

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5239832号
(P5239832)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl.

F I

G03B 21/60 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)
G02B 5/00 (2006.01)
G02B 5/10 (2006.01)

G03B 21/60 Z
 G02B 3/00 A
 G02B 5/00 B
 G02B 5/10

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-327226 (P2008-327226)
 (22) 出願日 平成20年12月24日(2008.12.24)
 (65) 公開番号 特開2010-151902 (P2010-151902A)
 (43) 公開日 平成22年7月8日(2010.7.8)
 審査請求日 平成23年11月28日(2011.11.28)

(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 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100140774
 弁理士 大浪 一徳
 (72) 発明者 羯磨 亮二
 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 真保 晃
 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】 スクリーン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スクリーン基板上の前面側に、凹形状で設計上半球面のマイクロレンズを複数配置してなるスクリーンにおいて、

前記マイクロレンズは、主光線の方角に対応して定まる前記スクリーン基板上の第1方向に沿って配列されてレンズ列を形成するとともに、該レンズ列において隣り合うマイクロレンズどうしが、異なるレンズ曲率半径で形成され、かつ、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズの曲率半径の中心が、同一平面上に位置するように設計されているとともに、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズは、異なるレンズ曲率半径で形成された少なくとも3種からなっており、同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記マイクロレンズは、該レンズ列の列方向に沿ってレンズ曲率半径の大きさの順に規則的に配置されていることを特徴とするスクリーン。

【請求項2】

スクリーン基板上の前面側に、凸形状で設計上半球面のマイクロレンズを複数配置してなるスクリーンにおいて、

前記マイクロレンズは、主光線の方角に対応して定まる前記スクリーン基板上の第1方向に沿って配列されてレンズ列を形成するとともに、該レンズ列において隣り合うマイクロレンズどうしが、異なるレンズ曲率半径で形成され、かつ、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズの曲率半径の中心が、同一平面上に位置するように設計されているとともに、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズは、異なるレンズ曲率半径で形成さ

れた少なくとも3種からなっており、同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記マイクロレンズは、該レンズ列の列方向に沿ってレンズ曲率半径の大きさの順に規則的に配置されていることを特徴とするスクリーン。

【請求項3】

同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記マイクロレンズのうちの隣り合う二つのマイクロレンズ対のレンズ曲率半径差は、該マイクロレンズ対に隣り合うマイクロレンズ対のレンズ曲率半径差と異なっていることを特徴とする請求項1又は2に記載のスクリーン。

【請求項4】

前記マイクロレンズは、前記スクリーン基板上的前記第1方向での中心線を対称線として、前記の規則的な配置が線対称になっていること特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のスクリーン。

10

【請求項5】

前記レンズ列は、前記第1方向と交差する第2方向に複数並列されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項6】

前記複数のレンズ列のうちの隣り合うレンズ列間では、前記第2方向において対応するマイクロレンズどうしが不規則に配列されるように、構成されていることを特徴とする請求項5記載のスクリーン。

【請求項7】

20

前記マイクロレンズの少なくとも一部は、前記レンズ列内において隣り合うものどうしが一部重なって形成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項8】

前記第1方向は主光線に対して略水平方向であり、前記レンズ列は、略水平方向に沿った円弧状の配列であることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項9】

前記マイクロレンズは、光反射面と光吸収面とを有していることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載のスクリーン。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、前方に配置されたプロジェクター等の投影装置からの光を反射して、投影画像を映し出すスクリーンに関する。

【背景技術】

【0002】

下方からの斜め投射による投影画像を反射させることにより、この投影画像を観察可能にする反射スクリーンが知られている。このようなスクリーンとしては、従来、スクリーン基板上に同一形状の凸状のマイクロレンズ（単位形状部）を多数規則的に配置し、下側の表面部分にのみ反射面を形成することにより、上方からの外光を遮断して高コントラスト化したものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

40

また、同様の機能を有するスクリーンとして、スクリーン基板上に同一形状の凹状のマイクロレンズを多数規則的に配置したものも知られている。

【特許文献1】特開2006-215162号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、前記したように同一形状のマイクロレンズを多数規則的に配置したスクリーンでは、以下に述べる改善すべき課題がある。

50

従来のマイクロレンズスクリーンでは、ホワイトマットと呼ばれるマットスクリーンと同等の明るさを確保するため、レンズ間のピッチを狭めることがなされている。ところが、このようにレンズ間のピッチを狭めて例えば0.2 mm未満にすると、シンチレーション（又はスベックル）と呼ばれる、スクリーンから浮いて見えるギラツキからなる干渉縞が発生してしまう。

【0004】

一方、このようなシンチレーションを無くするためには、レンズ間のピッチを広げることが効果的である。例えば、レンズ間のピッチを0.2 mm以上に広げれば、人間の目にはほとんどシンチレーションが知覚できなくなり、したがってシンチレーションが視認されにくくなる。しかしながら、このシンチレーションと明るさとはトレードオフの関係にあり、シンチレーションを無くすべくレンズ間のピッチを0.2 mm以上に広げると、良好な明るさの投影画像が得られず、スクリーンが暗くなってしまう。

【0005】

また、マイクロレンズの径を大きくしてレンズ間のピッチを広げること考えられる。しかし、その場合には単位面積あたりに必要な個数のマイクロレンズが作り込めなくなるため、解像度の悪化とモアレの発生を起こしてしまう。したがって、このような手法にも限界があり、レンズ径としては例えば0.5 mm以下にせざるを得ないのが現状である。

【0006】

本発明は前記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、良好な明るさを有し、解像度の悪化やモアレの発生がなく、しかもシンチレーションの発生を緩和した、優れたスクリーンを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者は、前記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、以下の知見を得た。

シンチレーションが起こる原因は、光の干渉、すなわち光波と光波とが互いに干渉し合うことが、その一因であると考えられる。具体的には、同一形状の隣り合うマイクロレンズ間で反射した光どうしが、同じ光路長を有し、したがって同じ位相を有していることにより、干渉し合い、シンチレーションを起こすと考えられる。

【0008】

すなわち、本発明のスクリーンは、スクリーン基板上の前面側に、凹形状で設計上半球面のマイクロレンズを複数配置してなるスクリーンにおいて、

前記マイクロレンズは、主光線の方角に対応して定まる前記スクリーン基板上の第1方向に沿って配列されてレンズ列を形成するとともに、該レンズ列において隣り合うマイクロレンズどうしが、異なるレンズ曲率半径で形成され、かつ、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズの曲率半径の中心が、同一平面上に位置するように設計されているとともに、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズは、異なるレンズ曲率半径で形成された少なくとも3種からなっており、同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記マイクロレンズは、該レンズ列の列方向に沿ってレンズ曲率半径の大きさの順に規則的に配置されていることを特徴と

している。

【0009】

また、本発明の別のスクリーンは、スクリーン基板上の前面側に、凸形状で設計上半球面のマイクロレンズを複数配置してなるスクリーンにおいて、

前記マイクロレンズは、主光線の方角に対応して定まる前記スクリーン基板上の第1方向に沿って配列されてレンズ列を形成するとともに、該レンズ列において隣り合うマイクロレンズどうしが、異なるレンズ曲率半径で形成され、かつ、同一の前記レンズ列を構成

するマイクロレンズの曲率半径の中心が、同一平面上に位置するように設計されているとともに、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズは、異なるレンズ曲率半径で形成された少なくとも3種からなっており、同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記マイクロレンズは、該レンズ列の列方向に沿ってレンズ曲率半径の大きさの順に規則的に配置されていることを特徴としている。

【0010】

なお、前記の設計上半球面とは、設計的に半球面となるよう形成されたマイクロレンズであれば、例えば隣り合うマイクロレンズどうしが一部重なることで、見掛け上完全な半球面となっていないものでも、本発明におけるマイクロレンズに含まれることを意味している。

10

また、前記主光線は、スクリーン上において着目する領域に入射する光束を考えた場合のものであり、通常は、スクリーン上の中央領域に入射する光束に関するものとされる。ただし、スクリーン上の所望領域又は全域に入射する光束に関するものとすることもできる。

【0011】

このようなスクリーンによれば、レンズ列において隣り合うマイクロレンズどうしが異なるレンズ曲率半径で形成されているので、これら隣り合うマイクロレンズで反射した光が互いに異なる光路長を有するようになり、したがって異なる位相となる。よって、これら光どうしが互いに干渉し合うことが少なくなり、シンチレーションの発生が緩和される。

20

また、このようにシンチレーションの発生が緩和されるため、レンズ間のピッチを狭めることが可能になり、これによって良好な明るさが得られるようになる。さらに、レンズ径についても例えば0.5mm以下にすることができ、したがって解像度の悪化やモアレの発生がなくなる。

【0012】

また、前記スクリーンにおいては、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズの曲率半径の中心が、同一平面上に位置するように設計されているのが好ましい。

このようにすれば、隣り合うマイクロレンズで反射した光の光路長が、より確実に異なるようになり、したがってシンチレーションの発生がより十分に緩和される。

【0013】

30

また、前記スクリーンにおいて、同一の前記レンズ列を構成するマイクロレンズは、異なるレンズ曲率半径で形成された少なくとも3種からなっているのが好ましい。

光の干渉は、例えばレンズ間のピッチが狭い場合には、隣り合うレンズ間だけでなく、間に一つ以上のレンズをおいた二つのレンズ間でも起こる可能性がある。

そこで、異なるレンズ曲率半径で形成されたマイクロレンズを少なくとも3種とすることで、このように一つ以上のレンズをおいた二つのレンズ間においても、レンズ曲率半径が異なるようになる確率を高くすることができる。したがって、これらレンズで反射する光どうしが干渉し合うのが抑えられ、シンチレーションの発生が緩和される。

また、このようにマイクロレンズを少なくとも3種とすることで、干渉縞（シンチレーション）の強度が弱くなり、その分鑑賞者に干渉縞（シンチレーション）が視認されにくくなる。

40

【0014】

なお、このスクリーンでは、同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記マイクロレンズは、該レンズ列の列方向に沿ってレンズ曲率半径の大きさの順に規則的に配置されているのが好ましい。

このようにすれば、一つのレンズをおいた二つのレンズどうしも、そのレンズ曲率半径が異なるようになる。したがって、これらレンズで反射する光どうしが干渉し合うのが抑えられ、シンチレーションの発生がより十分に緩和される。

【0015】

また、このスクリーンでは、同一の前記レンズ列において、該レンズ列を構成する前記

50

マイクロレンズのうちの隣り合う二つのマイクロレンズ対のレンズ曲率半径差は、該マイクロレンズ対に隣り合うマイクロレンズ対のレンズ曲率半径差と異なっているのが好ましい。

このようにすれば、間に一つのレンズをおいた二つのレンズで反射する光どうしの干渉がより抑えられ、シンチレーションの発生がより緩和される。

【0016】

また、前記スクリーンにおいて、前記マイクロレンズは、前記スクリーン基板上的前記第1方向での中心線を対称線として、前記の規則的な配置が線対称になっているのが好ましい。

このようにすれば、スクリーンの中心を見た場合に、前記第1方向において見え方が線対称になり、したがって一方に偏ることがないため、視認し易くなる。

【0017】

また、前記スクリーンにおいて、前記レンズ列は、前記第1方向と交差する第2方向に複数並列されているのが好ましい。

このようにすれば、スクリーンのほぼ全面において、シンチレーションの発生が緩和されるようになる。

【0018】

なお、このスクリーンにおいて、前記複数のレンズ列のうちの隣り合うレンズ列間では、前記第2方向において対応するマイクロレンズどうしが不規則に配列されるように、構成されているのが好ましい。

このようにすれば、第2方向において隣り合うレンズどうしも、レンズ曲率半径が互いに異なるようになり易いため、これら隣り合うマイクロレンズで反射した光どうしが干渉し合うことによる、シンチレーションの発生が緩和される。

【0019】

また、このスクリーンにおいて、前記マイクロレンズの少なくとも一部は、前記レンズ列内において隣り合うものどうしが一部重なって形成されているのが好ましい。

このようにすれば、マイクロレンズ間のピッチを狭めることができ、したがってより良好な明るさが得られるようになる。

【0020】

また、このスクリーンにおいて、前記第1方向は主光線に対して略水平方向であり、前記レンズ列は、略水平方向に沿った円弧状の配列であってもよい。

このようにすれば、特にスクリーンの中央部前方で下方にプロジェクター（投影装置）を配した際、レンズ列を構成する個々のマイクロレンズを、プロジェクターに対して等距離に配置することができる。したがって、スクリーンの中央部と外周部との間に明るさムラが生じるのを防止することができる。

【0021】

また、このスクリーンにおいて、前記マイクロレンズは、光反射面と光吸収面とを有していることが好ましい。

このようにすれば、プロジェクター（投影装置）からの主光線を選択的に光反射面で受光し反射することが可能になり、また、照明光等の外光を選択的に光吸収面で受光することが可能になる。したがって、高コントラスト化が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、図面を参照して本発明を詳しく説明する。

図1(a)～(c)は本発明のスクリーンの一実施形態を示す図であり、図1(a)はスクリーンの外観正面図、図1(b)は図1(a)のA部を拡大した正面図、図1(c)は図1(b)のB-B線矢視断面図である。図1(a)～(c)において符号1は反射型のスクリーンであり、このスクリーン1は、その正面側前方の斜め下に配置された近接投射型のプロジェクター2からの投射光PLを、正面側により多く反射するための、横長矩形形状のものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

このスクリーン 1 は、スクリーン基板 3 上の前面側に、図 1 (b)、(c) に示すように、凹形状で設計上半球面のマイクロレンズ 4 を複数配置してなるものである。なお、図 1 (b)、(c) では、理解を容易にするため、マイクロレンズ 4 の開口を円形にし、かつ、その側断面を半円形にして、このマイクロレンズ 4 を完全な半球面の凹面として示している。しかし、本発明のマイクロレンズは、このような完全な半球面だけではなく、設計上の半球面であってもよい。具体的には、隣り合うマイクロレンズどうしが一部重なることで、見掛け上完全な半球面となっていないものでも、本発明ではこれらを設計上の半球面として、本発明におけるマイクロレンズに含まれるものとしている。

【 0 0 2 4 】

このようなマイクロレンズ 4 は、前述したプロジェクター 2 の主光線の方
向に対応して定まる、前記スクリーン基板 3 上の第 1 方向に沿って多数配列され、これによって図 1 (a) に示すようにレンズ列 5 を形成している。ここで、図 1 (a) の C - C 線矢視断面図である図 2 に示すように、投射光 P L の主光線 X L に垂直な面 P S とスクリーン基板 3 上のスクリーン面 S S との交線の方向、すなわち水平方向 (図 1 (a) における X 方向) が、本発明における第 1 方向となっている。したがって、レンズ列 5 はこの第 1 方向 (X 方向) に沿って形成されている。

【 0 0 2 5 】

ただし、本実施形態では、図 1 (a)、(c) に示したように前記レンズ列 5 は水平方向 (X 方向) に沿った円弧状の配列、すなわち水平方向に対応する 方向 (+ 方向、 - 方向) に延びたものとなっている。このようにレンズ列 5 を円弧状にしていることにより、このレンズ列 5 の延びる 方向を、プロジェクター 2 から放射状に射出される投射光の主光線 X L に対して、より正確に対応させることができるようになっている。したがって、レンズ列 5 を構成する個々のマイクロレンズ 4 を、プロジェクター 2 に対して等距離に配置することができ、これによってスクリーン 1 の中央部と外周部との間に明るさムラが生じるのを防止することができる。

【 0 0 2 6 】

また、このようなレンズ列 5 (同一のレンズ列 5) を構成するマイクロレンズ 4 は、図 1 (c) に示したように、隣り合うマイクロレンズ 4 どうしが異なるレンズ曲率半径で形成されている。本実施形態では、このように異なるレンズ曲率半径のマイクロレンズ 4 が、大 (4 a)、中 (4 b)、小 (4 c) の 3 種類の曲率のものからなっている。そして、このようなレンズ曲率半径の異なる 3 種類のマイクロレンズ 4 a、4 b、4 c は、本実施形態ではレンズ列 5 の列方向 (方向) に沿って、大きさの順に規則的に配置されている。

【 0 0 2 7 】

また、本実施形態では、前記第 1 方向での中心線、すなわち図 1 (a) の C - C 線で示すスクリーン 1 の中心線を対称線として、前記の規則的配置が線対称に構成されている。例えば、図 3 に示すように前記対称線 (C - C 線) に対応する位置に、レンズ曲率半径が小のマイクロレンズ 4 c が配置され、その + 方向に沿って、レンズ曲率半径が中のマイクロレンズ 4 b、レンズ曲率半径が大のマイクロレンズ 4 a がこの順に配置されている。そして、このような小 (4 c)、中 (4 b)、大 (4 a) の順が繰り返されることで、レンズ列 5 はスクリーン 1 の中心線から + 方向に沿って、マイクロレンズ 4 が小 中 大の配列となるように規則的に配置されている。また、- 方向においては、前記対称線 (C - C 線) に対応する位置の小のマイクロレンズ 4 c に対して、- 方向に沿って中のマイクロレンズ 4 b、大のマイクロレンズ 4 c がこの順に配置されている。そして、さらにこのような小 (4 c)、中 (4 b)、大 (4 a) の順が繰り返されることで、このレンズ列 5 はスクリーン 1 の中心線から - 方向に沿っても、マイクロレンズ 4 が小 中 大の配列となるように規則的に配置されている。

【 0 0 2 8 】

したがって、このレンズ列 5 は、スクリーン 1 の中心線を対称線として、小 中 大の

10

20

30

40

50

規則的な配置が、線対称に構成されている。

なお、このような規則的な配置であれば、逆に大 中 小となるような配置であってもよい。また、前記の対称線（C - C 線）に対応する位置に配置されるマイクロレンズ 4 が、中のレンズ曲率半径を有するマイクロレンズ 4 b であっても、大のレンズ曲率半径を有するマイクロレンズ 4 a であってもよい。

【 0 0 2 9 】

ここで、本実施形態では、図 1 (c) に示した小のマイクロレンズ 4 c のレンズ曲率半径が $170\text{ }\mu\text{m}$ 、中のマイクロレンズ 4 b のレンズ曲率半径が $180\text{ }\mu\text{m}$ 、大のマイクロレンズ 4 a のレンズ曲率半径が $185\text{ }\mu\text{m}$ となっている。したがって、同一のレンズ列 5 において隣り合う小のマイクロレンズ 4 c と中のマイクロレンズ 4 b とからなるレンズ対のレンズ曲率半径差は、 $10\text{ }\mu\text{m}$ となる。また、該マイクロレンズ対に隣り合うマイクロレンズ対、すなわち中のマイクロレンズ 4 b と大のマイクロレンズ 4 a とからなるレンズ対のレンズ曲率半径差は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ となる。さらに、これに隣り合う大のマイクロレンズ 4 a と小のマイクロレンズ 4 c とからなるレンズ対のレンズ曲率半径差は、 $15\text{ }\mu\text{m}$ となる。このように本実施形態では、隣り合うマイクロレンズ対は、そのマイクロレンズ間のレンズ曲率半径差が異なって形成されている。

【 0 0 3 0 】

また、レンズ列 5 を構成するマイクロレンズ 4 (4 a、4 b、4 c) は、図 1 (c) や図 2 に示したように、そのレンズ曲率半径の中心 O が、全て同一平面上に位置するように形成されている。この同一平面は、基本的にはスクリーン基板 3 の前面、すなわちスクリーン 1 のマイクロレンズ 4 形成側の表面に一致している。ただし、マイクロレンズ 4 の形成に伴い、スクリーン基板 3 の表面と得られるスクリーン 1 の表面とが一致しなくなることもある。したがってその場合には、レンズ曲率半径の中心 O が配置される平面が、スクリーン 1 に存在せず、その外方に設計上の平面として存在することになる。

【 0 0 3 1 】

なお、マイクロレンズ4間のピッチ、すなわち前記中心O間の距離 x については、スクリーン1上でのマイクロレンズ4の位置に応じて規則的に変化するように設計されている。具体的には、スクリーン1の下側（プロジェクター2側）では x は小さく、上側では x は大きくなるように設計され、形成されている。このように形成されることにより、広い視野角が確保されるようになっている。

【 0 0 3 2 】

また、このようなマイクロレンズ４からなるレンズ列５は、本実施形態では図１（ａ）に示したように、前記第１方向と交差する第２方向に複数並列されている。ここで、本実施形態では第１方向が水平方向（Ｘ方向）となっており、これに交差する第２方向としては、例えば第１方向に直交する方向、すなわち鉛直方向（Ｙ方向）になる。ただし、前述したように本実施形態では、レンズ列５はＸ方向に沿った 方向に延びて形成されており、したがって複数のレンズ列５は、全て同じ 方向に延びて形成配置されている。つまり、レンズ列５は全て同心円の円弧状に並列（配列）したものととなっている。そして、レンズ列５は 方向に延びていることから、レンズ列５の並列方向となる第２方向は、本実施形態では 方向と直交する方向、つまり前記同心円の半径方向になっている。

【 0 0 3 3 】

このように並列させられた複数のレンズ列 5 において、図 1 (b) に示したように第 2 方向 (半径方向) にて隣り合うレンズ列 5、5 どちら、この第 2 方向にて対応するマイクロレンズ 4、4 どちらが不規則に配列されるよう、構成されている。したがって、この第 2 方向において隣り合うレンズどうしも、それぞれのレンズ曲率半径が、互いに異なるように配置される確率が高くなっている。

【 0 0 3 4 】

ここで、第 2 方向に隣り合うレンズ列 5、5 間は、図 1 (c) では分かり易いように便宜上重ならないように書いたが、本実施形態では一部を除いて重なり平坦部はほぼ露出しない構成になっている。また、これらレンズ列 5、5 間のピッチ、すなわち前記第 2 方向

(半径方向)における前記中心O間の距離 r についても、前記した x と同様に、スクリーン1上でのレンズ列5の位置に応じて規則的に変化するように設計されている。具体的には、スクリーン1の下側(プロジェクター2側)では r は小さく、上側では r は大きくなるように設計され、形成されている。このように形成されることにより、広い視野角が確保されるようになっている。

【0035】

なお、前記したようにマイクロレンズ4、4間のピッチ x は、スクリーン1上でのマイクロレンズ4の位置に応じて変化しており、特にスクリーン1の下側(プロジェクター2側)では x が小さくなっている。したがって、図示しないものの、スクリーン1の下側のレンズ列5では、このレンズ列5内において隣り合うものどうしが、一部重なって形成されている。このように重なって形成されたマイクロレンズ4、4は、前述したように見掛け上完全な半球面にはなっておらず、設計上半球面を有したものとなっている。そこで、本発明では、このように見掛け上不完全な半球面からなるマイクロレンズ4については、そのレンズ曲率半径の中心Oを、設計上の半球面の中心Oによって規定している。

【0036】

また、このようなマイクロレンズ4には、図2に示したようにそのレンズ面となる凹面に、それぞれ光反射面RSと光吸収面ASとが形成されている。光吸収面ASは、例えば光吸収性の物質が表面にコートされたことで形成されている。ただし、スクリーン基板3が透光性の樹脂で形成されている場合などでは、特にコートを行うことなく、光を透過させることにより、見掛け上光を吸収する光吸収面として機能させるようにしてもよい。

【0037】

光反射面RSは、蒸着法等の気相法や吹付法等の液相法により、例えばAl(アルミニウム)がコートされたことで形成されたものである。ここで、前記したように投射光PLの主光線XLの方向は下方からであるのに対し、照明器具等による外光の主方向は、スクリーンSSの法線に関して主光線XLと略線対称の方向となる、上方からのものとなっている。したがって、凹面からなるマイクロレンズ4において、その光反射面RSは上方側に設けられ、光吸収面ASは下方側に設けられている。これにより、投射すべき下方からの投射光PLを効率良く反射し、一方、反射させたくない上方からの照明器具等による外光を、スクリーン1において吸収(または透過)するようにしている。

【0038】

なお、前記マイクロレンズ4においては、前記のAl等のコートはレンズ曲率半径に比べて格段に薄いことから、このようなコート厚は、実質的にレンズ曲率半径に影響しないものとなっている。

【0039】

ここで、前記スクリーン1の製造方法としては、従来公知の種々の手法が用いられる。具体的には、特に凹形状のマイクロレンズ4の形成方法として、該マイクロレンズ4の凹形状に対応した凸形状を有する金型を用い、樹脂等の原材料をプレス加工する方法や、紫外線硬化樹脂を用いて転写する方法などが、採用可能である。

【0040】

次に、スクリーン1の使用例について、図4を参照して説明する。

図4に示すように本実施形態のスクリーン1は、その水平方向(第1方向)における中央部でかつその前方の斜め下に設置された近接投射型のプロジェクター2からの投射光PLを、正面側に反射するよう配置されている。すなわち、鑑賞者(図示せず)は基本的にはスクリーン1の前方にすることが前提になっている。

【0041】

プロジェクター2は、プロジェクター本体50と、投射レンズ20と、反射ミラーRMとを備えて構成されている。また、このプロジェクター2の各機構は、筐体SC内に収容されている。スクリーン1及びプロジェクター2の設置環境については、室内に天吊りされた照明装置200により、上方からの外光OLによる照明がなされており、プロジェクター2は、前述したようにスクリーン1の下方から投射を行うものとなっている。

【 0 0 4 2 】

プロジェクター 2 の制御によって形成された画像光は、投射レンズ 2 0 から射出され、さらに反射ミラー R M での反射により、所望の角度が付けられた状態でプロジェクター 2 からの投射光 P L として射出される。したがって、この場合、プロジェクター 2 はスクリーン 1 の法線に対して投射光 P L の主光線 X L が傾いた斜め投射が行われる。スクリーン 1 に投射された投射光 P L は、前述したように各マイクロレンズ 4 によって反射される。

【 0 0 4 3 】

その際、前述したようにスクリーン 1 の位置において x や r を変化させているので、広い視野角が確保されている。また、上方からの外光 O L は、スクリーン 1 上において吸収されるため、外光 O L によって明るく照明された室内等にあっても、高いコントラストの投影画像が得られる。

10

【 0 0 4 4 】

また、本発明のスクリーン 1 にあっては、同じレンズ列 5 において隣り合うマイクロレンズ 4、4 どちらを、異なるレンズ曲率半径で形成しているので、シンチレーションの発生を緩和することができる。

すなわち、図 5 (a) に示したように従来のスクリーンでは、隣り合うマイクロレンズ 8、8 は同一形状であり、したがって同じレンズ曲率半径を有しているため、プロジェクター 2 からの投射光 X L は同じ光路長となって鑑賞者 K に到達するようになる。その結果、これらマイクロレンズ 8、8 で反射した光は、共に同じ位相となることにより、互いに干渉し合うことによってシンチレーションを起こしてしまう。

20

【 0 0 4 5 】

これに対して本発明のスクリーン 1 では、図 5 (b) に示したように隣り合うマイクロレンズ 4 a、4 b (4 b、4 c) が異なるレンズ曲率半径を有しているため、これらマイクロレンズ 4 a、4 b (4 b、4 c) 間にはレンズ曲率半径差 r_1 (r_2) に対応する光路差が生じる。その結果、反射した光の光路 d_1 、 d_2 、 d_3 にはそれぞれの間に光路差

d が生じるようになる。よって、これらマイクロレンズ 4 a、4 b で反射した光は互いに異なる位相となり、互いに干渉し合うことが少なくなる。したがって、本発明のスクリーン 1 では従来に比べシンチレーションの発生が緩和され、高品質な投影画像が得られるようになる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態では、同一のレンズ列 5 を構成するマイクロレンズ 4 を、大、中、小の 3 種類のレンズ曲率半径のもので構成しているので、隣り合うマイクロレンズ 4、4 間だけでなく、間に一つのマイクロレンズをおいた二つのマイクロレンズ 4、4 間においても異なる位相にし、これによって干渉を低減してシンチレーションの発生を緩和することができる。特に、これら 3 種類のマイクロレンズ 4 a、4 b、4 c を同じレンズ列 5 において規則的に配置しているので、シンチレーションの発生をより十分に緩和することができる。

30

また、このようにマイクロレンズ 4 を 3 種にしたことで、干渉縞 (シンチレーション) の強度を弱くし、その分鑑賞者に干渉縞 (シンチレーション) を視認しにくくすることができる。

40

【 0 0 4 7 】

さらに、図 5 (b) に示したように同一のレンズ列 5 において隣り合うマイクロレンズ対のレンズ曲率半径差 r_1 と、さらにこれに隣り合うマイクロレンズ対のレンズ曲率半径差 r_2 とを異ならせているので、間に一つのマイクロレンズ 4 b をおいた二つのマイクロレンズ 4 a、4 c で反射する光どうしの干渉をより十分に抑え、シンチレーションの発生をより緩和することができる。

【 0 0 4 8 】

また、レンズ列 5 を、第 1 方向と交差する第 2 方向に複数並列しているので、スクリーン 1 の全面において、シンチレーションの発生を緩和することができる。さらに、これら複数のレンズ列 5 のうちの隣り合うレンズ列 5、5 間においては、図 1 (b) に示したよ

50

うに第2方向において対応するマイクロレンズ4、4どうしが不規則に配列するようにしているので、このような隣り合うマイクロレンズ4、4で反射した光どうしが干渉し合うこともなく、したがってシンチレーションの発生を緩和することができる。

【0049】

また、マイクロレンズ4を、図3に示したように第1方向での中心線を対称線として線対称に配置しているため、スクリーン1の中心を見た際、その水平方向（左右方向）において見え方が線対称になるため、視認し易くなる。

また、このようにシンチレーションの発生が緩和されるため、マイクロレンズ4、4間のピッチを狭めることが可能になり、これによって良好な明るさが得られるようになる。さらに、レンズ径についても例えば0.5mm以下にすることができ、したがって解像度の悪化やモアレの発生をなくすることができる。

10

【0050】

なお、本発明は前記実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

例えば、前記実施形態ではレンズ曲率半径の異なるマイクロレンズを、同一のレンズ列5において3種類備えるようにしたが、2種類であってもよく、4種類以上であってもよい。

また、レンズ列5を、図1(a)に示したように水平方向（第1方向）に沿った方向に延びるよう、マイクロレンズ4を円弧状に配列したが、図6に示すようにレンズ列5を水平方向（第1方向）に沿った直線状に形成してもよい。さらには、円弧状のレンズ列と直線状のレンズ列とを、共に備えて構成してもよい。

20

【0051】

また、前記実施形態では、本発明のマイクロレンズを凹形状のものとしたが、図7に示すように凸形状で設計上半球面のマイクロレンズ9としてもよい。ただし、その場合には、図7に示したようにそのレンズ面となる凸面の下方側に光反射面RSを設け、上方側に光吸収面ASを設けるようにする。このように凸形状にした場合にも、レンズ列において隣り合うマイクロレンズ9、9どうしを異なるレンズ曲率半径で形成することで、これら隣り合うマイクロレンズ9、9で反射した光を異なる位相にし、これによってこれら光どうしが互いに干渉し合うことを少なくし、シンチレーションの発生を緩和することができる。

30

【0052】

また、前記実施形態では、プロジェクター2として近接投射型のプロジェクターを用いる場合について説明したが、本発明のスクリーンが適用されるプロジェクターとしては、近接投射型のプロジェクターに限定されることなく、従来公知の種々のものが使用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】(a)～(c)は本発明のスクリーンの一実施形態を示す図である。

【図2】図1(a)のC-C矢視断面図である。

【図3】マイクロレンズの規則的配置を示す模式図である。

40

【図4】スクリーンの使用例を示す図である。

【図5】(a)、(b)はマイクロレンズで反射した光の光路を示す図である。

【図6】レンズ列の変形例を示す模式図である。

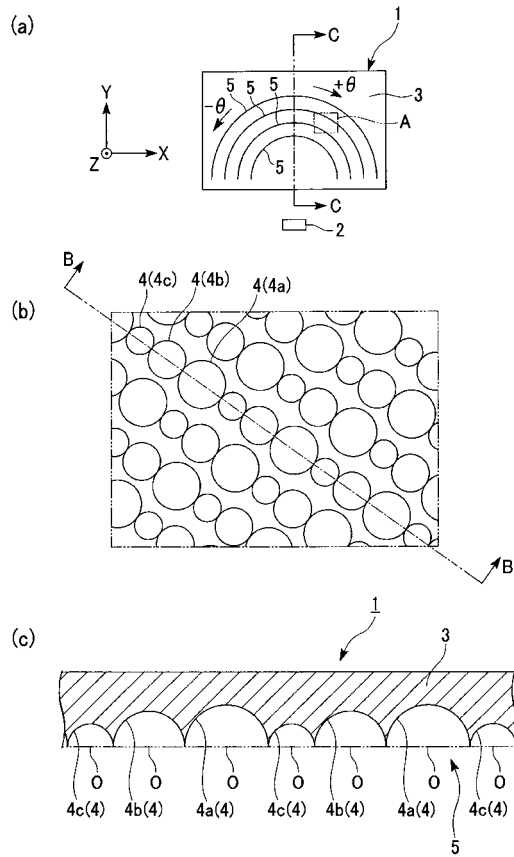
【図7】マイクロレンズの他の例を示す側断面図である。

【符号の説明】

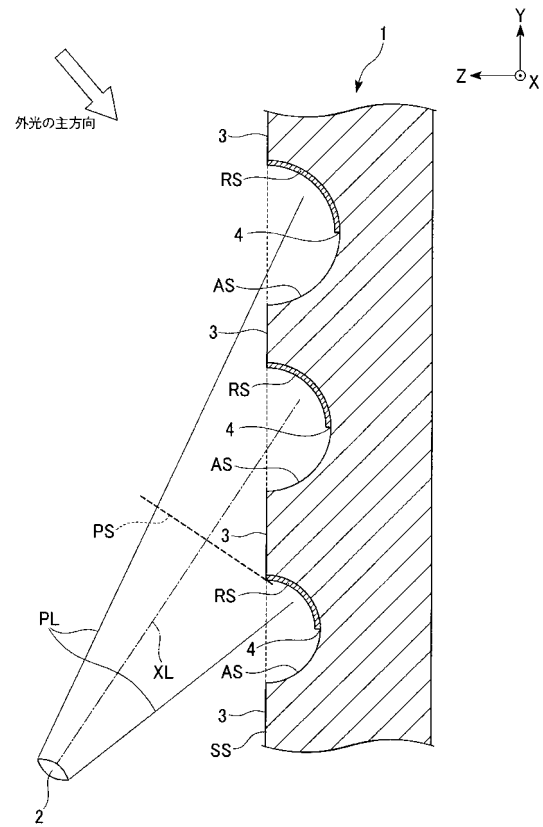
【0054】

1...スクリーン、2...プロジェクター、3...スクリーン基板、4、4a、4b、4c...マイクロレンズ、5...レンズ列、6...平坦部

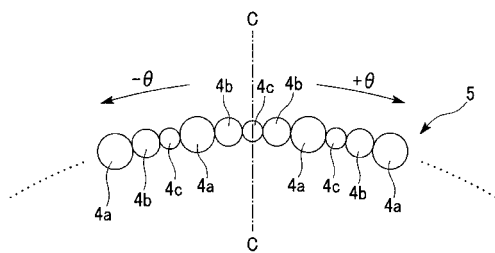
【図 1】



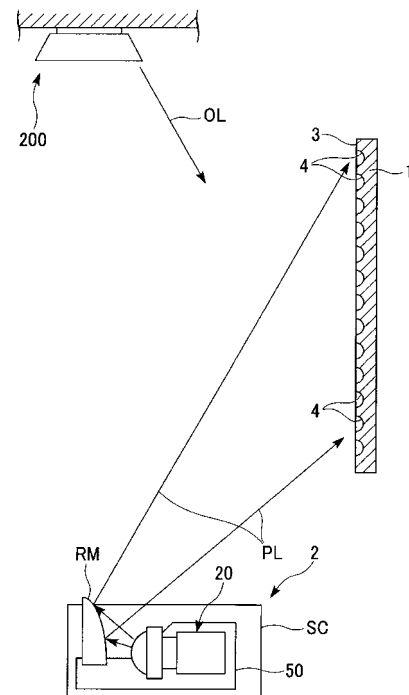
【図 2】



【図 3】

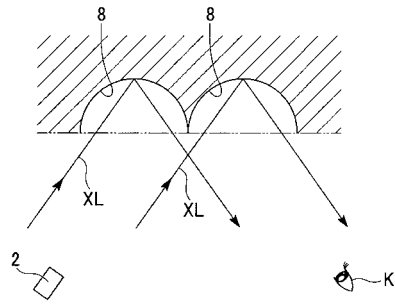


【図 4】

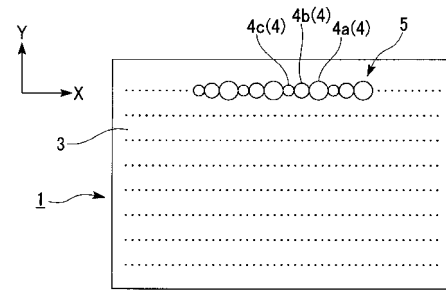


【図 5】

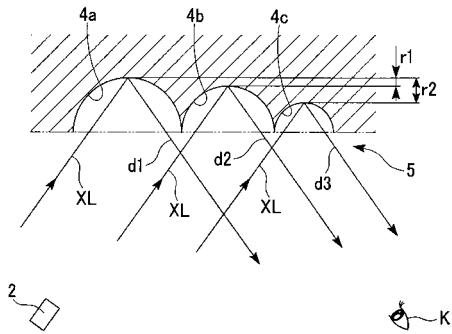
(a)



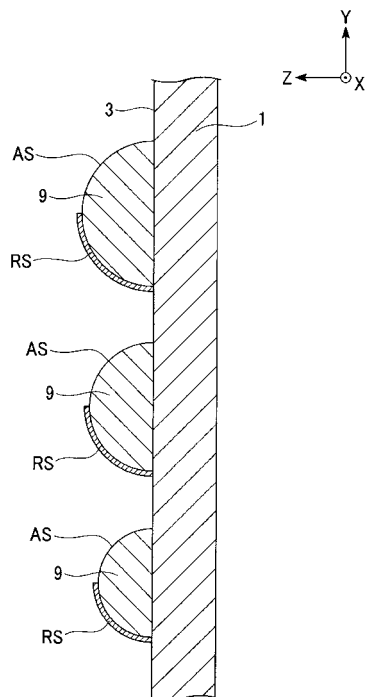
【図 6】



(b)



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 橋爪 俊明

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 請園 信博

(56)参考文献 米国特許出願公開第2006/0017991(US, A1)

特開2007-017686(JP, A)

特開2006-323149(JP, A)

特開2005-181460(JP, A)

特開平11-142609(JP, A)

特開平11-142975(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/132

21/56 - 21/64

G03B 21/00 - 21/10

21/12 - 21/13

21/134 - 21/30

H04N 5/66 - 5/74

G02B 5/00 - 5/08

5/10 - 5/136

G02B 1/00 - 1/08

3/00 - 3/14