

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4285425号  
(P4285425)

(45) 発行日 平成21年6月24日 (2009. 6. 24)

(24) 登録日 平成21年4月3日 (2009. 4. 3)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 B 21/00 (2006. 01)

G O 3 B 21/00 E

G O 2 F 1/13357 (2006. 01)

G O 2 F 1/13357

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-66092 (P2005-66092)  
 (22) 出願日 平成17年3月9日 (2005. 3. 9)  
 (65) 公開番号 特開2006-251232 (P2006-251232A)  
 (43) 公開日 平成18年9月21日 (2006. 9. 21)  
 審査請求日 平成17年8月16日 (2005. 8. 16)

(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 100107836  
 弁理士 西 和哉  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100101465  
 弁理士 青山 正和  
 (72) 発明者 内山 正一  
 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  
 (72) 発明者 中村 旬一  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置及びプロジェクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示画像データに基づいて光源からの光を変調して画像を表示する画像表示装置であって、

前記光源から射出された光を変調する液晶ライトバルブからなる第1光変調素子と、  
 該第1光変調素子と光路上に直列に配置され、前記第1光変調素子から出射する光を変調する液晶ライトバルブからなる第2光変調素子と、

前記第1光変調素子の単位画素の開口部を開口部像として前記第2光変調素子に結像させる結像光学手段と、を備え、

前記第1光変調素子の単位画素の開口部および前記第2光変調素子の単位画素の開口部がともに非対称な形状であり、

前記結像光学手段によって結像される前記第1光変調素子の前記開口部像と前記第2光変調素子の単位画素の開口部形状とが略一致しており、

前記第1光変調素子が、異なる色光をそれぞれ変調する複数の光変調素子からなり、

前記複数の光変調素子において変調された光を合成するダイクロイックプリズムを備え

、

該ダイクロイックプリズムを透過する光を射出する前記第1光変調素子の開口部形状に前記第2光変調素子の開口部形状を合わせること

【請求項 2】

前記結像光学手段が倒立結像手段であり、

10

20

前記第1光変調素子に対する前記第2光変調素子の単位画素の開口部の大きさが、前記結像光学手段の倍率に応じた大きさであるとともに、光軸回りに180°回転対称に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の画像表示装置と、

該画像表示装置から射出された光を投射する投射手段とを備えることを特徴とするプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の光変調素子を介して光源からの光を変調して画像を表示する装置に係り、特に、輝度ダイナミックレンジおよび階調数の拡大を実現するのに好適な画像表示装置及びプロジェクタに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、LCD (Liquid Crystal Display)、EL (Electro-luminescence) ディスプレイ、プラズマディスプレイ、CRT (Cathode Ray Tube)、プロジェクタ等の電子ディスプレイ装置における画質改善は目覚しく、解像度、色域については人間の視覚特性にほぼ匹敵する性能を有する装置が実現されつつある。しかし、輝度ダイナミックレンジについてみると、その再現範囲は1~10<sup>2</sup> [nit]程度の範囲であり、また階調数は8ビットが一般的である。一方、人間の視覚は、一度に知覚し得る輝度ダイナミックレンジの範囲が10<sup>-2</sup>~10<sup>4</sup> [nit]程度あり、また輝度弁別能力は0.2 [nit]でこれを階調数に換算すると12ビット相当といわれている。このような視覚特性を経由して現在のディスプレイ装置の表示画像を見ると、輝度ダイナミックレンジの狭さが目立ち、加えてシャドウ部やハイライト部の階調が不足しているため、表示画像のリアリティや迫力に対して物足りなさを感じることになる。

【0003】

また、映画やゲーム等で使用されるCG (Computer Graphics) では、人間の視覚に近い輝度ダイナミックレンジや階調特性を表示データ (以下、HDR (High Dynamic Range) 表示データという。) に持たせて描写のリアリティを追求する動きが主流になりつつある。しかしそれを表示するディスプレイ装置の性能が不足しているために、CGコンテンツが本来有する表現力を十分に発揮できないという課題がある。

【0004】

さらに、次期OS (Operating System) においては、16ビット色空間の採用が予定されており、現在の8ビット色空間と比較してダイナミックレンジや階調数が飛躍的に増大する。そのため、16ビット色空間を生かすことができる高ダイナミックレンジ・高階調の電子ディスプレイ装置実現への要求が高まると予想される。

【0005】

ディスプレイ装置の中でも、液晶プロジェクタや、DLP (Digital Light Processing、商標) プロジェクタといった投射型表示装置 (プロジェクタ) は、大画面表示が可能であり、表示画像のリアリティや迫力を再現する上で効果的なディスプレイ装置である。この分野では上記の課題を解決するために、以下に述べる提案がなされている。

【0006】

高ダイナミックレンジのディスプレイ装置としては、例えば、特許文献1に開示されている技術があり、光源と、光の全波長領域の輝度を変調する第2光変調素子と、光の波長領域のうちRGB 3原色の各波長領域についてその波長領域の輝度を変調する第1光変調素子とを備え、光源からの光を第2光変調素子で変調して所望の輝度分布を形成し、その光学像を第1光変調素子の表示面に結像して色変調し、2次変調した光を投射するというものである。第2光変調素子及び第1光変調素子の各画素は、HDR表示データから決定される第1制御値及び第2制御値に基づいてそれぞれ別個に制御される。光変調素子とし

10

20

30

40

50

ては、透過率が独立に制御可能な画素構造またはセグメント構造を有し、二次元的な透過率分布を制御し得る透過型変調素子が用いられる。その代表例としては、液晶ライトバルブがあげられる。また、透過型変調素子の代わりに反射型変調素子を用いてもよく、その代表例としては、DMD (Digital Micromirror Device) 素子があげられる。

【0007】

いま、暗表示の透過率が0.2%、明表示の透過率が60%の光変調素子を使用する場合を考える。光変調素子単体では、輝度ダイナミックレンジは、 $60 / 0.2 = 300$ となる。上記ディスプレイ装置は、輝度ダイナミックレンジが300の光変調素子を光学的に直列に配置することに相当するので、 $300 \times 300 = 90000$ の輝度ダイナミックレンジを実現することができる。また、階調数についてもこれと同等の考えが成り立ち、8ビット階調の光変調素子を光学的に直列に配置することにより、8ビットを超える階調数を得ることができる。

10

【特許文献1】特表2004-523001号公報

【特許文献2】特開2001-100689号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、一般的に、液晶ライトバルブの画素開口部形状は画像表示面の中心軸回りに回転対称性を持っていない。このため、上述した従来技術では、光源、第1光変調素子、結像光学手段、第2光変調素子を光軸上に配置した場合、結像光学手段によって形成される第1光変調素子の光学像の単位画素の開口部形状と、第2光変調素子の単位画素の開口部形状とが一致しない。このため、第1光変調素子から射出された光の一部は、第2光変調素子の開口部において遮光されてしまうので、光利用効率が低下するという問題が生じる。

20

【0009】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、光利用効率を向上し、鮮明な画像を得ることが可能な画像表示装置及びプロジェクタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

30

本発明の画像表示装置は、表示画像データに基づいて光源からの光を変調して画像を表示する画像表示装置であって、前記光源から射出された光を変調する第1光変調素子と、該第1光変調素子と光路上に直列に配置され、前記第1光変調素子から出射する光を変調する第2光変調素子とを備え、前記第1光変調素子の単位画素の開口部形状と前記第2光変調素子の単位画素の開口部形状とが相似であることを特徴とする。

【0011】

本発明に係る画像表示装置では、第1光変調素子の画素開口部の形状と第2光変調素子の画素開口部の形状とが相似であるため、第2光変調素子に入射する第1光変調素子の光学像と第2光変調素子の開口部形状とがほぼ一致するので、第2光変調素子において遮られる光束の割合が従来に比べ減少することになる。したがって、第1光変調素子から射出された光束のほぼすべてが第2光変調素子の開口部を通過することになるため、光利用効率が向上することになる。

40

【0012】

また、本発明の画像表示装置は、前記第1光変調素子の光学像を前記第2光変調素子の受光面に結像させる結像光学手段を備えることが好ましい。

本発明に係る画像表示装置では、明るさ、色味、コントラスト等の均一化が確実に図られ、画像表示品質が良好なものとなる。

また、上記構成により、第2光変調素子の光軸方向の配置位置に関する許容誤差範囲を比較的広く取ることが可能となり、設計や構成の簡素化、製造コストの低減化が図られる

50

。

## 【0013】

また、本発明の画像表示装置は、前記結像光学手段が倒立結像手段であり、前記第1光変調素子に対する前記第2光変調素子の単位画素の開口部の大きさが、前記結像光学手段の倍率に応じた大きさであるとともに、光軸回りに180°回転対称に配置されていることが好ましい。

## 【0014】

本発明に係る画像表示装置では、光源から射出された光は、第1光変調素子において変調される。そして、変調された光学像は、結像光学手段が倒立結像手段であるため、第2光変調素子の受光面において倒立した像となる。このように、第1光変調素子から射出された光学像が180°回転しても、第2光変調素子の単位画素の開口部の大きさが、結像光学手段の倍率に応じた大きさであるとともに、第1光変調素子と第2光変調素子とは、光軸回りに180°回転対称に配置されているため、第1光変調素子から射出された光は、第2光変調素子の開口部において遮光されることはない。すなわち、倒立結像手段を用いた場合においても、第1光変調素子から射出された光は、ほぼすべて第2光変調素子の開口部を通過することになるので、光利用効率が向上することになる。

## 【0015】

また、本発明の画像表示装置は、前記第1光変調素子が、異なる色光をそれぞれ変調する複数の光変調素子からなり、前記複数の光変調素子において変調された光を合成するダイクロイックプリズムを備え、該ダイクロイックプリズムを透過する光を射出する前記光変調素子の開口部形状に前記第2光変調素子の開口部形状を合わせることが好ましい。

## 【0016】

本発明に係る画像表示装置では、第2光変調素子の開口部形状をダイクロイックプリズムを透過する光を射出している光変調素子の開口部形状に合わせるため、簡易な方法で開口部形状を一致させることができるので、装置全体の大型化を防ぐとともに、部品点数を削減できるため低コスト化を図ることが可能となる。

## 【0017】

本発明のプロジェクタは、上記の画像表示装置と、該画像表示装置から射出された光を投射する投射手段とを備えることを特徴とする。

本発明に係るプロジェクタでは、画像表示装置により射出された画像が、投射手段によって投影される。上述したように、画像表示装置は、第1光変調素子から射出された光を損失させることなく第2光変調素子の開口部から通過させることができるため、ダイナミックレンジの高い諧調特性に優れた表示画像を得ることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

以下、本発明の画像表示装置及びプロジェクタの実施形態について図を参照して説明する。

## (プロジェクタの第1実施形態)

図1は、投射型液晶表示装置(プロジェクタ)PJ1の主たる光学構成を示す図である。

プロジェクタPJ1は、光源10と、光源10から入射した光の輝度分布を均一化する均一照明系20と、均一照明系20から入射した光の波長領域のうちのRGB3原色の輝度をそれぞれ変調する色変調部25(第1変調素子として青色光用透過型液晶ライトバルブ60B、緑色光用透過型液晶ライトバルブ60G、赤色光用透過型液晶ライトバルブ60Rの3つの透過型液晶ライトバルブを含む)と、色変調部25から入射した光をリレーするリレーレンズ90と、リレーレンズ90から入射した光の全波長領域の輝度を変調する第2変調手段としての透過型液晶ライトバルブ100とを有する画像表示装置と、液晶ライトバルブ100から入射した光をスクリーン120に投射する投射レンズ(投射手段)110とを備えて構成されている。

また、光源10は、超高圧水銀ランプやキセノンランプ等からなるランプ11と、ラン

ブ 1 1 からの射出光を反射・集光するリフレクタ 1 2 とを備えている。

なお、以下の説明において、光学系全体の  $x y z$  直交座標系は、透過型液晶ライトバルブ 1 0 0 の画素面を  $x y$  平面とし、クロスダイクロイックプリズム 8 0 から射出され、投射レンズ 1 1 0 に向かう光の方向を  $z$  方向とする。

#### 【 0 0 1 9 】

均一照明系 2 0 は、フライアイレンズ等からなる第 1 , 第 2 のレンズアレイ 2 1 , 2 2 と、偏光変換素子 2 3 と、集光レンズ 2 4 とを含んで構成されている。そして、光源 1 0 から射出された光の輝度分布を第 1 , 第 2 のレンズアレイ 2 1 , 2 2 により均一化し、第 1 , 第 2 のレンズアレイ 2 1 , 2 2 を通過した光を偏光変換素子 2 3 により色変調部の入射可能偏光方向に偏光し、偏光した光を集光レンズ 2 4 により集光して色変調部 2 5 に射出する。なお、偏光変換素子 2 3 は、例えば、P B S アレイと、1 / 2 波長板とで構成されており、ランダム偏光を特定の直線偏光に変換するものである。

10

#### 【 0 0 2 0 】

色変調部 2 5 は、光分離手段としての 2 つのダイクロイックミラー 3 0 , 3 5 と、3 つのミラー ( 反射ミラー 3 6 , 4 5 , 4 6 ) と、5 つのフィールドレンズ ( レンズ 4 1 、リレーレンズ 4 2 、平行化レンズ 5 0 B , 5 0 G , 5 0 R ) と、3 つの液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R と、クロスダイクロイックプリズム 8 0 と、を含んで構成されている。

#### 【 0 0 2 1 】

ダイクロイックミラー 3 0 , 3 5 は、光源 1 0 からの光 ( 白色光 ) を、赤 ( R ) 、緑 ( G ) 、青 ( B ) の R G B 3 原色光に分離 ( 分光 ) するものである。ダイクロイックミラー 3 0 は、ガラス板等に B 光及び G 光を反射し、R 光を透過する性質のダイクロイック膜を形成したもので、光源 1 0 からの白色光に対して、当該白色光に含まれる B 光及び G 光を反射し、R 光を透過する。ダイクロイックミラー 3 5 は、ガラス板等に G 光を反射し、B 光を透過する性質のダイクロイック膜を形成したもので、ダイクロイックミラー 3 0 を透過した G 光及び B 光のうち、G 光を反射して平行化レンズ 5 0 G に伝達し、青色光を透過してレンズ 4 1 に伝達する。

20

#### 【 0 0 2 2 】

リレーレンズ 4 2 はレンズ 4 1 近傍の光 ( 光強度分布 ) を平行化レンズ 5 0 B 近傍に伝達するもので、レンズ 4 1 はリレーレンズ 4 2 に光を効率よく入射させる機能を有する。また、レンズ 4 1 に入射した B 光は、その強度分布をほぼ保存された状態で、かつ光損失を殆ど伴うことなく空間的に離れた液晶ライトバルブ 6 0 B に伝達される。

30

#### 【 0 0 2 3 】

平行化レンズ 5 0 B , 5 0 G , 5 0 R は対応する液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R に入射する各色光を略平行化して、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R を透過した光を効率よくリレーレンズ 9 0 に入射させる機能を有している。そして、ダイクロイックミラー 3 0 , 3 5 で分光された R G B 3 原色の光は、上述したミラー ( 反射ミラー 3 6 , 4 5 , 4 6 ) 及びレンズ ( レンズ 4 1 、リレーレンズ 4 2 、平行化レンズ 5 0 B , 5 0 G , 5 0 R ) を介して液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R に入射する。

#### 【 0 0 2 4 】

液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R は、画素電極及びこれを駆動するための薄膜トランジスタ素子や薄膜ダイオード等のスイッチング素子がマトリクス状に形成されたガラス基板と、全面にわたって共通電極が形成されたガラス基板との間に T N 型液晶を挟み込むとともに、外面に偏光板を配置したアクティブマトリクス型の液晶表示素子である。

40

#### 【 0 0 2 5 】

また、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R は、電圧非印加状態で白 / 明 ( 透過 ) 状態、電圧印加状態で黒 / 暗 ( 非透過 ) 状態となるノーマリーホワイトモードまたはその逆のノーマリーブラックモードで駆動され、与えられた制御値に応じて明暗間の階調がアナログ制御される。液晶ライトバルブ 6 0 B は、入射された B 光を表示画像データに基づいて光変調し、光学像を内包した変調光を射出する。液晶ライトバルブ 6 0 G は、入射さ

50

れたG光を表示画像データに基づいて光変調し、光学像を内包した変調光を射出する。液晶ライトバルブ60Rは、入射されたR光を表示画像データに基づいて光変調し、光学像を内包した変調光を射出する。

#### 【0026】

クロスダイクロイックプリズム80は、4つの直角プリズムが貼り合わされた構造からなり、その内部には、B光を反射する誘電体多層膜(B光反射ダイクロイック膜81)及びR光を反射する誘電体多層膜(R光反射ダイクロイック膜82)が断面X字状に形成されている。そして、液晶ライトバルブ60GからのG光を透過し、液晶ライトバルブ60RからのR光と液晶ライトバルブ60BからのB光とを折り曲げてこれらの3色の光を合成し、カラー画像を形成する。

10

#### 【0027】

リレーレンズ90は、クロスダイクロイックプリズム80で合成された液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rからの光学像(光強度分布)を液晶ライトバルブ100の画素面(受光面)上に伝達するものである。また、本実施形態において使用するリレーレンズ90は、倒立結像手段であるため、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rから射出されリレーレンズ90を介して液晶ライトバルブ100に結像される像は倒立像となる。また、本実施形態で使用するリレーレンズ90の倍率は約2倍となっている。

#### 【0028】

また、液晶ライトバルブ100は、図1に示すように、前述した液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rと同等の構成からなり、入射した光の全波長領域の輝度を表示画像データに基づいて変調し、最終的な光学像を内包した変調光を投射レンズ110に射出する。

20

#### 【0029】

透過型液晶ライトバルブ60B, 60G, 60R, 100は、液晶ライトバルブであり、これらの画素構造は、図2に示すように、マトリクス状に複数の単位画素61, 101がそれぞれ配置されており、各単位画素は、例えばクロム等の金属材料からなる格子状の遮光部61a, 101aと、矩形状の開口部61b, 101bとで構成されている。これらの構成により、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60R, 100に入射した光束のうち、開口部61b, 101bに入射した光束はそのまま透過し、遮光部61a, 101aに入射した光束は遮られるようになっている。なお、図示例では、単位画素61, 101

30

#### 【0030】

遮光部61a, 101aは、所定幅の帯状部が周期的に配列された遮光パターン膜(ブラックストライプ膜、ブラックマトリックス膜など)の他、画素配線、TFT素子等によって形成される。また、開口部61b, 101bの一つの角には、遮光部61c, 101cが設けられている。このように、遮光部61a, 101aは、非対称な形状となっている。

#### 【0031】

さらに、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rの単位画素61の開口部61bの形状と液晶ライトバルブ100の単位画素101の開口部101bの形状とは相似である。具体的には、リレーレンズ90の倍率は2倍であるため、液晶ライトバルブ100の開口部101bは、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rの開口部61bの略2倍の大きさ、すなわち、相似比が2倍となっている。

40

#### 【0032】

また、液晶ライトバルブ100は、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rを基準として光軸回りに180°回転対称に配置されている。すなわち、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60RのA方向及びB方向を液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rにおいては、それぞれ+y方向, +x方向に向けて配置しており、液晶ライトバルブ100では、液晶ライトバルブ60B, 60G, 60Rを180°光軸回りに回転させ、それぞれを-y方向, -x方向に向けた状態で配置する。このように配置することにより、リレー

50

ンズ 90 によって結像される液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R の光学像と液晶ライトバルブ 100 の開口部 101b の形状とを一致させることができる。

【0033】

投射レンズ 110 は、液晶ライトバルブ 100 の表示面上に形成された光学像をスクリーン 120 上に投射してカラー画像を表示する。

【0034】

ここで、液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R 及び液晶ライトバルブ 100 はいずれも透過光の強度を変調し、その変調度合いに応じた光学像を内包する点では同じであるが、後者の液晶ライトバルブ 100 は全波長域の光（白色光）を変調するのに対して、前者の液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R は光分離手段であるダイクロミックミラー 30, 35 で分光された特定波長領域の光（R, G, B などの色光）を変調する点で両者は異なっている。したがって、液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R で行われる光強度変調を色変調、液晶ライトバルブ 100 で行われる光強度変調を輝度変調と便宜的に呼称して区別する。

【0035】

また、同様の観点から、以下の説明では液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R を色変調ライトバルブ、液晶ライトバルブ 100 を輝度変調ライトバルブと呼称して区別する場合がある。

【0036】

次に、プロジェクタ PJ1 の全体的な光伝達の流れを説明する。光源 10 からの白色光はダイクロミックミラー 30, 35 により赤色（R）、緑色（G）及び青色（B）の 3 原色光に分光されるとともに、平行化レンズ 50B, 50G, 50R を含むレンズ及びミラーを介して、液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R に入射される。液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R に入射した各々の色光はそれぞれの波長領域に応じた外部データに基づいて色変調され、光学像を内包した変調光として射出される。液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R からの各変調光は、それぞれクロスダイクロミックプリズム 80 に入射し、そこで一つの光に合成される。

【0037】

その後、クロスダイクロミックプリズム 80 を射出した光線は、リレーレンズ 90 を介して液晶ライトバルブ 100 に入射される。このとき、クロスダイクロミックプリズム 80 を射出した光の光学像は、リレーレンズ 90 により 180° 回転されるとともに、2 倍に拡大され、液晶ライトバルブ 100 の開口部 101b の形状と略一致する。液晶ライトバルブ 100 に入射した合成光は全波長域に応じた外部データに基づいて輝度変調さる。このとき、クロスダイクロミックプリズム 80 を射出し、液晶ライトバルブ 100 に向かった光は、ほぼすべて液晶ライトバルブ 100 の開口部 101b を通過する。そして、最終的な光学像を内包した変調光として投射レンズ 110 へ射出される。さらに、投射レンズ 110 において、液晶ライトバルブ 100 からの最終的な合成光をスクリーン 120 上に投射し所望の画像を表示する。

【0038】

このように、プロジェクタ PJ1 では、第 1 光変調素子としての液晶ライトバルブ 60B, 60G, 60R で光学像（画像）を形成した変調光を用いて、最終的な表示画像を第 2 光変調素子としての液晶ライトバルブ 100 で形成する形態を採用しており、直列に配置された 2 つの光変調素子（色変調ライトバルブ及び輝度変調ライトバルブ）を介して、2 段階の画像形成過程によって光源 10 からの光を変調する。なお、画像形成過程については、例えば、「Helge Seetzen, Lorne A. Whitehead “A High Dynamic Range Display Using Low and High Resolution Modulators”, SID Symposium 2003, pp.1450-1453(2003)」に掲載されている。その結果、プロジェクタ PJ1 は、輝度ダイナミックレンジの拡大と階調数の増大を実現することができる。

【0039】

更に、プロジェクタ PJ1 は、プロジェクタ PJ1 を制御する表示制御装置 2 を有して

10

20

30

40

50

いる。

図3は、表示制御装置2のハードウェア構成を示すブロック図である。

表示制御装置200は、図3に示すように、制御プログラムに基づいて演算及びシステム全体を制御するCPU170と、所定領域にあらかじめCPU170の制御プログラム等を格納しているROM172と、ROM172等から読み出したデータやCPU170の演算過程に必要な演算結果を格納するためのRAM174と、外部装置に対してデータの入出力を媒介するI/F178とで構成されており、これらは、データを転送するための信号線であるバス179で相互にかつデータ授受可能に接続されている。

【0040】

I/F178には、外部装置として、輝度変調ライトバルブ及び色変調ライトバルブを駆動するライトバルブ駆動装置180と、データやテーブル等をファイルとして格納する記憶装置182と、外部のネットワーク199に接続するための信号線とが接続されている。

10

【0041】

記憶装置182には、輝度変調ライトバルブ及び色変調ライトバルブを駆動するためのHDR表示データおよび制御値登録テーブルが記憶されている。

【0042】

本実施の形態において、プロジェクタPJ1は、外部からのHDR映像信号及びRGBに基づき表示制御装置2において液晶ライトバルブ60B、60G、60R及び液晶ライトバルブ100の透過率を制御し、スクリーン120上にHDR画像を表示するようになっている。

20

ここで、HDR画像データは、従来のsRGB等の画像フォーマットでは実現できない高い輝度ダイナミックレンジを実現することができる画像データであり、画素の輝度レベルを示す画素値を画像の全画素について格納している。本実施の形態では、HDR表示データとして、1つの画素についてRGB3原色ごとに輝度レベルを示す画素値を浮動小数点値として格納した形式を用いる。例えば、1つの画素の画素値として(1.2, 5.4, 2.3)という値が格納されている。

【0043】

また、HDR画像データは、高い輝度ダイナミックレンジのHDR画像を撮影し、撮影したHDR画像に基づいて生成する。

30

なお、HDR画像データの生成方法の詳細については、例えば公知文献「P.E.Debevec, J.Malik, "Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs", Proceedings of ACM SIGGRAPH97, p.367-378, 1997」に掲載されている。

【0044】

(比較例)

ここで、本発明のプロジェクタPJ1を説明する比較例として、従来の構造、すなわち、液晶ライトバルブ60B、60G、60R及び液晶ライトバルブ100として、図2に示すような画素構造61、101を有するものを用い、図4(a)に示すように、同じ方向に向けて光軸上に配置する。

【0045】

40

この構成の場合、リレーレンズが倒立結像手段であるため、図4(b)に示すように、液晶ライトバルブ100の画素面に結像する液晶ライトバルブ60B、60G、60Rの開口部像は点線で示すものとなり、液晶ライトバルブ100の開口部101bの形状と一致しないため、液晶ライトバルブ100に入射した光束の一部が遮られてしまう。したがって、光源10から射出された光の利用効率が低下してしまうことになる。

【0046】

以上説明したように、本実施形態のプロジェクタPJ1では、色変調ライトバルブ60R、60G、60Bの所定の画素において1次変調された光を、輝度変調ライトバルブ100の所定領域(画素)において適切に2次変調させることが可能となる。したがって、従来に比べて、所定の品質の画像を確実に得ることができる。

50



## 【 0 0 4 7 】

また、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R の開口部 6 1 b と液晶ライトバルブ 1 0 0 開口部 1 0 1 b との形状が相似であるため、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R の開口像と液晶ライトバルブ 1 0 0 の開口形状とがほぼ一致するので、遮光部 1 0 1 a に遮られる光束の割合が、従来に比べて減ることになる。したがって、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R から射出された光束のほぼすべてが液晶ライトバルブ 1 0 0 の開口部 1 0 1 b を通過することになるため、光利用効率が向上することになる。

## 【 0 0 4 8 】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

10

例えば、上記実施形態において、プロジェクタ P J 1 として、リレーレンズ 9 0 を用いなくても良い。この構成の場合、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R の位置に、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R , 1 0 0 に代えて、図 5 に示すように、透過率を独立に制御可能な複数の画素をマトリクス状に配列した液晶ライトバルブ（輝度変調ライトバルブ） 2 0 0 R , 2 0 0 G , 2 0 0 B と、透過率を独立に制御可能な複数の画素をマトリクス状に配列した液晶ライトバルブ（色変調ライトバルブ） 3 0 0 R , 3 0 0 G , 3 0 0 B とからなる光変調素子群 4 0 R , 4 0 G , 4 0 B を用いれば良い。なお、図 5 においては、赤色用の光変調素子群 4 0 R を例に挙げて説明する。

## 【 0 0 4 9 】

液晶ライトバルブ 2 0 0 R は、偏光板 2 0 1、対向基板 2 0 2、対向電極 2 0 3、データ配線 2 0 4、封止材 2 0 5、パネル基板 2 0 6、液晶 2 0 7 およびマイクロレンズアレイ 2 0 8 で構成されている。パネル基板 2 0 6 の入射側（光源 1 0 からの光が入射する側）には、各画素へのデータ配線 2 0 4 と所定間隔をもって配列された画素電極および画素電極（不図示）に制御電圧を印加するための能動素子（不図示）が形成されているとともに、対向電極 2 0 3 が対向基板 2 0 2 上に形成されている。パネル基板 2 0 6 と対向基板 2 0 2 の間には、液晶 2 0 7 が充填され、封止材 2 0 5 によって液晶 2 0 7 が封止されている。対向基板 2 0 2 の入射側には、偏光板 2 0 1 が接着されている。一方、パネル基板 2 0 6 の出射側（光源 1 0 からの光が出射する側）には、凸方向を出射側に向けてマイクロレンズアレイ 2 0 8 が接着されている。なお、マイクロレンズアレイ 2 0 8 は、例えば、特開 2 0 0 0 - 3 0 5 4 7 2 号公報に開示されている製造方法により製造することができる。

20

30

## 【 0 0 5 0 】

液晶ライトバルブ 3 0 0 R は、偏光板 3 0 1、対向基板 3 0 2、対向電極 3 0 3、データ配線 3 0 4、封止材 3 0 5、パネル基板 3 0 6、液晶 3 0 7 および偏光板 3 1 1 で構成されている。パネル基板 3 0 6 の入射側には、各画素へのデータ配線 3 0 4 と所定間隔をもって配列された画素電極および画素電極（不図示）に制御電圧を印加するための能動素子（不図示）が形成されているとともに、対向電極 3 0 3 が対向基板 3 0 2 上に形成されている。パネル基板 3 0 6 と対向基板 3 0 2 の間には、液晶 3 0 7 が充填され、封止材 3 0 5 によって液晶 3 0 7 が封止されている。対向基板 3 0 2 の入射側には、偏光板 3 0 1 が接着されている。一方、パネル基板 3 0 6 の出射側には、偏光板 3 1 1 が接着されている。

40

## 【 0 0 5 1 】

均一照明系 2 0 から射出された光は、図 5 の左方（ i n の方向）から入射して液晶ライトバルブ 2 0 0 R により 1 次変調され、液晶ライトバルブ 2 0 0 R の光学像がマイクロレンズアレイ 2 0 8 を介して液晶ライトバルブ 3 0 0 R に伝達される。このとき、液晶ライトバルブ 2 0 0 R の光学像は、マイクロレンズアレイ 2 0 8 により集光されて液晶ライトバルブ 3 0 0 R の画素面に結像されるので、光の拡散等による輝度の減少を抑制しつつ液晶ライトバルブ 3 0 0 R に伝達される。そして、液晶ライトバルブ 3 0 0 R により、液晶ライトバルブ 2 0 0 R からの光が 2 次変調され、図 5 の右方（ o u t の方向）に出射してクロスダイクロイックプリズム 8 0 に伝達される。

50

## 【 0 0 5 2 】

このように、色変調ライトバルブ 3 0 0 R とマイクロレンズアレイ 2 0 8 と輝度変調ライトバルブ 2 0 0 R とを重ね合わせる構成にすることにより、マイクロレンズアレイ 2 0 8 がリレーレンズ 9 0 に比べて極めて小型であるため、装置全体を小型にすることができる。さらに、マイクロレンズアレイ 2 0 8 はリレーレンズ 9 0 にくらべて構成要素が少ないので装置への組込み位置の誤差が少ないので輝度変調ライトバルブ 2 0 0 R の光学像を色変調ライトバルブの画素面に比較的精度よく結像することができる。また、輝度変調ライトバルブ、マイクロレンズアレイ 2 0 8 および色変調ライトバルブが密接しているので、光の拡散等による輝度の減少をさらに抑制することができる。したがって、表示画像の輝度を向上することができる。

10

## 【 0 0 5 3 】

また、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R , 1 0 0 として、非対称な開口部形状を有するものについて説明したが、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R , 1 0 0 の開口部 6 1 b , 1 0 1 b の形状として、対称な矩形状であっても良い。この場合も、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R の開口部 6 1 b の形状と液晶ライトバルブ 1 0 0 の開口部 1 0 1 b の形状との関係は、リレーレンズ 9 0 の倍率に応じた関係にすることにより、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R から射出された光は、液晶ライトバルブ 1 0 0 の開口部 1 0 1 b において遮光されることがないため、光利用効率を向上させることが可能となる。

## 【 0 0 5 4 】

また、上記実施形態において、リレーレンズ 9 0 の倍率を 2 倍としたが、リレーレンズ 9 0 は、図 6 に示すように、開口絞り 9 1 に対してほぼ対称に配置された前段レンズ群 9 0 a 及び後段レンズ群 9 0 b からなる等倍結像レンズであっても良い。この場合、液晶の視野角特性を考慮して両側テレセントリック特性を有することが望ましい。このようなリレーレンズ 9 0 は、前段レンズ群 9 0 a の像側焦点位置と開口絞り 9 1 と後段レンズ群 9 0 b の物体側焦点位置とを一致させ、かつ、前段レンズ群 9 0 a の物体側焦点位置に液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R を配置し、後段レンズ群 9 0 b の像側焦点位置に液晶ライトバルブ 1 0 0 を配置する。前段レンズ群 9 0 a 及び後段レンズ群 9 0 b は、複数の凸レンズ及び凹レンズを含んで構成されている。ただし、レンズの形状、大きさ、配置間隔及び枚数、テレセントリック性、倍率その他のレンズ特性は、要求される特性によって適宜変更され得るものであり、図 6 の例に限定されるものではない。

20

また、リレーレンズ 9 0 の倍率に応じて、色変調液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R と輝度変調ライトバルブ 1 0 0 を個々に設計し、各液晶ライトバルブの単位画素の開口部を合わせる構成にしても良い。

## 【 0 0 5 5 】

また、プロジェクタ P J 1 の構成として、光源 1 0 側から液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R 、リレーレンズ 9 0 、液晶ライトバルブ 1 0 0 の順で変調する構成であったが、これとは逆に、光源 1 0 側から液晶ライトバルブ 1 0 0 、リレーレンズ 9 0 、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R の順に変調する構成であっても、同様の効果が得られる。

30

40

## 【 0 0 5 6 】

また、上記各実施形態では、3板式のプロジェクタを例にして説明したが、単板式のプロジェクタに本発明を適用することも可能である。この単板式のプロジェクタは、光源、均一照明系、第1光変調素子、リレーレンズ系、第2光変調素子および投射レンズを主として構成され、光源として白色光源を採用した場合には、第1光変調素子または第2光変調素子としての液晶ライトバルブにカラーフィルタが配設される。

## 【 0 0 5 7 】

また、投射型表示装置を例にして説明したが、直視型表示装置に本発明を適用することも可能である。この直視型表示装置では、第2変調素子上で変調された画像光を直接見ることとなる。直視型表示装置は、明るい場所での鑑賞に適するという利点がある。

50

## 【 0 0 5 8 】

また、色変調ライトバルブで色変調された光に対し、輝度変調ライトバルブにて輝度変調を行うように構成したが、これに限らず、輝度変調ライトバルブで輝度変調された光に対し、色変調ライトバルブにて色変調を行うように構成することもできる。また、輝度変調ライトバルブ及び色変調ライトバルブを用いて光の輝度を２段階に変調するように構成したが、これに限らず、輝度変調ライトバルブを２セット用いて光の輝度を２段階に変調するように構成することもできる。

## 【 0 0 5 9 】

また、上記実施形態では、光源 1 0 として白色光を射出する単体の光源を用い、この白色光を R G B の 3 原色の光に分光するようにしているが、これに限らず、R G B の 3 原色にそれぞれ対応した、赤色の光を射出する光源、青色の光を射出する光源及び緑色の光を射出する光源の 3 つの光源を用い、白色光を分光する手段を取り除いた構成としても良い。

10

## 【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態では、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R 、 1 0 0 としてアクティブマトリックス型の液晶表示素子を用いて構成したが、これに限らず、液晶ライトバルブ 6 0 B , 6 0 G , 6 0 R 、 1 0 0 としてパッシブマトリックス型の液晶表示素子及びセグメント型の液晶表示素子を用いて構成することもできる。アクティブマトリックス型の液晶表示は、精密な階調表示ができるという利点があり、パッシブマトリックス型の液晶表示素子及びセグメント型の液晶表示素子は、安価に製造できるという利点を有する。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 6 1 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係るプロジェクタを示す概略図である。

【図 2】図 1 の液晶ライトバルブの配置及び形状を示す斜視図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態に係るプロジェクタに用いられる表示制御装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態に係るプロジェクタの液晶ライトバルブの配置の比較例を示す斜視図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態に係るプロジェクタの色変調ライトバルブ及び輝度変調ライトバルブの変形例を示す断面図である。

30

【図 6】本発明の第 1 実施形態に係るプロジェクタのリレーレンズの変形例を示す平面図である。

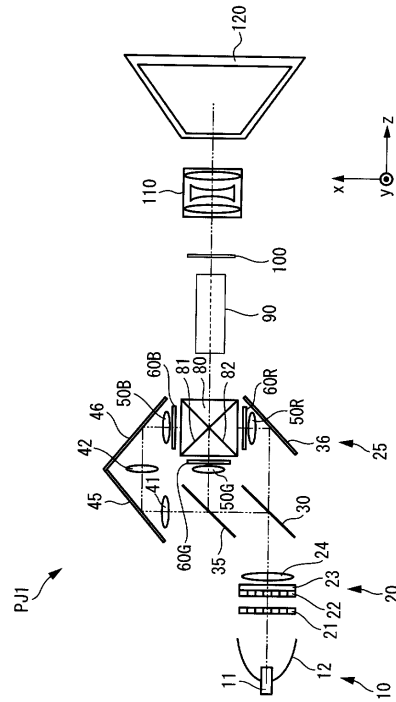
## 【符号の説明】

## 【 0 0 6 2 】

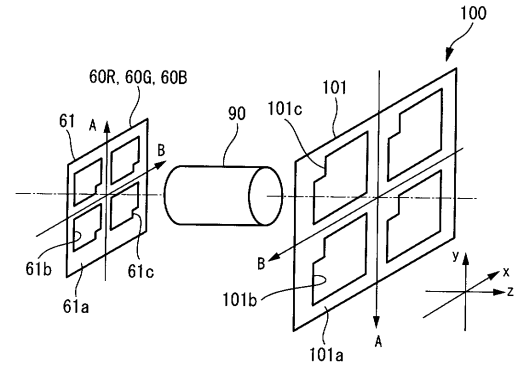
P J 1 ... プロジェクタ、1 0 ... 光源、6 0 B , 6 0 G , 6 0 R , 3 0 0 R ... 透過型液晶ライトバルブ ( 第 1 変調素子 ) 、 6 1 ... 単位画素、6 1 b ... 開口部、9 0 ... リレーレンズ ( 結像光学手段 ) 、 1 0 0 , 2 0 0 R ... 透過型液晶ライトバルブ ( 第 2 変調素子 ) 、 1 0 1 ... 単位画素、1 0 1 b ... 開口部、1 1 0 ... 投射レンズ ( 投射手段 )

40

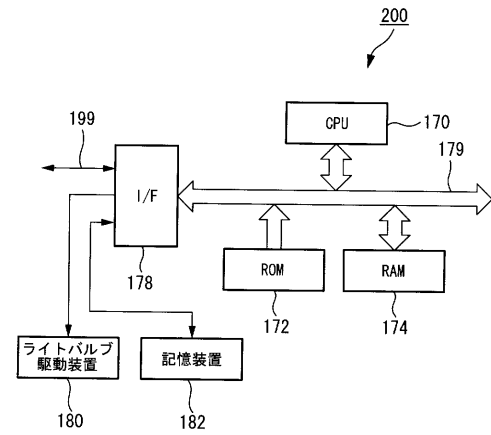
【図 1】



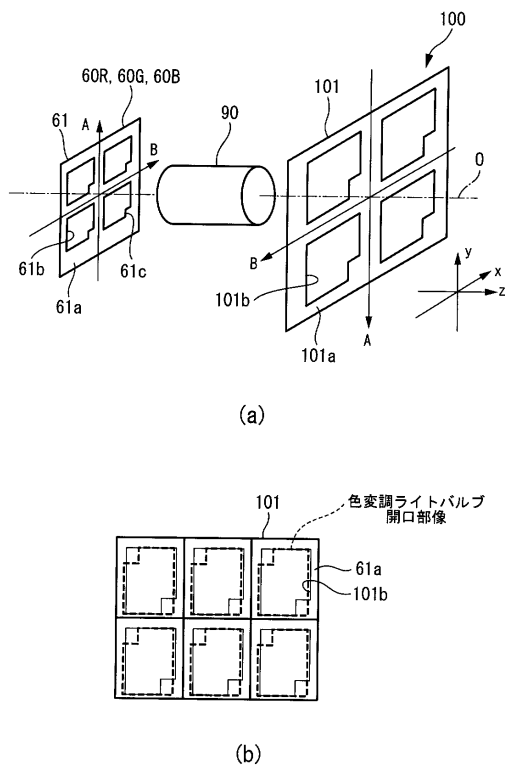
【図 2】



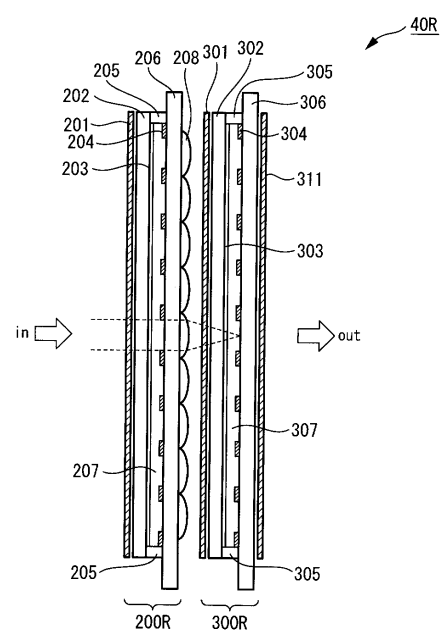
【図 3】



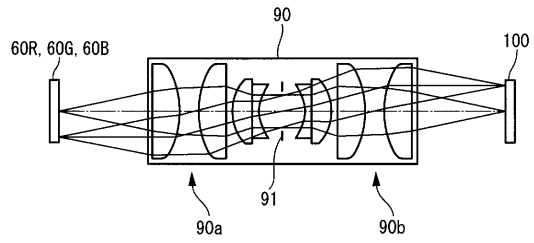
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 新田 隆志  
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
- (72)発明者 旭 常盛  
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

- (56)参考文献 特開2004-242136(JP,A)  
国際公開第2004/051363(WO,A1)  
国際公開第03/077013(WO,A1)  
特表2003-526818(JP,A)  
特開2004-085813(JP,A)  
特開2004-110040(JP,A)  
特開2001-264728(JP,A)  
特開平05-224155(JP,A)  
特開平04-081714(JP,A)  
特開2004-037702(JP,A)  
特開平07-128651(JP,A)  
特開平10-055025(JP,A)  
特開2001-331155(JP,A)  
特開2004-004502(JP,A)  
特開2003-131322(JP,A)  
特開平05-027254(JP,A)  
特開2000-180962(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G03B 21/00  
G02F 1/13357