。その一例を照明装置 4 E として示す。図 14 は照明装置 4 E の概略構成を示す平面図である。照明装置 4 E の偏光分離素子 470 は複屈折性を有する光学素子で形成されており、偏光分離素子 470 に入射した非偏光な光は、偏光方向が略直交する 2 種類の偏光光、例えば、X 偏光光と Y 偏光光に分離され、互いに僅かに異なる角度で偏光分離素子 470 から射出される。偏光分離素子 470 から射出された 2 種類の偏光光は、第 1 レンズアレイ 250 によって複数の光に分割され、P D L C 素子 200 を経て第 2 レンズアレイ 330 に入射する。第 2 レンズアレイ 330 は、形成される光源像 150 に対して伝達レンズ 331 が一対一で対応するように、第 1 レンズアレイ 250 を構成する小レンズ 251 の 2 倍の数の伝達レンズ 331 で構成されており、偏光分離素子 470 から射出された 2 種類の偏光光は、第 2 レンズアレイ 330 の対応する伝達レンズ 331 にそれぞれ入射する。第 2 レンズアレイ 330 の射出側には $\lambda/2$ 波長板 430 が偏光光の種類に対応させて位置選択的に形成されており、 $\lambda/2$ 波長板 430 に入射した Y 偏光光は偏光方向が略 90° 回転され X 偏光光に変換される。一方、X 偏光光は $\lambda/2$ 波長板 430 を通過しないため偏光方向は変化しない。以上の過程により、光源 100 から射出された非偏光な光は、偏光方向が揃った略一種類の偏光光に変換される。第 2 レンズアレイ 330 の対応する伝達レンズ 331 に入射したそれぞれの偏光光は被照明領域 900 に伝達され重畳結像される。したがって、被照明領域 900 上では略一種類の偏光光による略均一な照度分布を得ることができる。

【0084】

ここで、P D L C 素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の射出側に配置され、また、第 2 レンズアレイ 330 を構成する伝達レンズ 331 は非散乱モードの状態にある P D L C 素子 200 から射出された光によって形成される光源像 150 をほぼ包含できる様な寸法形状に設定されている。したがって、照明装置 4 E においても、先の照明装置 4 と同様の作用効果を得ることができる。

【0085】

なお、P D L C 素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の光源 100 側に配置されていても良く、その配置場所については本例に限定されない。すなわち、P D L C 素子 200 は第 1 レンズアレイ 250 の入射側、或いは、射出側のどちらか一方の側に配置されていれば良い。また、第 2 レンズアレイ 330 と $\lambda/2$ 波長板 430 との位置関係や、第 2 レンズアレイ 330 を構成する伝達レンズ 331 の数やその形状のバリエーションについては、照明装置 4 C と同様に多様な形態を採用することができる。

【0086】

(第 5 の実施形態)

第 3 の実施形態の照明装置 3 では、複数の光源像を形成する複数の部分光を一括して散乱する光散乱手段としての P D L C 素子 200 を用いていたが、この第 5 の実施形態の照明装置 5 では、各々の部分光を独立して散乱する光散乱手段としての P D L C 素子 500 を設けた点が相違する。

【0087】

図15は、第5の実施形態としての照明装置5の概略構成を示す平面図である。照明装置3と同様に、この照明装置5も2つのレンズアレイを備えている。図16に示すように、第1レンズアレイ250は複数の小レンズ251をM行N列のマトリックス状に配置して構成されており、第2レンズアレイ320も複数の小レンズ321を同様に配置して構成されている。また、PDL素子500は第1レンズアレイ250と相対する面内において複数の領域に分割され、すなわち、図17に示すように、小レンズ251の配列の仕方に合わせてM×N個に分割された複数の散乱領域510を備えて構成されている。この散乱領域は、図示しない制御手段によって、それぞれ別々に制御できるように設定されている。なお、PDL素子500を第1レンズアレイ250に近接して配置する場合には、小レンズ251の配列の仕方に合わせて散乱領域510を設定することが望ましいが、小レンズ251によって光源像が形成されるため、PDL素子500を第2レンズアレイ250に近接して配置する場合には、部分光や部分光によって形成される光源像の配列の仕方に合わせて散乱領域510を設定することが望ましい。

10

【0088】

ところで、TN型の表示モードを備えた一般的な液晶装置では、図18に示すように、コントラスト特性が入射角依存性を有し、照明光の液晶装置への入射角が大きくなるほどコントラスト値は低下する。したがって、被照明領域900として、表示特性が入射角依存性を有する液晶装置を想定した場合には、小さな角度で被照明領域900に入射する照明光よりも、大きな角度で入射する照明光を優先して遮光する形態とすれば、或いは、小さな角度で被照明領域900に入射する照明光の散乱度合いよりも、大きな角度で入射する照明光の散乱度を優先して増大させる形態とすれば、表示画像のコントラストを効果的に向上させやすい。

20

【0089】

そこで、本実施の形態のPDL素子500は、先に図17に示したように、独立して制御可能な複数の散乱領域510を備えて構成されており、例えば、被照明領域900に入射させる照明光を僅かに減光する場合には、システム光軸Lから離れた周辺部に光源像を形成する部分光を選択的に散乱させて減光し、減光の程度が増すにしたがって、散乱させる領域をシステム光軸Lの方向に拡げて行き、減光の程度が最も大きい段階では中央部付近に光源像を形成する部分光をも散乱させて減光するように、或いは、複数の散乱領域510間において、中央部付近に光源像を形成する部分光の散乱の程度よりも、システム光軸Lから離れた周辺部に光源像を形成する部分光の散乱の程度を常に増大させるように、PDL素子500は制御される。その結果、単一の散乱領域を備えたPDL素子を用いた場合に比べて、照明光全体の減光の程度が同じであっても、投写画像のさらなる高画質化（例えば高コントラスト化）を実現することができる。

30

【0090】

以上のように構成された照明装置5においては、照明装置2または3と同様の効果を実現できると共に、表示特性が照明光の入射角依存性を有する電気光学装置を被照明領域900とした場合には、照明光全体の減光の程度が同じであっても、より高画質な表示画像を得ることが可能となる。なお、PDL素子500の散乱領域510の設定の仕方は、本実施の形態に限定されず、例えば、図19(A)～(D)に示すように、同心略相似形状、マトリックス状、列状、行状などに設定することもできる。さらに、第1レンズアレイ250を構成する小レンズ251や光源像の配列の仕方とは対応しないように設定してもよく、例えば、一つの小レンズ251や光源像に対して複数の散乱領域510が対応するように、或いは、複数の小レンズ251や光源像に対して一つの散乱領域510が対応するように設定しても良い。

40

【0091】

上述したようなPDL素子500における散乱領域510の設定や制御の仕方は、被照明領域（電気光学装置）における表示特性を考慮して決定され、すなわち、電気光学装置における表示画像の高画質化に不適当な照明光（部分光）から先に減光や減光の程度を増すように駆動することが望ましい。高画質化に不適当な照明光とは、例えば、コントラ

50

トの低下やフリッカーの増加を招きやすい入射角度の大きな照明光が該当する。また、図 18 に示したように、一般に T N 型の液晶装置ではコントラストの著しい低下を招く逆視方向 520 (図 18 では $\theta = 135$ 度の方向) が存在するため、この方向に沿って入射する照明光を選択的に減光すれば、表示画像の高画質化を一層効果的に達成できる。

B. プロジェクタ

上記の照明装置を用いて構成される本発明に係わるプロジェクタについて説明する。

【0092】

(第6の実施形態)

図 20 は、第 6 の実施形態としてのプロジェクタの要部を示す概略構成図である。本実施形態のプロジェクタ A は、画像情報に含まれる輝度情報に基づいて光散乱手段である P D L C 素子 200 と投写画像を形成する電気光学装置を制御することによって、画像情報の内容に応じて投写画像の明るさやコントラスト特性を制御できる点に特徴を有する。プロジェクタ A では第 3 の実施形態で説明した照明装置 3 と、照明装置 3 からの照明光を光変調して画像を形成する電気光学装置として透過型の液晶装置 700 を用いている。

【0093】

液晶装置 700 は照明装置 3 における被照明領域 900 の位置に配置され、光源 100 から射出された光は P D L C 素子 200 を経て液晶装置 700 に入射し、液晶装置 700 で光変調を施されて画像情報を含んだ光に変換され、投写光学系 710 によってスクリーン 910 上に投写画像を形成する。

【0094】

次に、画像情報の取り扱い、及び、P D L C 素子 200 と液晶装置 700 の駆動手段について説明する。外部から入力された画像情報である原画像信号 800 は、輝度計算手段 810 と画像制御手段 840 の双方に伝達される。輝度計算手段 810 では、原画像信号 800 中に含まれる輝度成分の分布を算出し、例えば、1 フィールド或いは 1 フレーム中の平均輝度レベル、最大輝度レベル、最小輝度レベルなどを輝度情報信号 811 として画質制御量計算手段 820 に伝達する。画質制御量計算手段 820 では、輝度情報信号 811 に基づいて、P D L C 素子 200 によって液晶装置 700 に入射させる光量を制御するための輝度制御信号 821 を算出し、P D L C 駆動手段 830 に伝達すると共に、P D L C 素子 200 の制御に対応させて、液晶装置 700 に表示する画像信号の信号レベルを制御するための画像制御信号 822 を算出し、画像制御手段 840 に伝達する。そして、P D L C 駆動手段 830 は、輝度制御信号 821 に基づいて P D L C 素子 200 を駆動し、P D L C 素子 200 を通過する光の角度分布を制御する。一方、画像制御手段 840 では、画像制御信号 822 と原画像信号 800 とから最終的に表示を行うための画像信号 841 を生成し、L V 駆動手段 850 はその画像信号 841 に基づいて液晶装置 700 を駆動する。

【0095】

ここで、輝度情報信号 811 と、P D L C 素子 200 及び液晶装置 700 の制御との関係について、図 21 を用いて説明する。図 21 は原画像信号における輝度レベルとプロジェクタ A で表示可能な輝度範囲の関係を示している。輝度情報信号 811 の 3 つのパラメータである平均輝度レベル、最大輝度レベル、最小輝度レベルがともに高い値を示す場合、すなわち、表示しようとする画像が明るく、暗い部分がない場合には、P D L C 素子 200 は非散乱モードとなり、第 1 レンズアレイ 250 によって形成される光源像 150 と第 2 レンズアレイ 320 を構成する伝達レンズ 321 とにおける寸法形状の関係から、照明光は一切減衰されることなく液晶装置 700 に入射する。この場合、画像制御手段 840 では原画像信号 800 と全く同じ画像信号 841 が生成され、液晶装置 700 ではこの画像信号 841 に基づいて光変調が行われる。この時、プロジェクタ A が表示し得る投写画像の明るさの範囲は、液晶装置 700 のコントラスト特性に基づいて、図 21 の (A) に示す W1 ~ B1 の範囲となる。

【0096】

一方、輝度情報信号 811 の 3 つのパラメータがともに低い値を示す場合、すなわち、

表示しようとする画像が暗く、明るい部分がない場合には、P D L C 素子 2 0 0 は散乱モードとなり、形成される光源像 1 5 0 の寸法は伝達レンズ 3 2 1 よりも大きくなるため、液晶装置 7 0 0 に入射する照明光量は減少する。この場合、画像制御手段 8 4 0 では照明光量の減少に関する情報が画像制御信号 8 2 2 として伝達され、原画像信号 8 0 0 から実際の表示に係わる画像信号 8 4 1、すなわち照明光量の減少を考慮した画像信号 8 4 1 が生成される。例えば、最大輝度レベルの信号に対しては照明光量の減少分を補い、最小輝度レベルの信号に対しては照明光量の減少分を補わないことで、暗い画像を一層暗く表現できる画像信号 8 4 1 を生成する。但し、画像信号 8 4 1 の生成の様式は、電気光学装置の表示特性や観察者である人間の視覚特性なども考慮して決定されることが望ましいため、上記の方法には限定されない。そして、液晶装置 7 0 0 ではこの画像信号 8 4 1 に基づいて光変調が行われる。この時、表示し得る投写画像の明るさの範囲は、図 2 1 の (B) に示す W 2 ~ B 2 の範囲となり、黒を表現しようとする場合には、(A) の場合に比べて「黒浮き」が抑えられた、一層暗い黒となる。

10

【 0 0 9 7 】

そして、上記の極端な場合以外の画像に対しては、輝度情報信号 8 1 1 の 3 つのパラメータに基づいて、上記の中間の状態をとるように制御される。

【 0 0 9 8 】

以上のように構成された本発明のプロジェクタ A では、投写画像において表示し得る明るさの可変範囲は図 2 1 の (C) に示す W 1 ~ B 2 の範囲となり、液晶装置 7 0 0 のコントラスト比を改善することなく、コントラスト比の向上した投写画像を実現することができる。従来のプロジェクタでは、表示しようとする画像が全体に暗い場合であっても、液晶装置以外の部分では明るさの制御ができなかったため、液晶装置の階調データを輝度レベルの低い画像信号に対して有効に割り当てることができず、細かな階調表現ができなかった。しかし、本発明のプロジェクタ A では、液晶装置に加えて、照明系においても明るさの制御が可能であるため、液晶装置 7 0 0 に入射する照明光量の制御と液晶装置 7 0 0 における階調表現とを組み合わせることで表示画像の輝度レベルを制御することができる。すなわち、表示しようとする画像が全体に暗い場合には、照明系によって画像の最小輝度レベル (図 2 1 の B 2 レベル) を、照明系と液晶装置の階調表現によって最大輝度レベル (同 W 1 レベル) を表現することで、画像が有する階調変化の範囲に対して液晶装置 7 0 0 の階調データをより多く割り当てることができるため、有限の階調表現しかできない液晶装置 7 0 0 であっても、より細かな階調表現を実現することができる。

20

30

【 0 0 9 9 】

しかも、上記の制御を 1 フィールド或いは 1 フレーム毎に自動的に行うようにシステムを構築すれば、ほとんどリアルタイムで投写画像の内容に応じてコントラスト比、階調性、明るさを可変でき、黒の表現性に優れた高画質な投写画像を表示することができる。もちろん、観察者の好みに応じて上記の制御を行えるようにシステムを構築しても良い。さらに、表示しようとする画像が全体に暗い場合には、照明系によって電気光学装置に入射する照明光量を減少できるため、耐光性が十分に高いと言い難い電気光学装置を使用する場合であっても電気光学装置の長寿命化を図ることができる。また、照明光量の減少によって電気光学装置における発熱量も低減できるため、電気光学装置を冷やす冷却装置の負荷を低減して冷却装置の低騒音化を実現することができる。

40

【 0 1 0 0 】

(第 7 の実施形態)

図 2 2 は、第 7 の実施形態としてのプロジェクタの要部を示した概略構成図である。本実施形態のプロジェクタ B では、プロジェクタが設置された場所の明るさ、すなわち環境光を検知する光センサーからの情報に基づいて光散乱手段である P D L C 素子 2 0 0 を制御し、環境光の状態に対応して投写画像の明るさを制御できる点に特徴を有する。

【 0 1 0 1 】

光センサー 8 8 0 はプロジェクタ B が設置された場所における環境光の明るさを検出し、環境光信号 8 8 1 として輝度制御手段 8 6 0 に伝達する。輝度制御手段 8 6 0 では環境光

50

信号 8 8 1 に基づいて輝度制御信号 8 2 1 を算出し、P D L C 駆動手段 8 3 0 は輝度制御信号 8 2 1 に基づいて P D L C 素子 2 0 0 を駆動し、P D L C 素子 2 0 0 を通過する光の角度分布を制御する。ここで、環境光信号 8 8 1 と、P D L C 素子 2 0 0 の制御との関係について説明する。環境光が明るい場合には、P D L C 素子 2 0 0 は非散乱モードとなり、照明光は一切減衰されることなく液晶装置 7 0 0 に入射する。一方、環境光が暗い場合には、P D L C 素子 2 0 0 は散乱モードとなり、液晶装置 7 0 0 に入射する照明光量は減少する。

【 0 1 0 2 】

以上のように構成された本発明のプロジェクタ B では、プロジェクタが置かれた環境の明るさに応じて、明るさを自動的に、或いは、観察者の好みに応じて調節することができるため、観察者にとって見やすく、高画質な投写画像を表示することができる。また、スクリーン 9 1 0 に差し込む外光を光センサー 8 8 0 で検出し、その結果に基づいて投写画像の明るさを制御する構成としても良い。例えば、スクリーン 9 1 0 に外光や環境光が差し込まない場合には減光した状態で投写画像を表示し、外光や環境光が差し込む場合には表示画像のコントラスト低下を招いて見づらくなるため、減光をせずに投写画像を表示することで表示画像のコントラストを高めて見やすくすることができる。なお、本例の構成を先のプロジェクタ A に組み入れることも可能であるため、その場合には、投写画像の内容、環境光の明るさ、観察者の好みなどのパラメーターに基づいて、投写画像を一層細やかに制御することができる。

【 0 1 0 3 】

C . その他の変形例

本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々の状態で実施することが可能であり、例えば、次のような変形も可能である。

【 0 1 0 4 】

1) 第 1 の実施形態で説明した P D L C 素子は、マイクロカプセル化された液晶が樹脂中で互いに孤立して存在する様式の高分子分散型液晶装置であったが、3次元網目状高分子構造体の中で液晶が連続して存在する様式の高分子分散型液晶装置 (P N L C 素子 : P o l y m e r N e t w o r k L i q u i d C r y s t a l) を光散乱手段として用いても良く、P D L C 素子の場合と同様の作用、効果を実現することができる。なお、P N L C 素子において光散乱を生じるメカニズムは P D L C 素子の場合と同じである。P D L C 素子は、散乱モード時の散乱性が高く、P N L C 素子に比べて応答速度が速いなどの特徴があり、一方、P N L C 素子は、非散乱モード時の光透過率が高く、P D L C 素子に比べて駆動電圧が低く、製造が容易で、低コスト化しやすいなどの特徴がある。

【 0 1 0 5 】

さらには、樹脂や 3 次元網目状高分子構造体の中に分散させた液晶を用いることなく、液晶を動的散乱モードで駆動する様式の液晶装置を本発明の光散乱手段として使用することができる。液晶分子の長軸に対して直角方向に永久双極子モーメントを持つ液晶では、電界あるいは電圧の印加によって配向状態が異なる多数の分域を生じ、それらの分域の境界では光が散乱され、その散乱の程度は印加する電界あるいは電圧に比例する。動的散乱モードで駆動する液晶装置は構造が簡単であり、製造しやすいという特徴がある。

【 0 1 0 6 】

2) 光散乱手段である P D L C 素子や P N L C 素子では、液晶の種類や樹脂或いは 3 次元網目状高分子構造体中での液晶の配向の仕方によっては、電界あるいは電圧を印加した場合に屈折率が整合されずに散乱モードとなり、逆に、電界あるいは電圧を印加しない場合に屈折率が整合されて非散乱モードとなる様式の高分子分散型液晶装置も実現可能であり、そのような P D L C 素子並びに N C A P 素子や P N L C 素子を光散乱手段として用いても、本発明と同様の効果を実現することができる。

【 0 1 0 7 】

3) 上記のプロジェクタ A、B では、電気光学素子として透過型の液晶装置を用いていたが、反射型の液晶装置を用いたプロジェクタや、液晶以外の電気装置、例えば、テキサス

10

20

30

40

50

インスツルメント社のDMD装置を用いたプロジェクタに対しても、本発明の照明装置を採用することができる。なお、DMDは、テキサスインスツルメント社の登録商標である。さらに、プロジェクタの形態としては、前面投写型のプロジェクタや背面投写型のプロジェクタにおいても本発明の照明装置を採用することができる。

【0108】

4) ランプに投入する電力量を変えることで射出光量を調節可能ないわゆる調光ランプを本発明の照明装置に使用すれば、被照明領域を照明する光量をより広範囲に渡って制御することができるため、投写画像を一層細やかに制御することが可能となる。但し、一般的な調光ランプでは、瞬時の調光を行えないため、調光ランプを併用した場合でも、本発明の有効性は失われない。

10

【0109】

【発明の効果】

上述したように本発明の照明装置は、光源と被照明領域との間に光散乱手段を備えているため、外部からの制御情報によって光散乱手段から射出される光の角度分布を変え、所望の角度分布を有する照明光に変換することで、被照明領域に入射する照明光量を制御することができる。したがって、調光を瞬時に行うことができないランプを用いた場合であっても、被照明領域における明るさを瞬時に制御する照明装置を実現することができる。

【0110】

また、本発明の構成は、光分割手段を備えることで被照明領域において略均一な照度分布を得る照明装置や、光分割手段と偏光変換素子を備えることで被照明領域において略一種類の偏光による略均一な照度分布を得る照明装置に対しても適用することができ、上記と同様の効果を得ることができる。

20

【0111】

さらに、本発明の照明装置を用いて構成したプロジェクタでは、電気光学装置のコントラスト比を改善することなく、コントラスト比の向上した投写画像を実現することができ、また、投写画像の内容に応じてコントラスト比、階調性、明るさを可変でき、黒の表現性に優れた高画質な投写画像を表示することができる。さらに、プロジェクタが置かれた環境の明るさに応じて、明るさを自動的に、或いは、観察者の好みに応じて調節することができ、観察者にとって見やすく、高画質な投写画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】 第1の実施形態としての照明装置1の概略構成を示す平面図である。

【図2】 PDL素子の構造と機能を説明するための概略断面図であり、(A)は電界を印加していない状態を、(B)は電界を印加した状態を示している。

【図3】 PDL素子において、印加する電圧と射出される光の角度分布状態の関係を示す説明図である。

【図4】 第2の実施形態としての照明装置2の概略構成を示す平面図である。

【図5】 照明装置2にける遮光素子の光透過部と光源像との寸法形状の関係を説明するための図であり、(A)は光透過部と光源像の寸法がほぼ等しい場合を、(B)は光透過部よりも光源像の寸法が大きい場合を示している。

【図6】 第3の実施形態としての照明装置3の概略構成を示す平面図である。

40

【図7】 第3の実施形態の変形例としての照明装置3Aの概略構成を示す平面図である。

【図8】 第4の実施形態としての照明装置4の概略構成を示す平面図である。

【図9】 第4の実施形態の変形例1としての照明装置4Aの概略構成を示す平面図である。

【図10】 照明装置4Aに使用される遮光素子アレイの概略構成を示す平面図であり、(A)は光透過部が偏光分離面の開口部と一致している場合を、(B)は光透過部が光源像の寸法形状と略一致している場合を示している。

【図11】 第4の実施形態の変形例2としての照明装置4Bの概略構成を示す平面図である。

50

【図 1 2】 第 4 の実施形態の変形例 3 としての照明装置 4 C の概略構成を示す平面図である。

【図 1 3】 第 4 の実施形態の変形例 4 としての照明装置 4 D の概略構成を示す平面図である。

【図 1 4】 第 4 の実施形態の変形例 5 としての照明装置 4 E の概略構成を示す平面図である。

【図 1 5】 第 5 の実施形態としての照明装置 4 の概略構成を示す平面図である。

【図 1 6】 レンズアレイのマトリックス構造の説明図である。

【図 1 7】 照明装置 5 の P D L C 素子の概略構成を示す平面図である。

【図 1 8】 T N 型の表示モードを備えた液晶装置におけるコントラスト特性の一例を説明する図である。 10

【図 1 9】 散乱領域の配置の仕方を説明する図であり、(A) は同心略相似形状に、(B) はマトリックス状に、(C) は列状に、(D) は行状に、各々散乱領域を配列した場合を示している。

【図 2 0】 第 6 の実施形態としてのプロジェクタ A の要部を示す概略構成図である。

【図 2 1】 原画像信号における輝度レベルとプロジェクタ A で表示可能な輝度範囲の関係を示す図である。

【図 2 2】 第 7 の実施形態としてのプロジェクタ B の要部を示す概略構成図である。

【符号の説明】

A、B プロジェクタ 20

L 照明光軸

1、2、3、3 A、4、4 A、4 B、4 C、4 D、4 E、5 照明装置

1 0 0 光源

1 1 0 ランプ

1 2 0 放物面リフレクター

1 2 1 楕円面リフレクター

1 3 0 集光素子

1 5 0 光源像

1 5 5 集光像

1 6 0、1 7 0 遮光素子 30

1 6 1、1 7 1 光透過部

1 6 2、1 7 2 遮光部

2 0 0、5 0 0 P D L C 素子

2 1 0 液晶

2 1 1 マイクロカプセル

2 1 2 樹脂

2 2 0 透明電極

2 3 0 透明基板

2 4 0 入射光

2 5 0 第 1 レンズアレイ 40

2 5 1 小レンズ

2 6 0 ガラスロッド

2 6 1 入射端面

2 6 2 射出端面

2 6 3 反射面

2 7 0 集光レンズ

3 0 0 伝達レンズ

3 1 0 リレーレンズ

3 1 1 第 1 リレーレンズ

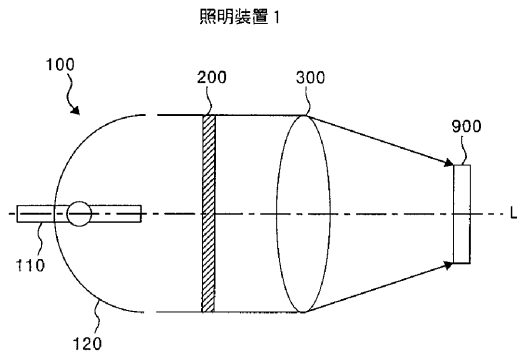
3 1 2 第 2 リレーレンズ 50

3 2 0、3 2 5、3 3 0 第 2 レンズアレイ
3 2 1、3 2 6、3 3 1 伝達レンズ
1 7 0 遮光素子アレイ
4 0 0、4 5 0、4 5 1 偏光変換素子
4 1 0 偏光分離素子アレイ
4 2 0 偏光分離面
4 2 1 反射面
4 2 5、4 2 6 開口部
4 3 0 / 2 波長板
4 4 0 重畳レンズ
4 5 1 直角プリズム
4 5 2 平行平板ガラス
4 5 3 入射端面
4 5 4 射出端面
4 6 0、4 6 1 偏光分離素子
5 1 0 散乱領域
5 2 0 逆明視方向
6 0 0 平行化レンズ
7 0 0 液晶装置
7 1 0 投写光学系
8 1 0 輝度計算手段
8 2 0 画質制御量計算手段
8 3 0 P D L C 駆動手段
8 4 0 画像制御手段
8 5 0 L V 駆動手段
8 6 0 輝度制御手段
8 8 0 光センサー
9 0 0 被照明領域
9 1 0 スクリーン

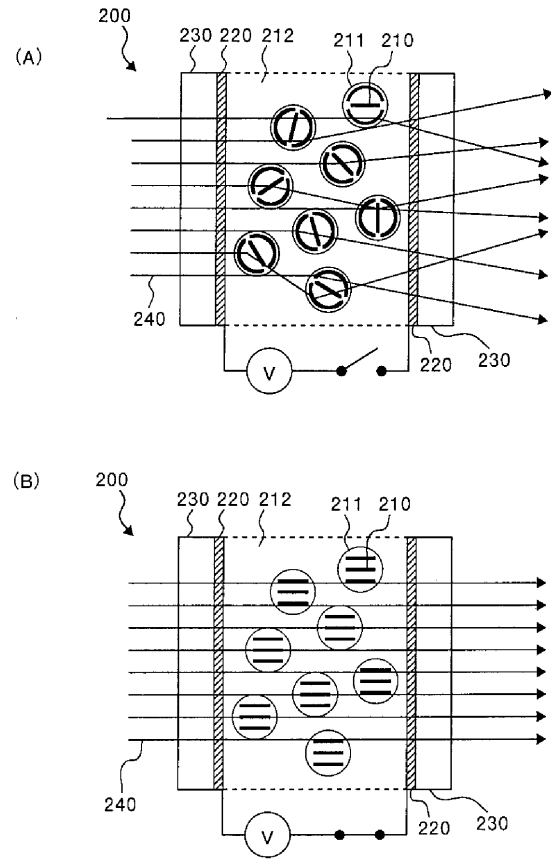
10

20

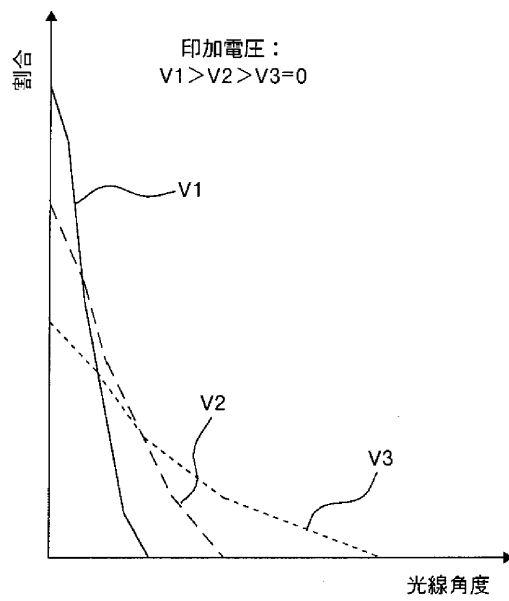
【図 1】



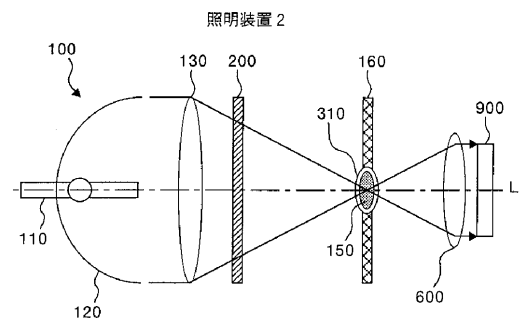
【図 2】



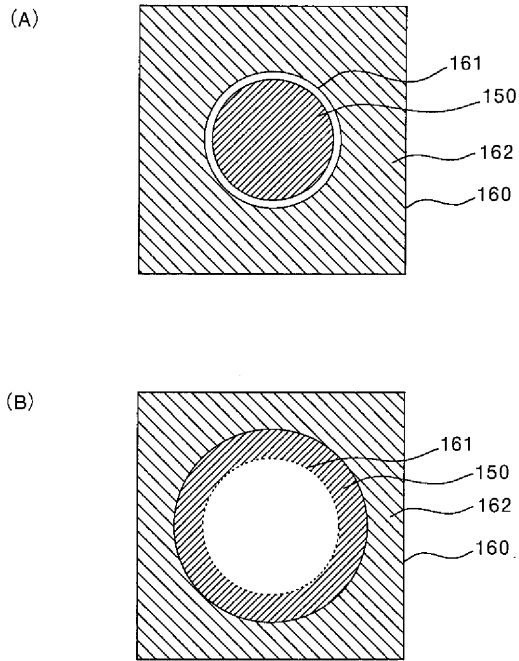
【図 3】



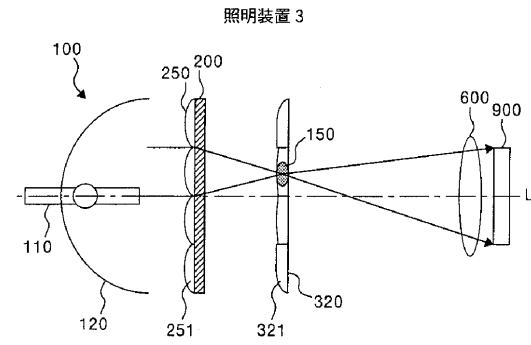
【図 4】



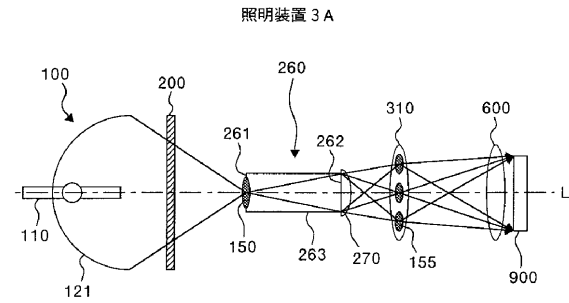
【図 5】



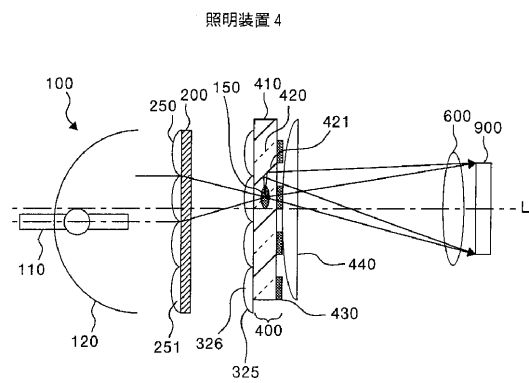
【図 6】



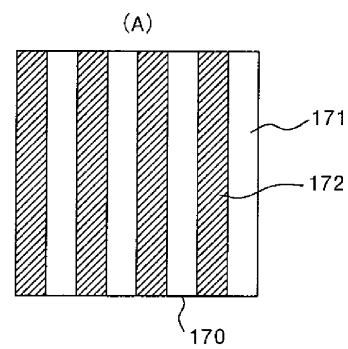
【図 7】



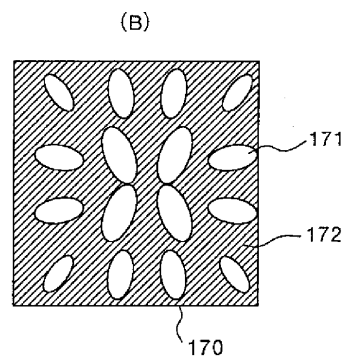
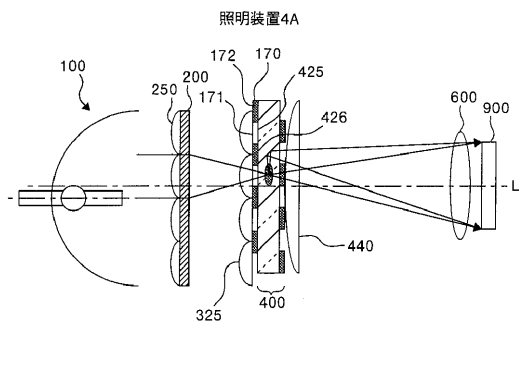
【図 8】



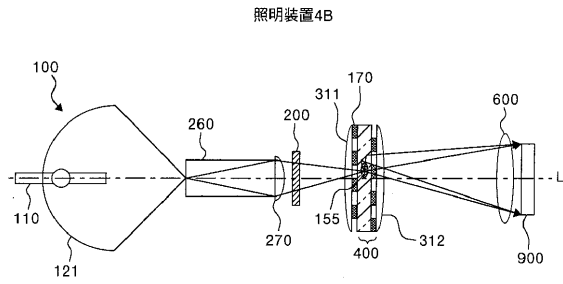
【図 10】



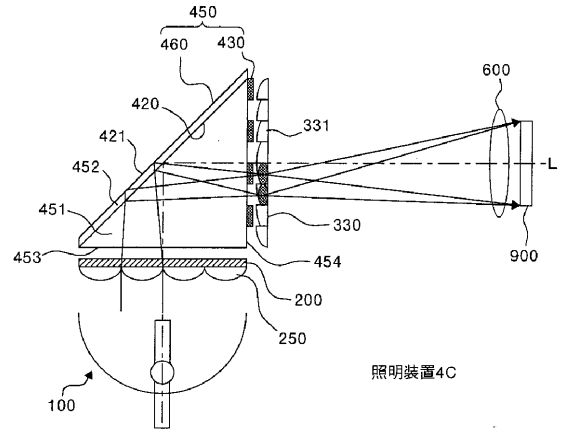
【図 9】



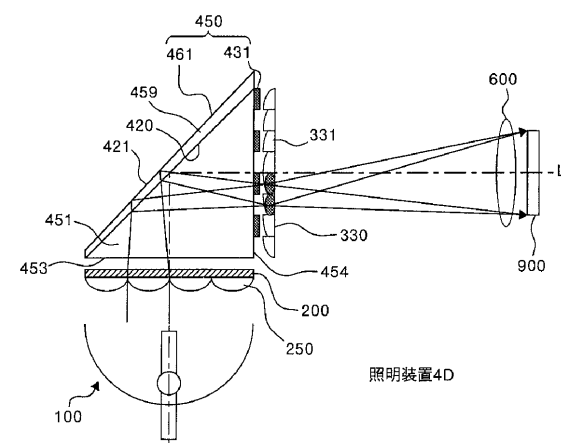
【図 1 1】



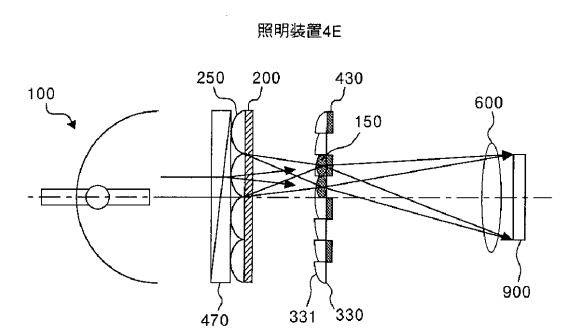
【図 1 2】



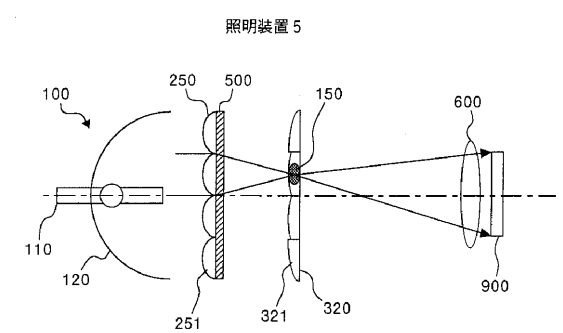
【図 1 3】



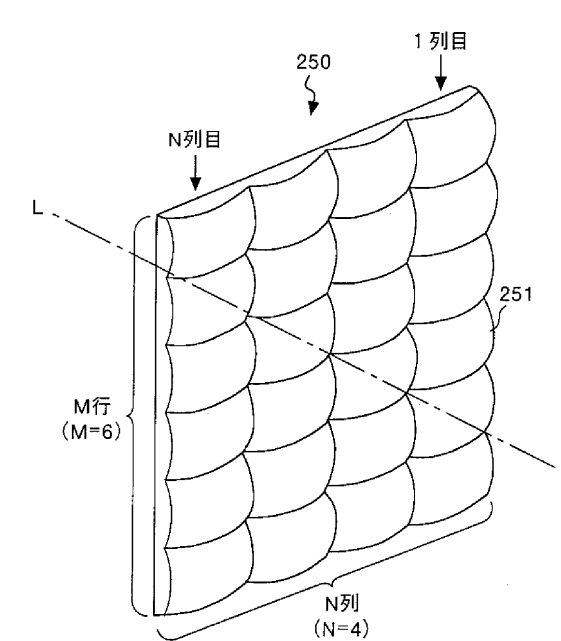
【図 1 4】



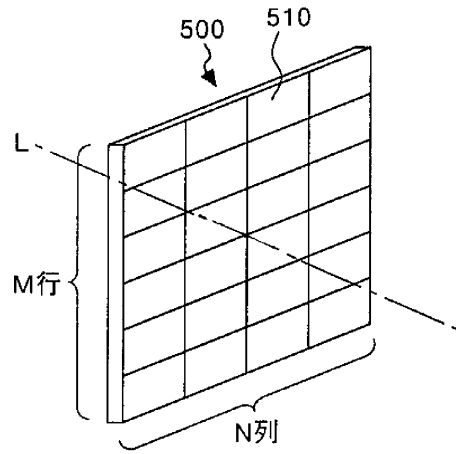
【図 1 5】



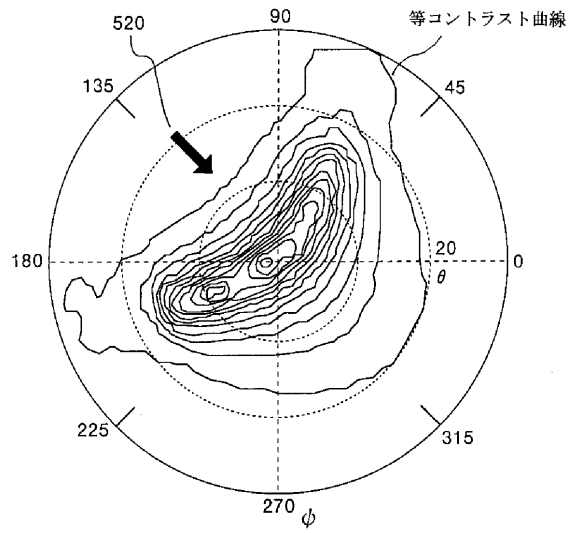
【図 1 6】



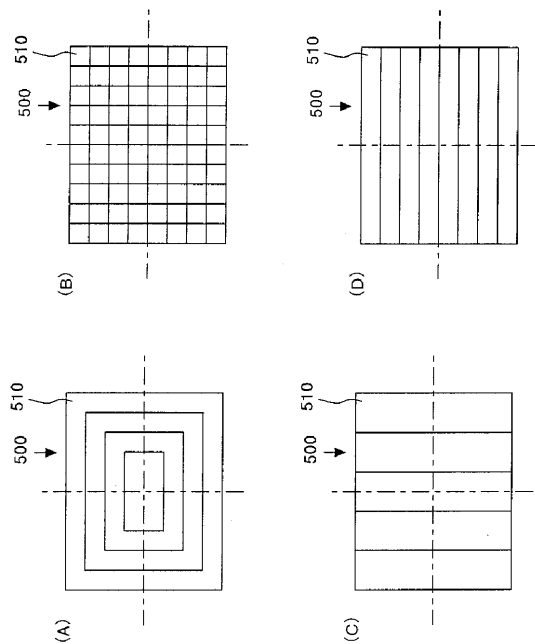
【図17】



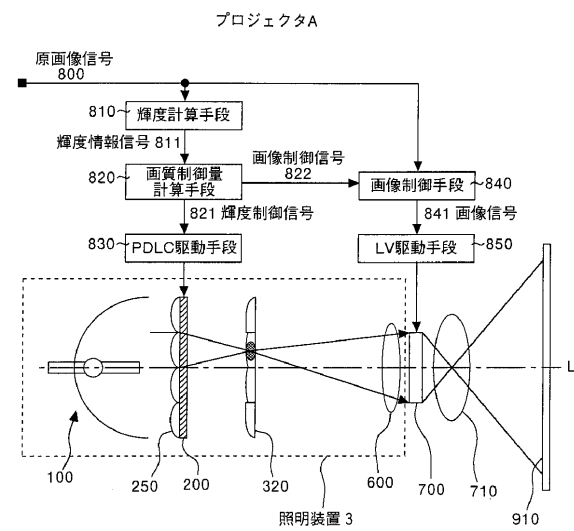
【図18】



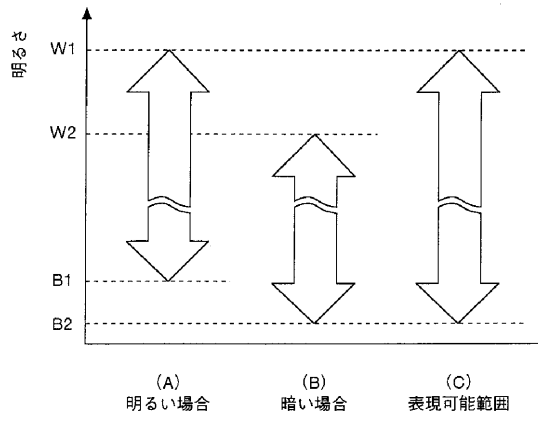
【図19】



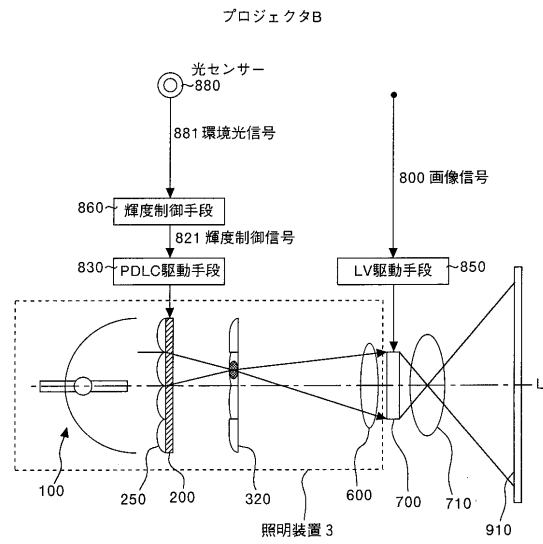
【図20】



【図 2 1】



【図 2 2】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/74 (2006.01) F 2 1 Y 101:00
 F 2 1 Y 101/00 (2006.01)

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 5 3 9 0 7 (J P , A)
 特開平 0 5 - 2 2 4 1 5 5 (J P , A)
 特開平 0 7 - 1 2 8 6 6 3 (J P , A)
 特開平 0 7 - 0 5 0 1 0 1 (J P , A)
 特開平 0 5 - 2 1 0 0 7 7 (J P , A)
 特開平 0 5 - 0 7 2 5 1 6 (J P , A)
 特開平 0 5 - 0 0 5 9 5 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 3 3 8 4 4 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 0 2 9 1 3 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G03B 21/00
 F21S 2/00
 F21V 13/00
 G02B 27/28
 G02F 1/13357
 H04N 5/74
 F21Y 101/00