

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-242536

(P2012-242536A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/60 (2006.01)	G03B 21/60 Z	2H021
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 Z	2H042
G02B 5/00 (2006.01)	G02B 5/00 B	2K103
G02B 5/04 (2006.01)	G02B 5/04 A	
G02B 5/08 (2006.01)	G02B 5/08 B	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-111095 (P2011-111095)
 (22) 出願日 平成23年5月18日 (2011. 5. 18)

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 荒川 修
 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
 Fターム(参考) 2H021 BA02 BA03 BA06

最終頁に続く

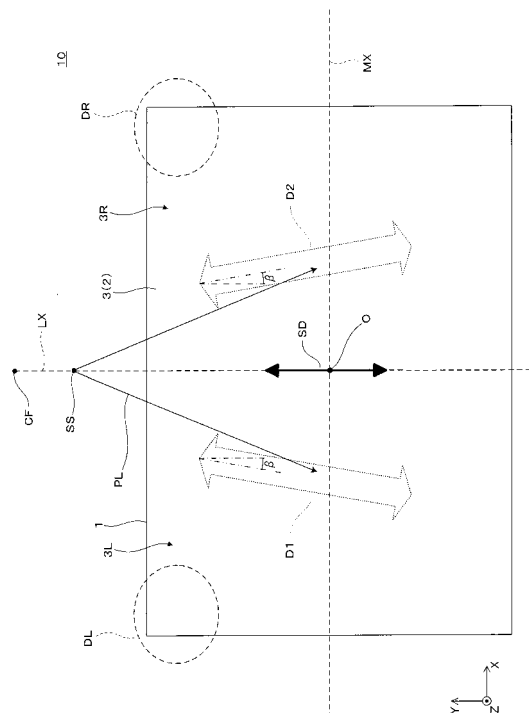
(54) 【発明の名称】 スクリーン及び投射システム

(57) 【要約】

【課題】局所的なゲインの低下を抑制して、面内での輝度ムラの低減されたスクリーン及び当該スクリーンを用いた投射システムを提供すること。

【解決手段】光制御層3の第1部分3Lと第2部分3Rとが、入射光PLの角度範囲の基準となる基準方向SDに対応して、互いに異なる方向でかつ入射光の光源に近い側から遠い側に向けて広がるようにそれぞれ傾いている第1方向D1と第2方向D2とをそれぞれ制御方向としている。これにより、光制御層3は、第1部分3Lと第2部分3Rとにおいて、入射光PLの入射時に入射光PLを拡散させることなく直進透過させて光反射層2に向かわせることができ、光反射層2は、入射した光を所望の角度で反射させることが可能となる。従って、本スクリーン10は、ゲインの低下を抑制して、輝度ムラの低減されたものとなる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板と、

前記基板の主面上に配列されるように形成され当該配列される方向について断面鋸歯状である複数のプリズム部分と、前記複数のプリズム部分の表面部分にそれぞれ形成され入射した光を反射する複数の光反射部とを有する光反射層と、

前記光反射層の表面側に形成され、前記基板の主面に平行な方向のうち所定の制御方向において前記基板の主面に対する傾きが所定範囲内にある第 1 の角度領域から入射した光を拡散透過させ、かつ、所定範囲外にある第 2 の角度領域から入射した光を直進透過させる光制御層と、

を備えるスクリーンであって、

前記光制御層は、第 1 部分と第 2 部分とを有し、前記第 1 部分では、前記所定の制御方向が第 1 方向に設定されており、前記第 2 部分では、前記所定の制御方向が前記第 1 方向と異なる第 2 方向に設定されているスクリーン。

【請求項 2】

前記光制御層において、前記第 1 部分に設定された前記第 1 方向と前記第 2 部分に設定された前記第 2 方向とは、前記入射光の光源に対応し前記基板の主面に平行な基準方向に対して、前記入射光の光源に近い側から遠い側に向けて広がるようにそれぞれ傾いている、請求項 1 に記載のスクリーン。

【請求項 3】

前記光制御層は、前記第 1 部分と前記第 2 部分との間に配置されるとともに前記所定の制御方向が前記基準方向に平行な第 3 方向に設定されている第 3 部分を有する、請求項 2 に記載のスクリーン。

【請求項 4】

前記基板における前記基準方向は、前記入射光のうち前記基板の中心部分を通る基準光の光路を前記基板の主面に正射影した方向である、請求項 2 及び請求項 3 のいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 5】

前記基板の対称性に関する中心軸は、前記基準方向に対して平行である、請求項 2 から請求項 4 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 6】

前記光制御層において、前記第 1 部分と前記第 2 部分とは、前記中心軸に対して軸対称に配置されている、請求項 5 に記載のスクリーン。

【請求項 7】

前記光制御層において、前記第 1 部分は、前記基板の長手方向についての一端側で、かつ、前記入射光の光源に最も近い側を含み、前記第 2 部分は、前記長手方向についての前記一端側と反対の他端側で、かつ、前記入射光の光源に最も近い側を含む、請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 8】

前記光反射層において、前記複数のプリズム部分は、前記所定の角度範囲で入射する入射光に対応して同心円弧状に配列される、請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 9】

前記光反射層において、前記複数の光反射部の各反射面は、前記光制御層を経た前記入射光を折り返すことで得られる反射光の傾きを前記光制御層に対して前記第 1 の角度領域内にするように傾いている、請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか一項に記載のスクリーンと、

投影画像となる前記入射光を前記スクリーン上に向けて前記所定の角度範囲で投射する

10

20

30

40

50

画像投射装置と、
を備える投射システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、前方のプロジェクター等の画像投射装置からの投射光を反射して投影画像を映し出すスクリーン及び当該スクリーンを用いた投射システムに関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクター等からの投射光を反射することで投影画像を映し出すスクリーンとして、所定範囲内の角度領域から入射した光を散乱又は拡散透過させ、かつ、所定範囲外の角度領域から入射した光を直進透過させる光制御機能を有する特殊な構造の高分子膜からなる光制御層を備えるものが知られている（特許文献1参照）。

【0003】

例えば、上記特許文献1のような光制御層を用いて、プロジェクター等からスクリーンに入射した入射光を制御するにあたって、入射時には光制御層を直進透過させ、当該入射光を所望の角度で反射させ、反射後の射出時には光制御層を拡散透過させるように制御することで、光を拡散させつつもより確実に観察者側に反射させることが考えられる。しかしながら、例えば近接投射のように角度のついた状態で投射を行う場合、スクリーン上の入射位置によって各入射光間の入射角の差が大きくなるため、当該入射光の中には光制御層に対して拡散透過する想定外の入射角となるものが生じてしまう。これにより、ねらい通りに入射光を反射させることができず、視野外へ向かってしまう成分が生じる領域が、スクリーン上に局所的にできてしまう可能性がある。この場合、当該領域でゲインが低下することで、スクリーン面全体として輝度ムラが生じることになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-69836号公報

【発明の概要】

【0005】

本発明は、上記背景技術に鑑みてなされたものであり、局所的なゲインの低下を抑制して、輝度ムラの低減された画像を投影可能なスクリーン及び当該スクリーンを用いた投射システムを提供することを目的とする。

【0006】

上記課題を解決するため、本発明に係るスクリーンは、(a)基板と、(b)基板の主面上に配列されるように形成され当該配列される方向について断面鋸歯状である複数のプリズム部分と、複数のプリズム部分の表面部分にそれぞれ形成され入射した光を反射する複数の光反射部とを有する光反射層と、(c)光反射層の表面側に形成され、基板の主面に平行な方向のうち所定の制御方向において基板の主面に対する傾きが所定範囲内にある第1の角度領域から入射した光を拡散透過させ、かつ、所定範囲外にある第2の角度領域から入射した光を直進透過させる光制御層と、を備えるスクリーンであって、(d)光制御層が、第1部分と第2部分とを有し、第1部分では、所定の制御方向が第1方向に設定されており、第2部分では、所定の制御方向が第1方向と異なる第2方向に設定されている。

【0007】

上記スクリーンでは、光制御層の第1部分と第2部分とにおいて、制御方向が、入射光の角度に対応して、互いに異なる方向にそれぞれ傾いている第1方向と第2方向となっている。これにより、光制御層は、第1部分と第2部分とにおいて、入射光を第1の角度領域の外側から入射させ、拡散させることなく直進透過させて光反射層に向かわせることができ、光反射層において入射した光を所望の角度で反射させることが可能となる。従って

、本スクリーンは、ゲインの低下を抑制して、表示される面内での輝度ムラの低減された画像を映し出せるものとなる。特に、比較的入射角が大きくなりやすい近接した投射にスクリーンを用いる場合に、入射光を第１の角度領域の外側から入射させ、拡散させることなく直進透過させて光反射層に向かわせることで、入射光を適切に反射及び拡散させることができる。

【０００８】

本発明の具体的な側面では、光制御層において、第１部分に設定された第１方向と第２部分に設定された第２方向とが、入射光の光源に対応し基板の主面に平行な基準方向に対して、入射光の光源に近い側から遠い側に向けて広がるようにそれぞれ傾いている。この場合、入射光の入射の標準的な方位を表す基準方向に合わせて、入射光が上記第１の角度領域になるように、第１及び第２方向を最適なものとすることができる。

10

【０００９】

本発明の別の側面では、光制御層は、第１部分と第２部分との間に配置されるとともに所定の制御方向が基準方向に平行な第３方向に設定されている第３部分を有する。この場合、より細かい区分で制御方向の調整を行うことができる。

【００１０】

本発明のさらに別の側面では、基板における基準方向が、入射光のうち基板の中心部分を通る基準光の光路を基板の主面に正射影した方向である。この場合、光源から所定の角度範囲で入射する入射光の中心を基準として第１及び第２方向を定めることができる。

【００１１】

20

本発明のさらに別の側面では、基板の対称性に関する中心軸が、基準方向に対して平行である。この場合、基板の中心軸を基準として対称性のある光の拡散及び反射の制御を行うことができる。

【００１２】

本発明のさらに別の側面では、光制御層において、第１部分と第２部分とが、中心軸に対して軸対称に配置されている。この場合、第１部分と第２部分とで対称性を持たせた光の拡散及び反射の制御ができる。

【００１３】

本発明のさらに別の側面では、光制御層において、第１部分が、基板の長手方向について的一端側で、かつ、入射光の光源に最も近い側を含み、第２部分が、長手方向について的一端側と反対の他端側で、かつ、入射光の光源に最も近い側を含む。この場合、最も光制御の条件が厳しい光源に最も近い側の領域を基準として光制御を行うことで、スクリーン全体について適切な光の拡散及び反射の制御を行うことができる。

30

【００１４】

本発明のさらに別の側面では、光反射層において、複数のプリズム部分が、所定の角度範囲で入射する入射光に対応して同心円弧状に配列される。この場合、スクリーンの中央だけでなく大きく外れた周辺でも入射光を傾きが少ない正面側に折り返すことが可能になる。

【００１５】

40

本発明のさらに別の側面では、光反射層において、複数の光反射部の各反射面が、光制御層を経た入射光を折り返すことで得られる反射光の傾きを光制御層に対して第１の角度領域内にするように傾いている。この場合、各反射面において折り返され光制御層に向かう反射光が、光制御層に対して第１の角度領域内の角度となるので、光制御層において確実に拡散されて射出される。

【００１６】

上記課題を解決するため、本発明に係る投射システムは、（ａ）上記いずれかに記載のスクリーンと、（ｂ）投影画像となる入射光をスクリーン上に向けて所定の角度範囲で投射する画像投射装置と、を備える。この投射システムは、上記いずれかに記載のスクリーンに画像投射装置からの投射光を投射することにより、局所的なゲインの低下を抑制して、面内での輝度ムラの低減された画像を映し出すことができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1実施形態に係るスクリーン及び投射システムを示す図である。

【図2】スクリーンの構造を説明するための側断面図である。

【図3】スクリーンの光制御層について説明するための図である。

【図4】スクリーンの光反射層について説明するための図である。

【図5】スクリーンの動作の概要について説明するための図である。

【図6】スクリーンによる投射光の拡散について説明するための一部拡大図である。

【図7】(A)～(E)は、入射光の入射角と光制御層における直進透過及び拡散透過との関係について説明するための図である。

10

【図8】(A)～(D)は、光制御層の制御方向と入射光の入射角との関係について説明するための図である。

【図9】第2実施形態に係るスクリーンの構造を説明するための正面図である。

【図10】第3実施形態に係るスクリーンの構造を説明するための側断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

〔第1実施形態〕

以下、図面を参照しつつ、本発明の第1実施形態に係るスクリーン及びスクリーンを含む投射システムについて説明する。

【0019】

20

〔A. 投射システムの構造〕

図1に示すように、本実施形態の投射システム100は、スクリーン10と、プロジェクター50とを備える。

【0020】

プロジェクター50は、室内の天井に天吊り支持された状態でスクリーン10に近接して設置されている。つまり、プロジェクター50による投射は、上側からの近接投射すなわち-Y方向に偏った-Z方向への極端な斜め投射となっている。

【0021】

スクリーン10は、図1から図4に示すように、図中水平方向すなわちX方向を長手方向とし、垂直方向すなわちY方向を短手方向とする横長の長形状を有する。スクリーン10は、その正面側すなわち略+Z側に設置されたプロジェクター50からの入射光PLを、折り返すことによって正面側すなわち略+Z側に反射光として射出させる反射型スクリーンである。より具体的には、プロジェクター50から斜め下方に射出される入射光PLが、スクリーン10のXY面に平行な主面1aに向けて投射され、主面1a上に設けたフレネル形状を有する微細構造によって、正面側に反射されることで、略+Z側にいる観察者EYに投影画像が提供される。なお、図1等に示すように、近接投射であることから、入射光PLの入射角 ξ は、ある程度の角度範囲をもった状態となっている。また、図中において、主面1aの法線方向(Z方向)については、法線ZXにより示すものとし、入射光PLの入射角 ξ は、法線ZXに対する角度で規定される。

30

【0022】

40

図3及び図4に示すように、プロジェクター50からの投射光であるスクリーン10への入射光PLは、プロジェクター50の投射点SSからスクリーン10の主面1aの中央を通過してY方向に延びスクリーン10を対称に2分する中心線である中心軸LXを基準としてX方向について対称な状態で投射されている。見方を変えると、入射光PLの投射点SSは、プロジェクター50のレンズから主面1aに対して下した垂線が中心軸LXと交差する位置にあり、入射光PLは、スクリーン10の中心軸LX上のスクリーン中心点Oを基本として、スクリーン10に投影される範囲に応じた特定の角度範囲で入射するものとなっている。なお、スクリーン中心点Oは、主面1a上の点であり、Y方向に延びる中心軸LXとX方向に延びる軸MXとの交点である。つまり、基板1の中心部分である。

【0023】

50

ここで、図 1 に示すように、角度範囲をもって入射する入射光 P L のうち、スクリーン中心点 O に向かう成分を基準光 P L c とする、この基準光 P L c の光路方向を、基準入射方向 S I とし、さらに、基準入射方向 S I を基板 1 の主面 1 a に正射影した方向を、入射光 P L のスクリーン 1 0 における入射方向の基準となる基準方向 S D とする。この場合、基準方向 S D は、入射光 P L の光源の基準となる点である投射点 S S に対応し、また、主面 1 a に平行であり、特に、中心軸 L X に平行な方向すなわち Y 方向となっている。また、プロジェクター 5 0 による投射は上方からの近接投射であるため、プロジェクター 5 0 からスクリーン 1 0 の各点に入射する入射光 P L の入射角 ξ の大きさは、スクリーン 1 0 の上方側すなわちプロジェクター 5 0 の光源側に近づくほど小さくなる。

【 0 0 2 4 】

10

〔 B . スクリーンの構造 〕

以下、図 2 等を参照して、スクリーン 1 0 の構造の詳細について説明する。まず、図 2 ~ 図 4 に示すように、スクリーン 1 0 は、横長の長方形の外観を構成するシート状の基板 1 を備える。さらに、図 2 に示すように、スクリーン 1 0 は、基板 1 の表面側に形成される光反射層 2 と、光反射層 2 の表面側に形成される光制御層 3 と、光制御層 3 の表面側を覆う保護層 2 0 とを備える。また、図 3 に示すように、光制御層 3 は、右半分すなわち - X 側を占める第 1 部分 3 L と + X 側を占める第 2 部分 3 R とを有する。

【 0 0 2 5 】

基板 1 は、+ Z 側の面としてスクリーン 1 0 の基準面となる主面 1 a を有する。この主面 1 a は、X Y 面に平行で、スクリーン 1 0 への入射光 P L の入射や反射の基準となる表示平面となっている。なお、基板 1 は、例えば光吸収性の樹脂材料で作製されており、可撓性を有する。

20

【 0 0 2 6 】

光反射層 2 は、基板 1 の主面 1 a 上に形成される複数のプリズム部分 2 a と、複数のプリズム部分 2 a の表面部分にそれぞれ形成される複数の光反射部 P P と、入射した光を吸収するための光吸収部 A S と、これらを保護するとともに光反射層 2 の表面 2 c を形成する平準化層 2 b とを有する。光反射層 2 の表面 2 c は、X Y 面に平行な表示平面としての主面 1 a に平行な面となっている。

【 0 0 2 7 】

複数のプリズム部分 2 a は、図 4 等に示すように、同心円弧状に隙間なく配列されたフレネル形状を形成している。ここで、図 2 に示すように、当該同心円弧状の中心 C F は、主面 1 a を周囲に延長した平面 H 1 上にあり、入射光 P L の投射点 S S に対応して、スクリーン 1 0 の中心線である中心軸 L X 上に設定されている。つまり、投射点 S S から表示平面である主面 1 a に対して垂直に下ろした線 L 1 と平面 H 1 との交点を交点 S X とすると、中心 C F と交点 S X とは、ともに中心軸 L X 上に配置されている。

30

【 0 0 2 8 】

また、光反射層 2 のうち、例えば図 5 に示すスクリーン 1 0 の中央部分において、隙間なく配列された各プリズム部分 2 a の表面部分は、主面 1 a よりも上方すなわち + Y 方向に傾いている面である第 1 傾斜面 S 1 と、主面 1 a よりも下方すなわち - Y 方向に向けて傾いた面である第 2 傾斜面 S 2 とで形成されている。各プリズム部分 2 a が連続することで、各傾斜面 S 1 , S 2 が交互に連なった状態となっている。これにより、複数のプリズム部分 2 a は、スクリーン 1 0 の中央部分での配列方向である Y 方向について上端から下端までの全体として、断面鋸歯状となっている。さらに、プリズム部分 2 a は、中心 C F を基準として同心円弧状に配列されているため、中心 C F を通る他の断面についても同様の形状を有している。つまり、複数のプリズム部分 2 a は、スクリーン 1 0 全体に亘って断面鋸歯状となっている。両傾斜面 S 1 , S 2 のうち第 1 傾斜面 S 1 上にアルミ蒸着等によって反射膜が設けられることで、光反射部 P P が形成されている。なお、第 2 傾斜面 S 2 である光吸収部 A S は、入射する不要光を基板 1 側に通過させる。光吸収部 A S を通過した不要光は、基板 1 で吸収される。これにより、スクリーン 1 0 は、コントラスト低下を抑制することができる。光吸収部 A S は、例えば黒色塗料の塗布等で形成されるものと

40

50

でき、この場合、光吸収部 A S 自体によって入射する不要光を吸収することができる。このほか、例えば各プリズム部分 2 a 及び基板 1 を光透過性樹脂とし、基板 1 の裏面側に黒色塗料を塗布するものとしてもよい。

【0029】

光制御層 3 は、平準化層 2 b の表面 2 c 上に形成されている。光制御層 3 は、特殊な高分子膜と透明プラスチック材料とを複合化することで構成され、内部に当該高分子膜と透明プラスチック材料とによる回折格子状の特異的な規則構造を有する。この構造により、光制御層 3 は、基板 1 の主面 1 a に平行な方向のうち所定方向について光の入射する角度によって光の透過状態を拡散透過させるものとするか直進透過させるものとするかをドラステックに変化させるという光学特性を有する（詳細については、特許文献 1 参照）。ここでは、上記のように光制御層 3 において光制御の基準となる所定方向を制御方向と呼ぶこととする。光制御層 3 は、光学特性として以上のような入射角選択性を有することにより、制御方向における入射角が規定の範囲内の角度で入射する光を拡散透過させ、かつ、制御方向における入射角が規定の範囲外の角度で入射する光を直進透過させるものとなっている。なお、光制御層 3 において、表側すなわち + Z 側の表面 3 b は、表示平面である主面 1 a に平行な面となっている。

【0030】

ここで、図 3 に示すように、光制御層 3 は、中心軸 L X より左側すなわち - X 側の半分である第 1 部分 3 L と、中心軸 L X より右側すなわち + X 側の半分である第 2 部分 3 R とで構成されている。このうち、第 1 部分 3 L では、上述した制御方向が、基準方向 S D に対して傾斜角 β だけ傾いて、入射光 P L の光源である投射点 S S に近い側から遠い側に向けて広がる方向である第 1 方向 D 1 に設定されている。また、第 2 部分 3 R では、上述した制御方向が、基準方向 S D に対して傾斜角 β だけ第 1 方向 D 1 とは逆向きに傾いて、入射光 P L の光源である投射点 S S に近い側から遠い側に向けて広がる方向である第 2 方向 D 2 に設定されている。つまり、光制御層 3 において、中心軸 L X を軸として、第 1 部分 3 L と第 2 部分 3 R とが対称に配置され、かつ、各部分 3 L , 3 R において、光を拡散透過させる方向を定める制御方向である第 1 及び第 2 方向 D 1 , D 2 が、Y 方向すなわち基準方向 S D に対して対称に傾いている。このように、第 1 部分 3 L と第 2 部分 3 R とで制御方向を異なるものとすることで、光制御層 3 は、基板 1 の入射位置によって異なる角度で入射する入射光 P L の各成分のいずれについても確実に直進透過させるように入射させることを可能にしている。

【0031】

保護層 2 0 は、光制御層 3 の表面 3 b 上すなわち + Z 側に形成され、スクリーン 1 0 の主要部をなす光反射層 2 及び光制御層 3 を保護している。なお、保護層 2 0 が不要で省略される場合には、表面 3 b が、スクリーン 1 0 の最表面となる。

【0032】

〔C. スクリーンによる入射光に対する動作〕

以下、図 5 を用いてスクリーン 1 0 による入射光 P L に対する動作の概要について説明する。なお、図 5 は、中心軸 L X に沿った断面を示している。

【0033】

まず、スクリーン 1 0 の中心軸 L X 上の位置において、法線 Z X に対して + Y 側から特定の入射角 ξ で入射する入射光 P L は、保護層 2 0 を通過し、さらに光制御層 3 においても、規定の範囲外の角度で入射する光として拡散されることなく直進透過する。次に、入射光 P L は、光反射層 2 の反射面 P S に入射する。ここで、反射面 P S は、主面 1 a に対して、微小な傾斜角度 α だけ + Y 側を向くように傾いている。これにより、入射光 P L は、Y 方向について入射角が変えられた反射光 R L となって光制御層 3 に向けて折り返される。この反射光 R L は、往路の入射光 P L とは入射角が異なる状態で光制御層 3 に入射する。これにより、反射光 R L は、所望の範囲内の角度で入射する光として光制御層 3 を拡散透過する。つまり、反射光 R L は、適度に拡散された状態の投影画像光 F L となってスクリーン 1 0 から略 + Z 方向の特定方向を中心として射出される。

【 0 0 3 4 】

以下、図 6 により、スクリーン 10 のうち光制御層 3 を中心に上記動作についてより詳しく説明する。ここで、図 6 は、一例として、スクリーン 10 の - X 側を占める第 1 部分 3 L を第 1 方向 D 1 に沿った断面の一部分について拡大した図である。つまり、図 5 の場合と比べて、切断する方向が傾斜角 β (図 3 等参照) の分だけ傾いている。なお、この断面での反射面 P S の傾斜角度は、傾斜角度 α' であるものとする。

【 0 0 3 5 】

まず、光制御層 3 は、第 1 の角度領域 ω から入射した光を規定の範囲内の角度で入射する光として拡散透過させ、かつ、これ以外の範囲である第 2 の角度領域 η から入射した光を直進透過させる性質を有する膜で構成されている。ここでは、第 1 の角度領域 ω は、法線 Z X の方向を基準の入射角 0° として、第 1 方向 D 1 に関して例えば約 30° の角度範囲に亘っており、法線 Z X を挟んで法線 Z X から上方側すなわち + Y 側について角度 ω_H までの領域と、法線 Z X から下方側すなわち - Y 側について角度 ω_L までの領域とで構成されているものとする。この場合、角度 ω_H が上方側についての拡散透過させる範囲の臨界角度を示し、角度 ω_L が下方側についての拡散透過させる範囲の臨界角度を示すものとなる。なお、ここでは、法線 Z X の方向を基準となる入射角 0° として角度 ω_H 側を正の角度、角度 ω_L 側を負の角度とし、角度 ω_H と角度 ω_L との大きさは等しい又はほぼ等しいものとする。

【 0 0 3 6 】

以上のような光制御層 3 に対し、入射角 ξ (図 5 等参照) の入射光 P L が直進透過するか否かは、入射角 ξ を Y Z 面について正射影した成分角 ξ' の値が臨界角度 ω_H , ω_L に対して大きいかな否かによって定まる。ここでは、図示のように、成分角 ξ' は、第 1 の角度領域 ω のうち臨界角度 ω_H より角度 ε だけ大きいものとなっている。つまり、成分角 ξ' は、角度 ε の分だけ第 1 の角度領域 ω より外側となっており、第 2 の角度領域 η の内側の領域に含まれる角度となっている。これにより、入射時における入射光 P L は、光制御層 3 において拡散されることなく直進透過して、光反射層 2 に向かうものとなる。この場合、入射光 P L は、光制御層 3 の通過後においても拡散していないので、屈折により角度の変化はあっても、角度分布の広がりを持つことなく光反射層 2 に入射するので、入射光 P L の反射面 P S での反射角度は、設計通りの比較的正確なものとなる。光制御層 3 を経た入射光 P L は、光反射層 2 の反射面 P S において、反射面 P S により方向を変えられて光制御層 3 側に折り返される。この際、反射面 P S が表示平面に対して傾斜角度 α' だけ傾いている。傾斜角度 α' が適宜調整されていることにより、入射光 P L を折り返した成分である反射光 R L は、法線 Z X に対して + Z 方向を基準として時計回りの方向に微小な角度 γ だけ傾いた状態となって光制御層 3 に入射する。入射角 γ は、傾斜角度 α' の調整によって臨界角度 ω_H より小さいものになっている。つまり、入射角 γ は、第 1 の角度領域 ω 内の角度となっており、反射光 R L は、光制御層 3 の通過時において拡散透過して正面側に射出される。以上のような動作がスクリーン 10 上に入射するすべての入射光 P L に対してなされることで、例えば図 5 に示すように、投影画像光 F L が、適度に拡散された状態で射出される。

【 0 0 3 7 】

〔 D . 光制御層の制御方向と制御方向に関する入射光の入射角との関係 〕

入射光 P L が、上述したように、入射時には光制御層 3 で直進透過され、反射後においては、反射光 R L として拡散作用を受けて投影画像光 F L として射出されるためには、光制御層 3 において、第 1 及び第 2 部分 3 L , 3 R における制御方向である第 1 及び第 2 方向 D 1 , D 2 と、第 1 及び第 2 方向 D 1 , D 2 に関する入射光 P L の入射角との関係が、適切に定まっていることが、非常に重要となる。

【 0 0 3 8 】

本実施形態のように、近接の下方投射の場合においては、例えば図 2 等 に示すように、+ Y 側すなわち投射点 S S に近い側ほど入射角 ξ の値が小さくなり、光制御層 3 を直進透過させにくくなる。さらに、スクリーン 10 の周辺側において入射角 ξ を射影した成分角

の値が小さくなりやすい。具体的には、図 3 に示す基板 1 の長手方向（X 方向）について
の一端側で、かつ、入射光 P L の投射点 S S に最も近い側である周辺領域 D L と、長手方
向についてのもうの一端側と反対の他端側で、かつ、入射光 P L の投射点 S S に最も近い側であ
る周辺領域 D R とにおいて、入射光 P L の正射影成分の角度が最も小さくなりやすい。従
って、周辺領域 D L , D R に入射する入射光 P L において、図 6 に示したような関係が満
たされるように光制御層 3 での第 1 及び第 2 方向 D 1 , D 2 等が調整されることで、スク
リーン 10 の全体において、入射光 P L を所望のように直進・拡散させる制御ができるも
のにできる。なお、図 3 の場合、第 1 部分 3 L が周辺領域 D L を含み、第 2 部分 3 R が周
辺領域 D R を含むものとなっている。

【 0 0 3 9 】

10

以下、光制御層 3 の制御方向である第 1 及び第 2 方向 D 1 , D 2 と第 1 及び第 2 方向 D
1 , D 2 に関する入射光 P L の入射角との関係について説明する。なお、第 1 方向 D 1 と
第 2 方向 D 2 とは、中心軸 L X に関して対称であり、説明が同様のものとなるため、以下
では、入射光 P L と第 1 方向 D 1 との関係のみにについて説明し、入射光 P L と第 2 方向 D
2 との関係については説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

まず、図 7 (A) ~ 7 (C) により、入射光 P L の入射角の方向の特定について説明す
る。図 7 (A) 等において、点 X O は、図 1 のスクリーン 10 上における入射光 P L の入
射位置を示すものであり、ここでは、光制御層 3 (図 6 等参照) との関係を説明するた
めに概念的に示している。なお、図 7 (B) は、図 7 (A) において、視点 E 1 から方向 R
1 すなわち Z 方向について点 X O に向かう入射光 P L を観察した様子を示しており、図 7
(C) は、図 7 (A) において、視点 E 2 から方向 R 2 すなわち X Y 面に平行で直線 c d
に垂直な方向について点 X O に向かう入射光 P L を観察した様子を示している。ここでは
、図 7 (A) ~ 7 (C) に示すように、入射光 P L と Z 軸とのなす角を入射光 P L の極角
 φ とし、入射光 P L を X Y 面について射影して得られる直線 c d と Y 軸とのなす角を入射
光 P L の方位角 θ としており、これらを極座標として捉えている。つまり、この場合の入
射光 P L の光制御層 3 に対する入射方向すなわち入射角は、これら極角 φ と方位角 θ とに
よって定まる。

20

【 0 0 4 1 】

次に、図 7 (D) 及び 7 (E) により、入射光 P L の入射角の満たすべき条件について
説明する。ここで、図 7 (D) は、本実施形態での入射光 P L と光制御層 3 (図 6 等参照
) との関係を示す概念図であり、基準軸 D X が Y 軸に対して傾斜角 β だけ傾いていること
が、図 3 において制御方向である第 1 方向 D 1 が基準方向 S D に対して傾斜角 β だけ傾い
ていることに相当する。一方、図 7 (E) は、比較例の図である。図 7 (E) では、制御
方向 D 1 ' が Y 方向に平行であり、基準方向 S D に対して傾いていないことに相当する。
つまり、図 7 (D) と図 7 (E) では、図 7 (D) の第 1 方向 D 1 が図 7 (E) の制御方
向 D 1 ' の状態から傾斜角 β の分だけ Y 方向から X 方向に傾けているすなわち傾斜角 β だ
け回転させていることのみが異なる。また、図 7 (D) と図 7 (E) とにおいて、入射光
P L の入射角の状態は同じである。なお、図 7 (D) 等においては、半径 R の長さが 1 で
ある単位球 S P を用いて説明することとする。

30

40

【 0 0 4 2 】

図 7 (D) において、単位球 S P 上の円 H C と円 L C とは、図 6 における + Y 側の臨界
角度 ωH と - Y 側の臨界角度 ωL とにそれぞれ対応するものである。つまり、円 H C , L
C 上の任意の点と点 X O とを通る直線の X Z 面に対する傾き角度が、図 6 の臨界角度 ωH
, ωL に等しいものとなっている。従って、点 X O に向かう光線のうち、単位球 S P 上
において、円 H C と円 L C とによって挟まれる帯状の領域 B B 外を通過して点 X O に向かう
光線は、臨界角度 ωH , ωL より大きい角度で光制御層 3 に入射するすなわち図 6 の第 2
の角度領域 η から入射することに相当するため、光制御層 3 で直進透過される。一方、領
域 B B 内を通過して点 X O に向かう光線は、臨界角度 ωH , ωL 以内の角度で光制御層 3
に入射するすなわち図 6 の第 1 の角度領域 ω から入射することに相当するため、光制御層

50

3で拡散透過される。例えば、図7(D)に示す状態では、点XOに向かう入射光PLは、単位球SP上において、領域BB外の点Pを通過するものとなっている。この場合、入射光PLは、図6の光制御層3で直進透過されることになる。一方、図7(E)に示す状態では、図7(D)のときとは領域BBが変わるため、点XOに向かう入射光PLの単位球SP上の通過点である点Pは、領域BB内の点になってしまう。従って、この場合の入射光PLは、図6の光制御層3で拡散透過されることになる。以上のことから、図7(E)のような状態から図7(D)の状態に変更する、すなわち光制御層3の制御方向をY方向に平行な状態から必要な角度傾ける、例えば傾斜角 β だけ傾けることで、入射光PLの入射角が同じであっても、光制御層3において拡散透過される状態から直進透過される状態となるように調整することができる。言い換えると、入射光PLの入射角の大きさに応じて光制御層3において制御方向を調整することで入射光PLを入射時に直進透過させることができる。

10

【0043】

以下、図8(A)～8(D)により、単位球SPを利用した第1方向D1の傾斜角 β と入射光PLとの関係について詳細に説明する。ここで、図中において円HC、LCの外側の円HCa、LCaは、臨界角度 ω_H 、 ω_L にマージン角度 $\Delta\omega(>0^\circ)$ を加えた値である角度 $\omega_H + \Delta\omega$ 、 $\omega_L + \Delta\omega$ に対応する単位球SP上の点の集合を示すものである。従って、入射光PLは、円HCa、LCaに対応する角度がそれよりも大きい角度で入射するものとなっていれば、確実に直進透過されるものとなる。ここでは、円HCaに入射光PLが対応するものとなるような条件について考察する。まず、図8(A)に示すように、傾斜角 β と方位角 θ とについて、補正後の方位角を方位角 θ_x とすると、

20

$$\beta = \theta - \theta_x \dots (1)$$

となる。また、図8(A)及び8(B)に示すように、入射光PLの単位球SP上の点P1において、直線cd上でのZ軸からの距離を距離Aとすると、極角 ϕ を用いて、

$$A = \sin \phi \dots (2)$$

と表される。また、Y軸に対して傾斜角 β だけ傾いた直線efの軸方向すなわち基準軸DXの延びる方向は、第1方向D1に平行なものとなっている。点P1の図8(C)において対応する点は、射影点PP1である。この場合、図8(A)及び8(C)に示すように、直線ef上で射影点PP1のZ軸からの距離Bを、

30

$$B = \sin \delta_i \dots (3)$$

とする。式(3)における角度 δ_i が、

$$\delta_i = \omega_H + \Delta\omega \dots (4)$$

となっていれば、上述した所望の条件すなわち円HCaに入射光PLが対応するものになるという条件を満たすことになる。ここで、図8(A)より、点XOを含むXY面で見ると、補正後の方位角 θ_x と、距離Aと、距離Bとの関係は、

40

$$\frac{B}{A} = \cos \theta_x \dots (5)$$

となっている。以上の式(2)～(4)を式(5)に適宜代入し変形すると、

$$\theta_x = \arccos \left(\frac{\sin(\omega_H + \Delta\omega)}{\sin \phi} \right) \dots (6)$$

が得られる。上記式(6)を(1)に代入すると、

$$\beta = \theta - \theta_x = \theta - \arccos \left(\frac{\sin(\omega_H + \Delta\omega)}{\sin \phi} \right) \dots (7)$$

50

となる。従って、図 3 に示す光制御層 3 の第 1 部分 3 L において、最も小さな入射角で入射する入射光 P L に対して、入射光 P L の極角 φ 、方位角 θ の値及び + Y 側の臨界角度 ω_H とマージン角度 $\Delta\omega$ とに応じて上記式 (7) から得られる傾斜角 β だけ中心軸 L X に対して傾けることで、第 1 部分 3 L に入射するすべての入射光 P L を直進透過させることができるものとなる。また、同様に、第 2 部分 3 R においても、傾斜角 β だけ中心軸 L X に対して傾けることで、第 2 部分 3 R に入射するすべての入射光 P L を直進透過させることができるものとなる。なお、本実施形態のように、近接下方投射によって画像投影を行う場合、第 1 部分 3 L 及び第 2 部分 3 R のいずれにおいても、スクリーン S R の周辺側で + Y 側すなわち光源 S R に近い側の領域 D L, D R の入射角の成分が最も小さいものとなりやすい。従って、領域 D L, D R での入射光 P L を直進透過させるように、傾斜角 β を調整することで、ゲインの低下を抑制し、スクリーン面内での輝度ムラを低減することができるものとなる。なお、以上の場合において、図 8 (C) が、図 6 に対応する図である。すなわち、図 8 (C) の角度 δ_i が図 6 の成分角 ξ' に相当し、また、図 8 (C) のマージン角度 $\Delta\omega$ が、図 6 の角度 ε の最小値に相当するものとなっている。また、図 8 (D) は、図 2 又は図 5 から見たスクリーン 10 の側面に対応する図である。なお、図 8 (D) の断面から見た場合における臨界角度 ω_H , ω_L に相当する角度 ω_H' , ω_L' は、 $\omega_H' < \omega_L'$ となっている。

10

20

30

40

50

【0044】

ここで、マージン角度 $\Delta\omega$ の値すなわち角度 ε の最小値は、 5° 以上とすることが望ましい。つまり、角度 δ_i すなわち成分角 ξ' が、第 1 の角度領域 ω の上限である臨界角度 ω_H の値より 5° 以上大きいものとなっていれば、第 1 の角度領域 ω の臨界角度 ω_H に対して十分なマージンを有し、光制御層 3 への外部からの通過時において、拡散されことなく、確実に直進透過するものとなる。なお、以上は一例であり、マージン角度 $\Delta\omega$ として十分な値は、これに限らず、光制御層 3 として用いる材料・構造等によって異なる。つまり、上述のように、全ての入射光 P L を実質的に直進透過させることが確保される範囲において、マージン角度 $\Delta\omega$ を適宜定めることができる。

【0045】

以上のように、本実施形態に係るスクリーン 10 では、光制御層 3 の第 1 部分 3 L と第 2 部分 3 R とが、入射光 P L の角度範囲の基準となる基準方向 S D に対応して、互いに異なる方向でかつ入射光の光源に近い側から遠い側に向けて広がるようにそれぞれ傾いている第 1 方向 D 1 と第 2 方向 D 2 とをそれぞれ制御方向としている。これにより、光制御層 3 は、第 1 部分 3 L と第 2 部分 3 R とにおいて、入射光 P L の入射時に入射光 P L を拡散させることなく直進透過させて光反射層 2 に向かわせることができ、光反射層 2 は、入射した光を所望の角度で反射させることが可能となる。従って、本スクリーン 10 は、ゲインの低下を抑制して、輝度ムラの低減されたものとなる。

【0046】

また、図 2 等では、中心 C F と交点 S X とは、中心軸 L X 上において離間した状態のものを示している。この距離は、図 1 のようにプロジェクター 50 を設置する環境等に対応するためのマージンに相当し、ある程度の範囲を許容している。ただし、当該距離が 0 すなわち中心 C F と交点 S X とを一致させることができれば、そのような配置としてもよい。この場合、入射光 P L の入射角 ξ とスクリーン 10 の各光反射層 2 の傾斜角度 α との関係が最適化され、入射光 P L をより確実に観察者 E Y のいる正面側すなわち略 + Z 側へ折り返すことができる。

【0047】

また、光反射層 2 において、円弧状に沿って配列される複数のプリズム部分 2 a の曲率半径を必要により適宜調整して、複数の光反射部 P P の各反射面 P S の傾きのスクリーン 10 内における分布を調整してもよい。一般に、フレネルプリズム反射面の収差の影響は、スクリーンの周辺側ほど受けやすい。このため、スクリーン 10 においても、周辺側において入射角 γ の角度のズレが生じやすいが、曲率半径を調整することで、このズレを補正することができる。

【 0 0 4 8 】

なお、詳しい説明を省略するが、プロジェクター 5 0 を室内の床側に設置して下方からの近接投射とする場合にも、同様の投射システム 1 0 0 を構成することが可能である。

【 0 0 4 9 】

また、光反射部 P P の表面は、光を反射する反射面 P S となっている。第 1 傾斜面 S 1 の主面 1 a に対する傾斜角度 α は、光反射部 P P の傾きすなわち反射面 P S の傾きを決定する。つまり、同心円弧状に配列される各プリズム部分 2 a において、傾斜角度 α は、入射光 P L の入射角 ξ の差に応じて異なるものとなっていてよい。この場合、円弧状に形成される 1 つのプリズム部分 2 a の反射面 P S に入射する入射光 P L は、略同一の入射角 ξ を有する。傾斜角度 α は、この入射角 ξ に応じて設定されているので、当該プリズム部分 2 a に入射する入射光 P L は、スクリーン 1 0 の中央側だけでなく周辺側で入射するものについても確実に略 + Z 側の特定方向に折り返される。以上のことは、全てのプリズム部分 2 a について同様である。つまり、すべての入射光 P L は、各プリズム部分 2 a の反射面 P S によって確実に略 + Z 側の特定方向に折り返されるものにできる。この場合、傾斜角度 α が入射光 P L の入射角 ξ に応じてそれぞれ調整されていることにより、いずれの角度で入射する入射光 P L についても、正面側すなわち略 + Z 側の特定方向を中心に確実に折り返して略正面側へ適切に射出させることができる。

10

【 0 0 5 0 】

〔 第 2 実施形態 〕

以下、図 9 により、第 2 実施形態に係るスクリーンについて説明する。なお、本実施形態に係る投射システムは、第 1 実施形態の投射システム 1 0 0 の変形例であるので、スクリーンの構造についてのみ説明し、全体の図示を省略する。

20

【 0 0 5 1 】

図 9 に示すように、スクリーン 1 0 の変形例であるスクリーン 1 1 0 において、光制御層 1 0 3 は、右半分すなわち - X 側の一部を占めるとともに制御方向が基準方向 S D に対して傾いた第 1 方向 D 1 である第 1 部分 1 0 3 L と、+ X 側の一部を占めるとともに制御方向が基準方向 S D に対して傾いた第 2 方向 D 2 である第 2 部分 1 0 3 R とに加え、第 1 部分 1 0 3 L と第 2 部分 1 0 3 R との間の中央部分に配置されるとともに制御方向が基準方向 S D に平行な第 3 方向 D 3 に設定されている第 3 部分 1 0 3 C を有する。

【 0 0 5 2 】

本実施形態の場合、光制御層 1 0 3 において、中心軸 L X から遠い周辺側の部分である第 1 及び第 2 部分 1 0 3 L , 1 0 3 R については、第 1 実施形態の場合と同様に、制御方向である第 1 及び第 2 方向 D 1 , D 2 を基準方向 S D に対して傾斜角 β だけ傾けていることで、入射光 P L を確実に折り返して略正面側へ適切に射出させるようにしている。これに対して、光制御層 1 0 3 において、中心軸 L X に近い中央側の部分である第 3 部分 1 0 3 C では、入射角の条件が周辺側の部分ほど厳しくないため、必ずしも制御方向を基準方向 S D に対して傾ける必要がない。従って、本実施形態のように、光制御層 1 0 3 をより細かく 3 つの部分に分割し、制御方向を傾ける必要のある周辺側の部分 1 0 3 L , 1 0 3 R について制御方向を基準方向 S D に対して傾けることで、スクリーン 1 0 の全体に入射する入射光 P L の適切な制御を行うことができる。

30

40

【 0 0 5 3 】

また、以上では、一例として光制御層 1 0 3 を X 方向について並ぶように 3 つに区分しているが、分割の仕方はこれに限らず、入射光 P L の角度範囲等に応じて種々のものが考慮でき、例えば、4 つ以上の部分に分かれてそれぞれ異なる制御方向となっているものとしてもよい。また、Y 方向について並ぶように区分されていてもよい。

【 0 0 5 4 】

〔 第 3 実施形態 〕

以下、図 1 0 により、第 3 実施形態に係るスクリーンについて説明する。なお、本実施形態に係る投射システムは、第 1 実施形態の投射システム 1 0 0 の変形例であるので、スクリーンの構造についてのみ説明し、全体の図示を省略する。

50

【 0 0 5 5 】

図 1 0 に示すように、スクリーン 1 0 の変形例であるスクリーン 2 1 0 は、光反射層 2 と光制御層 3 との間に、光制御層 3 と同一の構造である第 2 の光制御層 4 をさらに有するものとなっている。ただし、第 2 の光制御層 4 は、主面 1 a の法線方向に対する X 方向の傾きについて入射角選択性を示すすなわち X 方向を制御方向とする点で光制御層 3 と異なる。これにより、スクリーン 2 1 0 は、X 方向すなわち横方向についてより広く光を拡散させることが可能となっている。

【 0 0 5 6 】

第 2 の光制御層 4 については、このほか、入射角選択性を示すことなくすなわち入射角によらず X 方向について拡散させる特性を有する光拡散性の層を用いるものとしてもよい。

10

【 0 0 5 7 】

〔その他〕

以上各実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において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 0 5 8 】

上記では、光反射層 2 において、複数のプリズム部分 2 a は、同心円弧状に隙間なく配列されフレネル形状を有するものとしているが、入射光 P L を確実に正面側に折り返すものであれば、複数のプリズム部分 2 a の配列や形状は、これに限らず、例えば同心円弧を変形した楕円状の曲線に沿って平行に配列されるものであってもよい。また、各プリズム部分 2 a も輪帯状のもの以外でもよく、例えば複数のブロック状のプリズムを同心円弧状の曲線に沿って並べることで、1 つのプリズム部分としての機能を持たせる構成としてもよい。

20

【 0 0 5 9 】

また、上記では、入射光 P L を正面側あるいは略正面側に観察者がいることを想定しているため、折り返すべき方向についても正面側あるいは略正面側としているが、観察者が正面側以外の位置にいる場合には、これに応じて入射光 P L を折り返す方向を適宜変更できる。

【 0 0 6 0 】

また、上記では、図 1 0 に示す第 3 実施形態のスクリーン 2 1 0 において、光反射層 2 と光制御層 3 との間に第 2 の光制御層 4 を設ける構成としているが、光制御層 3 と第 2 の光制御層 4 とを入れ替えた構成としてもよい。

30

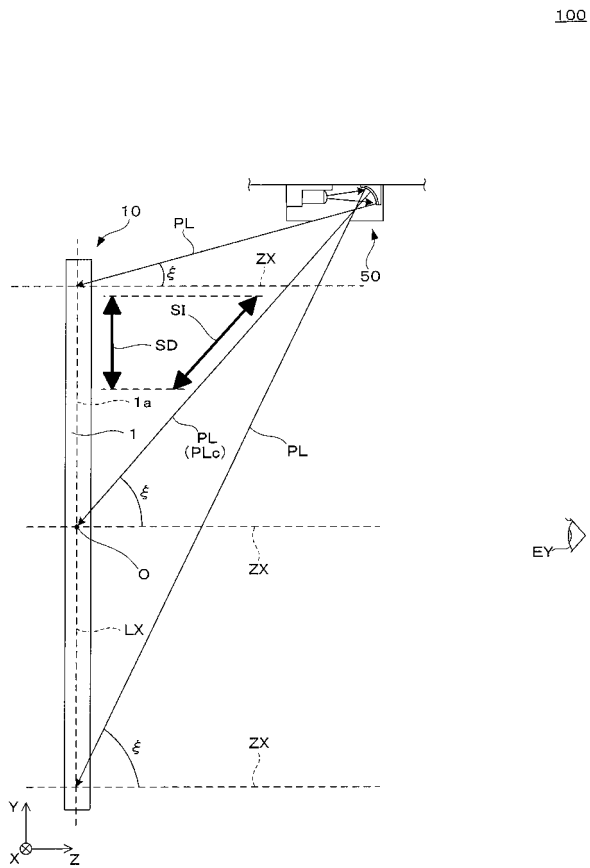
【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

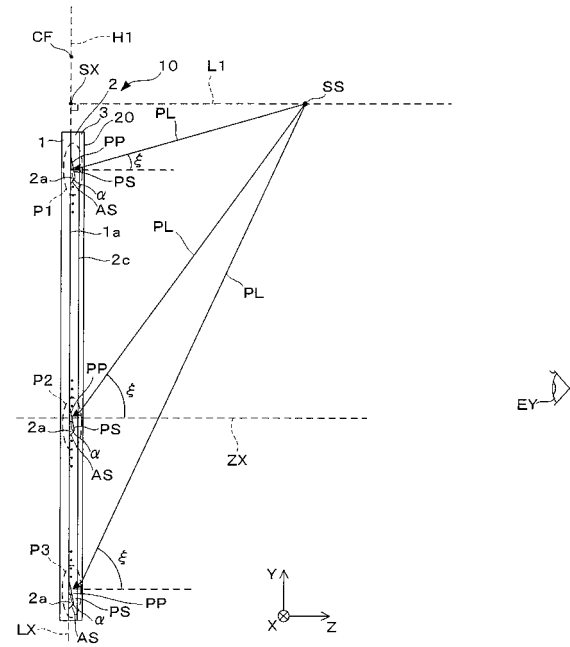
1 0 , 1 1 0 , 2 1 0 ... スクリーン、 1 ... 基板、 1 a ... 主面、 2 ... 光反射層、 2 a ... プリズム部分、 2 b ... 平準化層、 3 , 1 0 3 ... 光制御層、 4 ... 第 2 の光制御層、 3 L , 1 0 3 L ... 第 1 部分、 3 R , 1 0 3 R ... 第 2 部分、 1 0 3 C ... 第 3 部分、 2 0 ... 保護層、 P P ... 光反射部、 P S ... 反射面、 A S ... 光吸収部、 5 0 ... プロジェクター、 1 0 0 ... 投射システム、 P L ... 入射光、 D 1 ... 第 1 方向、 D 2 ... 第 2 方向、 D 3 ... 第 3 方向、 S D ... 基準方向、 D L , D R ... 周辺領域、 ξ ... 入射角、 α ... 傾斜角度、 β ... 傾斜角

40

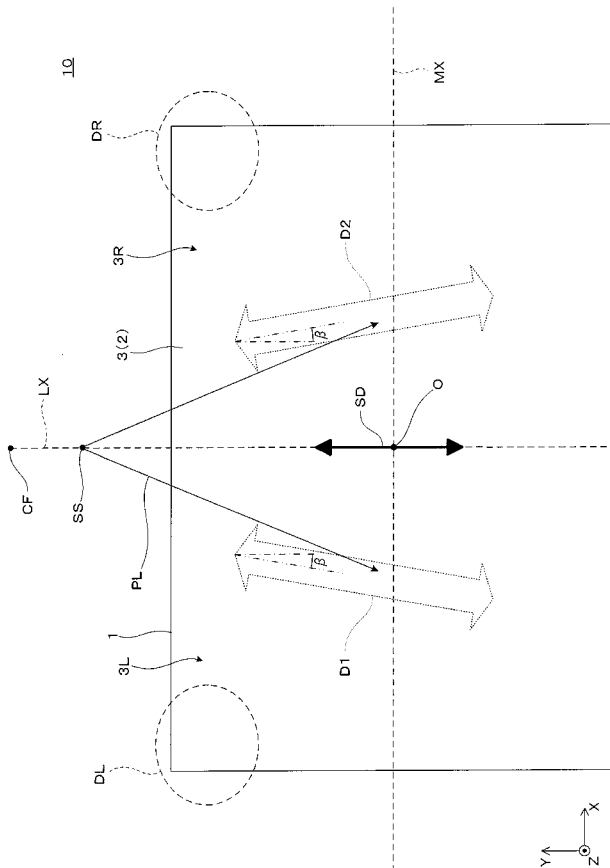
【図 1】



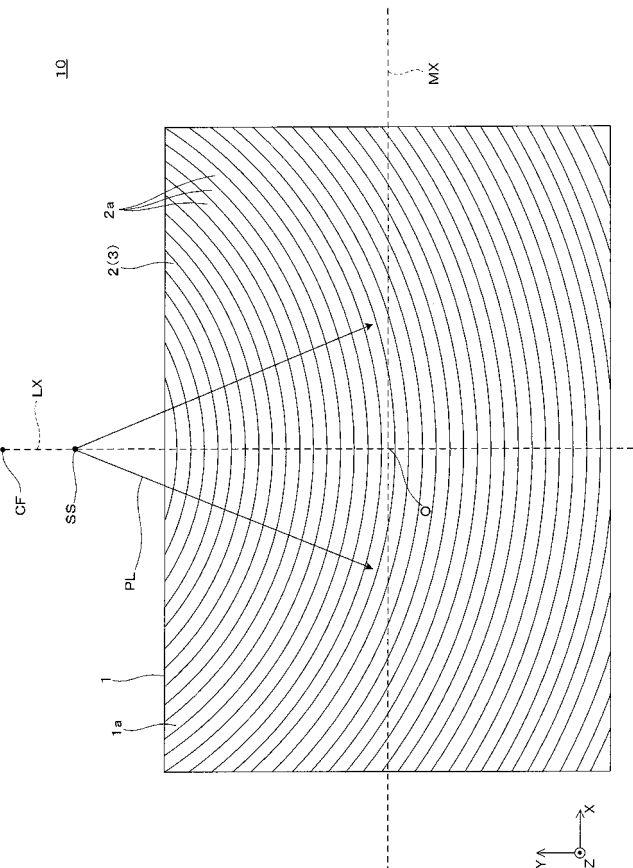
【図 2】



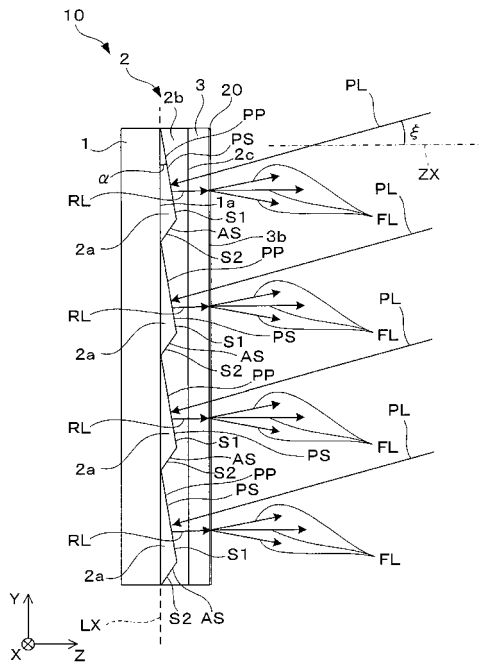
【図 3】



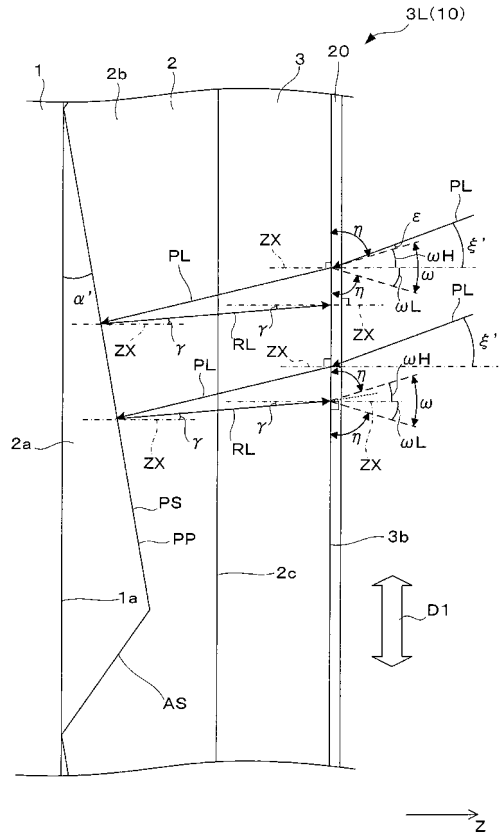
【図 4】



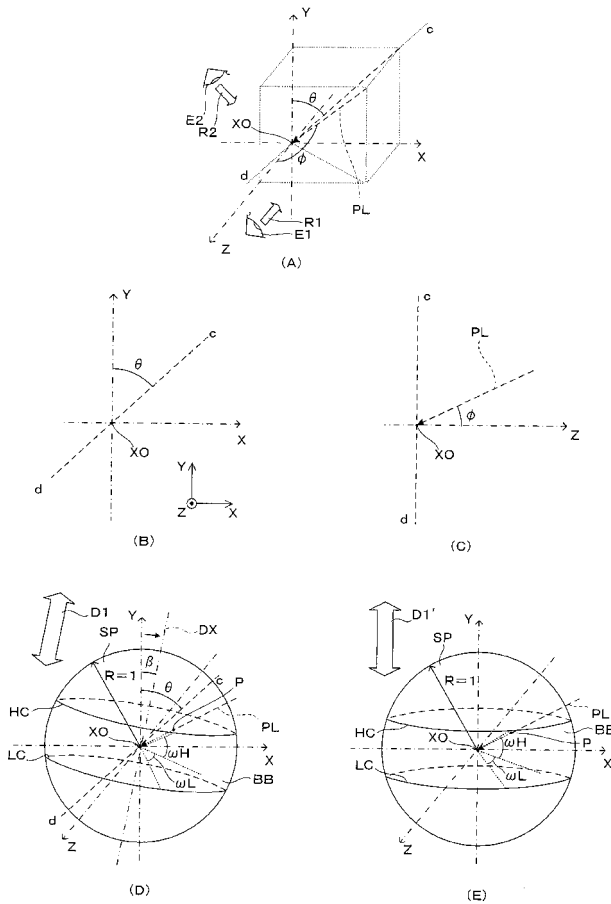
【図 5】



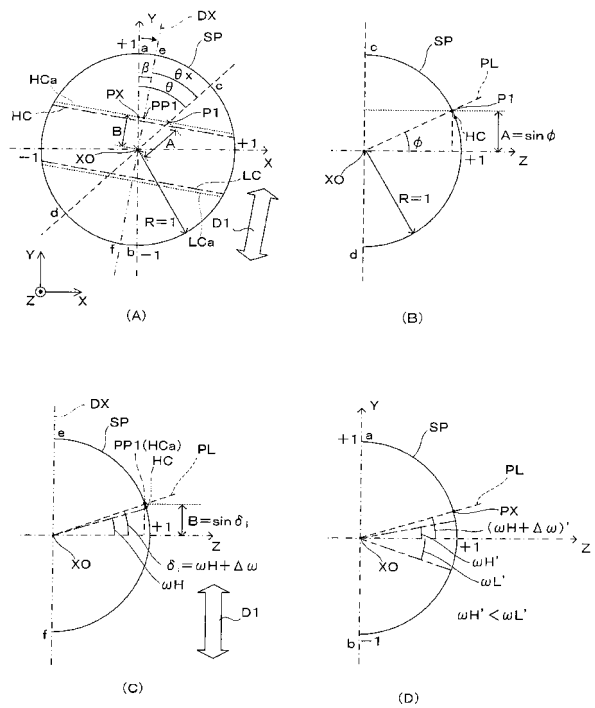
【図 6】



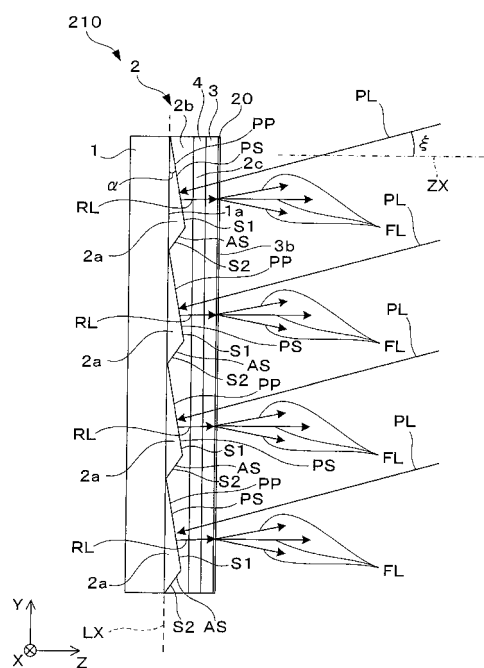
【図 7】



【図 8】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H042 AA02 AA15 AA26 CA12 CA15 CA17 DA02 DA11 DC02 DD04
DE00
2K103 AA16 AB05 BC01 BC03 BC41 BC42 BC50 CA01 CA26 CA47