

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5482049号
(P5482049)

(45) 発行日 平成26年4月23日 (2014. 4. 23)

(24) 登録日 平成26年2月28日 (2014. 2. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 B 21/60 (2014. 01)
G O 3 B 21/14 (2006. 01)
G O 2 B 5/10 (2006. 01)
G O 2 B 5/08 (2006. 01)

G O 3 B 21/60 Z
 G O 3 B 21/14 Z
 G O 2 B 5/10 A
 G O 2 B 5/08 A

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-218619 (P2009-218619)
 (22) 出願日 平成21年9月24日 (2009. 9. 24)
 (65) 公開番号 特開2011-69859 (P2011-69859A)
 (43) 公開日 平成23年4月7日 (2011. 4. 7)
 審査請求日 平成24年6月25日 (2012. 6. 25)

(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
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (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】

前面下方から投射光が投射されるスクリーン基板と、

前記スクリーン基板上に形成され、光を反射する複数の第1凹部を有する第1基本列と、
 前記スクリーン基板上で前記第1基本列に隣接して形成され、前記隣接する第1凹部と同一の個数の第2凹部を有する第1補助列とを有し、前記第1基本列と前記第1補助列とが交互に繰り返し配列される第1領域と、

前記スクリーン基板上で前記第1領域よりも投射光の前記スクリーン基板への入射角が大きい位置に形成され、光を反射する複数の第3凹部を有する第2基本列と、前記スクリーン基板上で前記第2基本列に隣接して形成され、前記隣接する第3凹部より多い個数の第4凹部を有する第2補助列とを有し、前記第2基本列と前記第2補助列とが交互に繰り返し配列される第2領域と、
 を備えるスクリーン。

【請求項 2】

前記第1凹部及び前記第3凹部の表面の少なくとも一部には反射部が形成され、前記反射部によって投射光を正面側に反射し、

前記第1凹部及び前記第3凹部の表面の前記少なくとも一部以外と、前記第2凹部及び前記第4凹部の表面は、投射光を吸収し又は透過させる、請求項1に記載のスクリーン。

【請求項 3】

前記第1基本列、前記第1補助列、前記第2基本列、及び前記第2補助列は、いずれも

少なくとも一部が円弧状である、請求項 1 及び請求項 2 のいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 4】

前記第 2 領域のうち前記第 1 領域との境界部分において、前記スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくなるほど前記第 2 基本列を構成する 1 つの第 3 凹部に隣接し前記第 2 補助列を構成する少なくとも 2 つの第 4 凹部間の距離が大きくなる、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 5】

前記第 2 領域のうち前記第 1 領域との境界部分において、前記スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくなるほど前記第 2 補助列に含まれる前記第 4 凹部の個数が多くなる、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

10

【請求項 6】

前記スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくなるほど前記第 1 基本列と前記第 1 補助列との間隔、及び前記第 2 基本列と前記第 2 補助列との間隔が広がる、請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載のスクリーン。

【請求項 7】

前記スクリーン基板上で前記第 1 領域よりも投射光の前記スクリーン基板への入射角が小さい位置に形成され、複数の第 5 凹部を有し前記第 5 凹部の少なくとも一部分で光を反射する第 3 基本列を配列した第 3 領域をさらに備える請求項 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。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクター等の投影装置から斜め入射する投射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】

例えば、投影画像を反射させる反射スクリーンとして、下方からの斜め投射に対して正面側で観察可能にするものであって、スクリーン基板上に多数の凹部又は凸部を配置させるものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このスクリーンでは、各凹部又は凸部の表面にプロジェクター等の投影機からの投影位置に応じて部分的に投射光の反射面を形成している。また、スクリーン基板上で鉛直方向に隣接する凹部又は凸部が、スクリーン基板の水平方向に関してずれた状態で配置されているため、斜め下方向からの光を多く反射させることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 15195 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかしながら、特許文献 1 のようなスクリーンでは、プロジェクターの投射光とスクリーン法線との角度（入射角）がある一定以上になった場合、隣接する凹部間によって形成される突起により一部の投射光が遮られ、画像の局所的な減光のような視野欠損が生じる可能性がある。

【0005】

そこで、本発明は、投射光を遮る可能性を低減して、視野欠損の発生を抑制することができるスクリーン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】

【0006】

50

上記課題を解決するため、本発明に係るスクリーンは、スクリーン基板と、スクリーン基板上に形成され、光を反射する複数の第1凹部を有する第1基本列と、スクリーン基板上で第1基本列に隣接して形成され、隣接する第1凹部と同一の個数の第2凹部を有する第1補助列とを有し、前記第1基本列と前記第1補助列とが交互に繰り返し配列される第1領域と、スクリーン基板上で第1領域よりも投射光のスクリーン基板への入射角が大きい位置に形成され、光を反射する複数の第3凹部を有する第2基本列と、スクリーン基板上で第2基本列に隣接して形成され、隣接する第3凹部より多い個数の第4凹部を有する第2補助列とを有し、前記第2基本列と前記第2補助列とが交互に繰り返し配列される第2領域と、を備える。

【0007】

10

上記スクリーンでは、第1及び第2基本列に加え、第1及び第2補助列を設けることにより、投射光の入射角が大きい場合でも、反射のための第1及び第3凹部の表面上に投射光を十分に入射させることができる。また、入射角が相対的に大きくなる第2領域において、第2基本列の第3凹部よりも第2補助列の第4凹部の個数を多くすることにより、隣接する第3及び第4凹部又は第4凹部相互によって形成される突起の高さを、第1領域と同様に第3及び第4凹部の個数が等しいとした場合の突起の高さよりも低くすることができる。これにより、第2領域において第1領域よりも投射光の入射角が大きくなっても、投射光が突起で遮られることを抑制でき、視野欠損を低減することができる。

【0008】

また、本発明の具体的な態様によれば、第1凹部及び第3凹部の表面の少なくとも一部分には反射部が形成され、前記反射部によって投射光を正面側に反射し、第1凹部及び第3凹部の表面の上記少なくとも一部以外と、第2凹部及び第4凹部の表面は、投射光を吸収し又は透過させる。第1凹部及び第3凹部のうち投射光を正面側に反射する少なくとも一部分以外の部分及び第2凹部及び第4凹部、すなわち投射光の入射を意図しない部分において、外光等を吸収等し、スクリーンで反射される画像のコントラストを向上させることができる。

20

【0009】

また、本発明の別の態様によれば、第1基本列、第1補助列、第2基本列、及び第2補助列は、いずれも少なくとも一部が円弧状である。この場合、第1基本列、第1補助列、第2基本列、及び第2補助列が円弧状であることにより、これらを構成する凹部の配列形状を投射光の入射位置に対応させることができ、投射光を適切な状態で反射させることができる。なお、スクリーン基板上において各列を交互に隙間なく設けることが望ましい。

30

【0010】

また、本発明の別の態様によれば、第2領域のうち第1領域との境界部分において、スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくなるほど同一の第3凹部に隣接する少なくとも2つの第4凹部間の距離が大きくなる。この場合、第2領域のうち第1領域との境界部分において互いに隣接する第4凹部間の距離を第1領域から離れるにしたがって除々に大きくしていくことにより、第1領域と第2領域との境界に切り替えムラが生じるのを防ぐことができる。ここで、1つの第3凹部と、この第3凹部に対して投射光の入射側に配置される少なくとも2つの第4凹部とを一組の単位として考える。また、切り替えムラは、両領域における凹部の異なる配置に起因して見かけの反射率が非一様に変化し、階段状やモアレ状といったパターンとして観察される光ムラを意味する。

40

【0011】

また、本発明の別の態様によれば、第2領域のうち第1領域との境界部分において、スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくなるほど第2補助列に含まれる第4凹部の個数が多くなる。この場合、第2領域のうち第1領域との境界部分で第4凹部の個数を第1領域から離れるにしたがって除々に増やしていくことにより、第1領域と第2領域との境界に切り替えムラが生じるのを防ぐことができる。

【0012】

また、本発明の別の態様によれば、スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくな

50

るほど第1基本列と第1補助列との間隔、及び第2基本列と第2補助列との間隔が広がる。この場合、スクリーン基板に対して投射光の入射角が大きくなっても、視野角を確保することができる。

【0013】

また、本発明の別の態様によれば、スクリーン基板上で第1領域よりも投射光のスクリーン基板への入射角が小さい位置に形成され、複数の第5凹部を有し、第5凹部の少なくとも一部分で光を反射する第3基本列を配列した第3領域をさらに備える。この場合、投射光の入射角が小さい位置において、投射光を効率よく反射させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

10

【図1】(A)は、第1実施形態に係るスクリーンを説明する正面図であり、(B)は、(A)に示すスクリーンの側面図である。

【図2】(A)は、スクリーンの第1領域の一部を拡大した図であり、(B)は、(A)の領域の斜視図である。

【図3】図2の第1領域の凹部の配列パターンの模式図である。

【図4】図2の第1領域のA-A断面図である。

【図5】(A)～(D)は、配列線に垂直な方向の凹部間の距離の変化を説明する図である。

【図6】(A)は、スクリーンの第2領域の一部を拡大した図であり、(B)は、(A)の斜視図である。

20

【図7】図6の第2領域の凹部の配列パターンの模式図である。

【図8】図6の第2領域のB-B断面図である。

【図9】遷移領域の凹部の配列パターンの模式図である。

【図10】第3領域の凹部の配列パターンの模式図である。

【図11】図10の第3領域の投射光線方向の断面図である。

【図12】(A)、(B)は、凹部と投射光との関係について説明する断面図である。

【図13】第2実施形態に係るスクリーンの遷移領域の凹部の配列パターンの模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

30

〔第1実施形態〕

以下、本発明の第1実施形態であるスクリーンについて図面を参照しつつ説明する。図面において、スクリーン1の法線方向をZ軸とし、Z軸と直交するスクリーン1に平行な鉛直方向をY軸とし、Z軸と直交するスクリーン1に平行な水平方向をX軸とする。

【0016】

図1(A)、1(B)に示すように、スクリーン1は、その前側下方に設置されたプロジェクター2からの投射光PLをスクリーン1の前方すなわち正面側(+Z軸方向)に反射光RLとして射出させる反射型スクリーンである。

【0017】

スクリーン1は、支持体としてのスクリーン基板4と、複数の凹部20(後述する図2(A)、6(A)等参照)を有する表面部3とを備える。

40

【0018】

スクリーン基板4は、光吸収性の材料を含んで形成されたシート状の部材である。光吸収性の材料は、例えば黒色のポリ塩化ビニルや黒色のPET(ポリエチレンテレフタレート)等であり、スクリーン基板4自体で外光OL等を吸収可能である。

【0019】

表面部3は、スクリーン基板4と同じ光吸収性材料を基材とする層状の部分である。表面部3は、スクリーン基板4の表面4a上の全面に亘って表皮状に形成されているが、第1領域AR1、第2領域AR2、及び第3領域AR3によって範囲が区切られている。これらの第1領域AR1、第2領域AR2、及び第3領域AR3は、スクリーン基板4に対

50

する投射光 P L の入射角 θ_1 , θ_2 , θ_3 ($\theta_3 < \theta_1 < \theta_2$) の角度範囲に対応してそれぞれ設けられており、この入射角 θ_1 , θ_2 , θ_3 が大きくなるにつれ第 3 領域 A R 3、第 1 領域 A R 1、第 2 領域 A R 2 へと切り替わるように連続的に配置されている。このように入射角 θ_1 , θ_2 , θ_3 に対応しているため、各領域 A R 1, A R 2, A R 3 の境界は円弧状のものとなっている。ここで、入射角 θ_1 , θ_2 , θ_3 は、スクリーン基板 4 に沿って延びる平面の法線と投射光 P L の光線とでなす角度であるものとする。

【0020】

第 1 領域 A R 1、第 2 領域 A R 2、及び第 3 領域 A R 3 は、その表面（投射面）3 a に投射光 P L の入射角 θ_1 , θ_2 , θ_3 を配慮した微細凹凸構造を有している。つまり、3 つの各領域 A R 1, A R 2, A R 3 は、これを構成する複数の凹部 20 の形状や配列が互いに異なるものとなっている。例えば、第 1 及び第 2 領域 A R 1, A R 2 において、連続的に変化する入射角 θ_1 , θ_2 に対応して凹部 20 の配列状態としての微細凹凸構造が徐々に変化しており、スクリーン 1 上の各部で視野を確保（観察者から見て欠落画素のない状態を確保）することができる。また、第 1 領域 A R 1 において、上記のように凹部 20 の配置状態が漸次変化することにより、第 1 領域 A R 1 と第 3 領域 A R 3 との間で切り替えムラが生じないようにしている。なお、第 2 領域 A R 2 において、第 1 領域 A R 1 との境界付近には、領域の切り替えムラを防止するため、凹部 20 の配列状態としての微細凹凸構造を工夫した遷移領域 A R x が設けられている。

【0021】

第 1 領域 A R 1、第 2 領域 A R 2、及び第 3 領域 A R 3 において、これらに設けた凹部 20 は、いずれも基本的に、略同一曲率の球面を有しており（後述する図 4、8、11 等参照）、スクリーン 1 の基準点 O を中心とする略円弧状の曲線（具体的には、後に詳述する配列線 R 1, R 3, R 5）上に互いに隣接し合った状態で配列されている。ここで、基準点 O は、スクリーン基板 4 の中心を通過して Y 軸方向に延びる鉛直線上にあり、スクリーン 1 の投射面 3 a の延長面とプロジェクター 2 の投射光学系の光軸 O A とが交わる位置とする。

【0022】

図 2 (A)、2 (B) は、表面部 3 のうち第 1 領域 A R 1 の一部を拡大した図である。図 3 は、図 2 (A)、2 (B) の凹部 20 の配列パターンを説明する模式図である。図 4 は、図 2 (A) に示す投射光線方向の A - A 断面の図である。なお、図 2 (A)、2 (B) において、プロジェクター 2 の投射光 P L が A - A 方向に沿って入射する。

【0023】

図 3 は、凹部 20 を配列してなる第 1 基本列 L m 1 及び第 1 補助列 L s 1 を説明するための模式図であるため、直線の配列線 R 1, R 2 に沿って第 1 及び第 2 凹部 20 a, 20 b が配列されている様子を示すが、第 1 基本列 L m 1 及び第 1 補助列 L s 1 は、巨視的には円弧状に延びる配列線 R 1, R 2 に沿って多数の第 1 及び第 2 凹部 20 a, 20 b を有する。また、図 3 では、説明の便宜上、第 1 及び第 2 凹部 20 a, 20 b は半球形状であって互いに間隔を空けて図示されているが、実際には半球形状の外周部が互いに重なりを有するように配置され当該重なり合う部分が除去され凹部同士が隣接するように配置されている。

図 3 に示すように、第 1 基本列 L m 1 において隣接する 2 つの第 1 凹部 20 a の中心距離 x_1 は略等しくなっている。また、第 1 補助列 L s 1 において隣接する 2 つの第 2 凹部 20 b の中心距離 x_2 は略等しくなっている。実際の第 1 及び第 2 凹部 20 a, 20 b は、図 2 (A) 等 に示すように、それぞれ配列線 R 1, R 2 に沿って隙間なく配列されている。

【0024】

第 1 領域 A R 1 は、第 1 基本列 L m 1 と第 1 補助列 L s 1 とを有し、第 1 基本列 L m 1 と第 1 補助列 L s 1 とがそれらの列の配列方向に対して交差する方向に交互に繰り返し並列されている。第 1 基本列 L m 1 と、表面部 3 上において第 1 基本列 L m 1 に隣接して投射光 P L の入射側（すなわちプロジェクター 2 側であり、概ね - Y 軸方向側）に配置され

る第1補助列 $Ls1$ とが対となっている。第1領域 $AR1$ において、第1補助列 $Ls1$ を構成する第2凹部 $20b$ の個数は、図3等に示すように、それと対をなす第1基本列 $Lm1$ を構成する第1凹部 $20a$ の個数と同一となっている。そして、対をなす第1基本列 $Lm1$ と第1補助列 $Ls1$ とにおいて、配列線 $R1$ 、 $R2$ に略垂直な方向に隣接する第1凹部 $20a$ と第2凹部 $20b$ とは、略一対一で配置されるユニット UN を構成している。なお、説明上、このように第1基本列 $Lm1$ のうちある1つの第1凹部 $20a$ と、第1基本列 $Lm1$ に隣接する第1補助列 $Ls1$ のうち第1凹部 $20a$ に隣接して投射光 PL の入射側に配置される1つの第2凹部 $20b$ とを、光学的な機能面で一組の単位としてユニット UN として扱う。1つのユニット UN において、第2凹部 $20b$ は、対応する第1凹部 $20a$ に投射光 PL が入射する光路を確保する役割を有する(図4参照)。

10

【0025】

次に、図5(A)及び図5(B)を参照して、上記ユニット UN に対応して一対をなす列 $Lm1$ 、 $Ls1$ 間の間隔、及び1つの第1補助列 $Ls1$ を挟んで配列される第1基本列 $Lm1$ 、 $Lm1$ 間の間隔すなわち第1基本列 $Lm1$ のピッチについて説明する。一対をなす列 $Lm1$ 、 $Ls1$ 間の間隔及び第1基本列 $Lm1$ のピッチは、厳密には、スクリーン基板4に対して投射光 PL の入射角 θ_1 が大きくなるほど広がっている。

【0026】

図5(A)は、第1領域 $AR1$ 内において投射光 PL の入射角 θ_1 が比較的小さい部分における第1基本列 $Lm1$ と第1補助列 $Ls1$ を示している。図5(B)は、第1領域 $AR1$ 内において投射光 PL の入射角 θ_1 が比較的大きい部分における第1基本列 $Lm1$ と第1補助列 $Ls1$ を示している。一対をなす第1基本列 $Lm1$ と第1補助列 $Ls1$ との間隔は、投射光 PL の入射角 θ_1 が比較的小さい部分の間隔 h_1 よりも、投射光 PL の入射角 θ_1 が比較的大きい部分の間隔 h_2 の方が広い。また、第1基本列 $Lm1$ のピッチについても、投射光 PL の入射角 θ_1 が小さい部分の間隔(ピッチ) c_1 よりも、投射光 PL の入射角 θ_1 が大きい部分の間隔(ピッチ) c_2 の方が広い。

20

【0027】

第1領域 $AR1$ において、第3領域 $AR3$ との境界側(より入射角 θ_1 が小さい側)では、間隔 h_1 はゼロとなっており、第3領域 $AR3$ から離れるにしたがって(入射角 θ_1 が大きくなるにしたがって)、一対をなす列 $Lm1$ 、 $Ls1$ 間の間隔と、第1基本列 $Lm1$ のピッチとが徐々に広がる。このような構成により、第1領域 $AR1$ と第3領域 $AR3$ との領域切り替えムラを防止している。

30

【0028】

なお、第1基本列 $Lm1$ や第1補助列 $Ls1$ を配列すべき円弧状の曲線(配列線 $R1$ 、 $R3$ 、 $R5$)には、「円」に限らず、「楕円」や「自由曲線」によるもの、又はこれらの組み合わせも含まれるものとする。さらに、「楕円」や「自由曲線」を構成する曲線と、直線との組み合わせ等も含まれるものとする。

【0029】

次に、図4を参照して、第1凹部 $20a$ 上に形成される反射膜 RS について説明する。第1凹部 $20a$ は、その表面のうち少なくとも一部分では投射光 PL を正面側に反射し、その他の部分では外光を吸収又は透過する。具体的には、図4に示すように、それぞれの第1凹部 $20a$ は、その表面 $Su1$ の一部にプロジェクター2からの投射光 PL が入射する位置に対応して投射光 PL を反射させる反射膜 RS が形成されている。一方、第1凹部 $20a$ のうち反射膜 RS が形成されていない部分は、表面部3の基材やスクリーン基板4の性質により、入射光の吸収を可能にする。すなわち、第1凹部 $20a$ は、スクリーン1の下方からの投射光 PL を反射光 RL として観察者(スクリーン1の正面)側に反射し、上方からの外光 OL を観察者側に反射しないようになっている。

40

【0030】

図4に示すように、第2凹部 $20b$ の表面 $Su2$ には、反射膜 RS が形成されていない。つまり、第2凹部 $20b$ は、表面部3の基材やスクリーン基板4の性質により、入射光の吸収を可能にする。

50

【0031】

次に第2領域AR2について説明する。図1(B)に示すように、第2領域AR2は、第1領域AR1よりも投射光PLのスクリーン1に対する入射角が大きくなる位置に設けられている。

【0032】

図6(A)、6(B)は、表面部3のうち第2領域AR2の一部を拡大した図である。図7は、図6(A)、6(B)の凹部20の配列パターンを説明する模式図である。図8は、図6(A)に示す投射光線方向のB-B断面の図である。なお、図6(A)、6(B)において、プロジェクター2の投射光PLがB-B方向に沿って入射する。

【0033】

図7は、凹部20を配列してなる第2基本列Lm2及び第2補助列Ls2を説明するための模式図であり拡大図であるため、直線の配列線R3、R4に沿って第3及び第4凹部20c、20dが配列されている様子を示すが、第2基本列Lm2及び第2補助列Ls2は、巨視的には円弧状に延びる配列線R3、R4に沿って多数の第3及び第4凹部20c、20dを有する。また、図7では、説明の便宜上、第3及び第4凹部20c、20dは半球形状であって互いに間隔を空けて図示されているが、実際には半球形状の外周部が互いに重なりを有するように配置され当該重なり合う部分が除去され凹部同士が隣接するように配置されている。

図7に示すように、第2基本列Lm2において隣接する2つの第3凹部20cの中心距離x3は略等しくなっている。また、第2補助列Ls2において隣接する2つの第4凹部20dの中心距離x4は略等しくなっている。実際の第3及び第4凹部20c、20dは、図6(A)等 に示すように、それぞれ配列線R3、R4に沿って隙間なく配列されている。

【0034】

第2領域AR2は、第2基本列Lm2と第2補助列Ls2とを有し、第2基本列Lm2と第2補助列Ls2とがそれらの列の配列方向に対して交差する方向に交互に繰り返し並列されている。第2基本列Lm2と、表面部3上において第2基本列Lm2に隣接して投射光PLの入射側(すなわちプロジェクター2側であり、概ね-Y軸方向側)に配置される第2補助列Ls2とが対となっている。第2領域AR2において、第2補助列Ls2を構成する第4凹部20dの個数は、図7に示すように、それと対をなす第2基本列Lm2を構成する第3凹部20cの個数よりも数が多くなっている。そして、本実施形態の場合、対をなす第2基本列Lm2と第2補助列Ls2とにおいて、配列線R3、R4に略垂直な方向に隣接する第3凹部20cと第4凹部20dとは、略一対二で配置されるユニットUNを構成している。なお、説明上、このように第2基本列Lm2のうちある1つの第3凹部20cと、第2基本列Lm2に隣接する第2補助列Ls2のうち第3凹部20cに隣接して投射光PLの入射側に配置される2つの第4凹部20dとを一組の単位としてユニットUNとして扱う(図6(A)等参照)。1つのユニットUNにおいて、2つの第4凹部20dは、対応する1つの第3凹部20cに投射光PLが入射する光路を確保する役割を有する(図8参照)。

【0035】

次に、図5(C)及び図5(D)を参照して、一対をなす列Lm2、Ls2間の間隔及び1つの第2補助列Ls2を挟んで配列される第2基本列Lm2、Lm2間の間隔、すなわち第2基本列Lm2のピッチについて説明する。一対をなす列Lm2、Ls2間の間隔及び第2基本列Lm2のピッチは、厳密には、スクリーン基板4に対して投射光PLの入射角 θ_2 が大きくなるほど広がっている。

【0036】

図5(C)は、第2領域AR2内において投射光PLの入射角 θ_2 が比較的小さい部分における第2基本列Lm2と第2補助列Ls2を示している。図5(D)は、第2領域AR2において投射光PLの入射角 θ_2 が比較的大きい部分における第2基本列Lm2と第2補助列Ls2を示している。一対をなす第2基本列Lm2と第2補助列Ls2との間隔

10

20

30

40

50

は、投射光 P L の入射角 θ_2 が比較的小さい部分の間隔 h_3 よりも、投射光 P L の入射角 θ_2 が比較的大きい部分の間隔 h_4 の方が広い。また、第 2 基本列 L m 2 のピッチについても、投射光 P L の入射角 θ_2 が比較的小さい部分の間隔 (ピッチ) c_3 よりも、投射光 P L の入射角 θ_2 が比較的大きい部分の間隔 (ピッチ) c_4 の方が広い。

【0037】

次に、図 8 を参照して、第 3 凹部 20 c 上に形成される反射膜 R S について説明する。第 3 凹部 20 c は、その表面のうち少なくとも一部分では投射光 P L を正面側に反射し、その他の部分では外光を吸収又は透過する。具体的には、図 8 に示すように、それぞれの第 3 凹部 20 c は、その表面 S u 3 にプロジェクター 2 からの投射光 P L が入射する位置に対応して投射光 P L を反射させる反射膜 R S が形成されている。一方、第 3 凹部 20 c のうち反射膜 R S が形成されていない部分は、表面部 3 の基材やスクリーン基板 4 の性質により、入射光の吸収を可能にする。すなわち、第 3 凹部 20 c は、スクリーン 1 の下方からの投射光 P L を反射光 R L として観察者側に反射し、上方からの外光 O L を観察者側に反射しないようになっている。

【0038】

図 8 に示すように、それぞれの第 4 凹部 20 d の表面 S u 4 には、反射膜 R S が形成されていない。つまり、第 4 凹部 20 d は、表面部 3 の基材やスクリーン基板 4 の性質により、入射光の吸収を可能にする。

【0039】

図 9 は、第 2 領域 A R 2 内において第 1 領域 A R 1 との境界付近に設けられる遷移領域 A R x の凹部 20 の配列パターンを説明する模式図である。遷移領域 A R x において、1 つのユニット U N を構成する第 3 凹部 20 c の個数と第 4 凹部 20 d の個数とは略一対二になっているものの、1 つの第 3 凹部 20 c に対応する 2 つの第 4 凹部 20 d 間の中心距離が異なる。具体的には、図 9 に示すように、相対的に上方向 (+ Y 軸方向) の部分、つまりスクリーン基板 4 に対して投射光 P L の入射角 θ_2 が大きくなる部分ほど、1 つのユニット U N 内で隣接する第 4 凹部 20 d の中心距離が大きくなっている。すなわち、図 9 に示す隣接する第 4 凹部 20 d の中心距離 x_5, x_6, x_7, x_8 は、 $x_5 < x_6 < x_7 < x_8$ の関係を満たす。例えば、第 1 領域 A R 1 に最も近い第 2 補助列 L s 2 において、同一ユニット U N 内で隣接する第 4 凹部 20 d の中心距離 x_5 は、略ゼロであり、2 つの第 4 凹部 20 d は見かけ上略重なり合った状態となっている。一方、第 1 領域 A R 1 から最も遠い第 2 補助列 L s 2 において、同一ユニット U N 内で隣接する第 4 凹部 20 d の中心距離 x_8 は、隣り合うユニット U N 同士の第 3 凹部 20 c 間の中心距離 x_3 の略半分となっている。

【0040】

図 10 は、第 3 領域 A R 3 の凹部 20 の配列パターンを説明する模式図である。図 11 は、第 3 領域 A R 3 の投射光線方向の断面図である。第 3 領域 A R 3 は、第 3 基本列 L m 3 を有する。第 3 基本列 L m 3 は、巨視的に円弧状に延びる配列線 R 5 に沿って多数の第 5 凹部 20 e を有する。隣接する 2 つの第 5 凹部 20 e の中心距離 x_9 は略等しくなっている。実際の第 5 凹部 20 e は、配列線 R 5 に沿って半球形状の外周部が互いに重なりを有するように配置され当該重なり合う部分が除去され凹部同士が隣接するように隙間なく配列されている。図 11 に示すように、それぞれの第 5 凹部 20 e は、その表面 S u 5 にプロジェクター 2 からの投射光 P L が入射する位置に対応して投射光 P L を反射させる反射膜 R S が形成されている。一方、第 5 凹部 20 e のうち反射膜 R S が形成されていない部分は、表面部 3 の基材やスクリーン基板 4 の性質により、入射光の吸収を可能にする。すなわち、第 5 凹部 20 e は、スクリーン 1 の下方からの投射光 P L を反射光 R L として観察者側に反射し、上方からの外光 O L を観察者側に反射しないようになっている。

【0041】

以上において、第 1 領域 A R 1 中の第 1 基本列 L m 1、第 2 領域 A R 2 中の第 2 基本列 L m 2 は、図 5 に示されるように、間隔 $h_1 < h_2 < h_3 < h_4$ の関係になるように配列されている。従って、第 1 領域 A R 1 中の第 1 基本列 L m 1 の密度よりも、第 2 領域 A R

10

20

30

40

50

2 中の第 2 基本列 L m 2 の密度の方が少なくなる。

また、第 1 領域 A R 1 中の第 1 基本列 L m 1、第 2 領域 A R 2 中の第 2 基本列 L m 2、及び第 3 領域 A R 3 中の第 3 基本列 L m 3 において、凹部 2 0 a、2 0 c、2 0 e の間隔 x 1、x 3、x 9 は、図 3、図 7、図 1 0 では、略等しく示されている。しかしながら、凹部 2 0 a、2 0 c、2 0 e の間隔 x 1、x 3、x 9 は、実際にはスクリーン 1 全体の表示態様が適切となるように、それぞれ調整されている。

【 0 0 4 2 】

以下、スクリーン 1 の製造方法について説明する。まず、スクリーン 1 のうち、スクリーン基板 4 及び表面部 3 を形成するための下地シートの作製について説明する。下地シートは、例えば光吸収性を有する黒色のポリ塩化ビニルを原材料とする部材を主たる原材料として形成される。具体的には、例えばポリ塩化ビニル製のシートの表面を加熱して軟化させた後、多数の凹部 2 0 に対応する凹凸形状を有する型を用いて凹凸形状をプレス加工する。これにより、スクリーン 1 の下地シートに凹部 2 0 (2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d、2 0 e) に相当する多数の微細な凹凸形状が形成される。なお、ポリ塩化ビニル製のシートは、グラスファイバ等によって強度を高めたものとすることもできる。

【 0 0 4 3 】

次に、スクリーン 1 の下地シート上の第 1、第 3、及び第 5 凹部 2 0 a、2 0 c、2 0 e にそれぞれ形成される反射膜 R S の製造工程について説明する。反射膜 R S の成膜には、例えば真空蒸着による成膜を行う成膜装置を用いる。なお、成膜材料として例えばアルミニウムを用いている。スクリーン 1 の下地シートは、成膜装置を構成する円筒状の真空容器の内壁面に沿って所定の高さ位置で固定されている。成膜装置は、真空容器中で成膜材料を加熱し蒸発させ、第 1、第 3、及び第 5 凹部 2 0 a、2 0 c、2 0 e 上に反射膜 R S を堆積させる。なお、成膜装置は、真空容器中において、スクリーン 1 への投射光 P L の入射方向と同じ方向に蒸着源を配置するものとなる。これにより、反射膜 R S を投射光 P L に対応するものとして下地シートに対して傾いた方向から斜めに蒸着することができ、反射膜 R S を第 1、第 3、及び第 5 凹部 2 0 a、2 0 c、2 0 e 上の適所に形成することができる。

【 0 0 4 4 】

なお、スクリーン基板 4 及び表面部 3 を形成するための下地シートは、例えば光透過性を有する透明 P E T (ポリエチレンテレフタレート) 等を原材料とするシート状の部材を基材として背面に光吸収性の黒インクを塗布したものをを用いてもよい。

【 0 0 4 5 】

以上において、凹部 2 0 は、重なりを有するように配置されるため、隣接する凹部 2 0 間に突起が形成される。具体的には、第 1 領域 A R 1 においては、図 2 (B) 及び図 4 に示すように、隣接するユニット U N の第 1 凹部 2 0 a と第 2 凹部 2 0 b との間のコーナー部に突起 3 1 が形成される。また、第 2 領域 A R 2 においては、図 6 (B) 及び図 8 に示すように、隣接するユニット U N の第 3 凹部 2 0 c と第 4 凹部 2 0 d との間のコーナー部及び中間に突起 3 2 が形成される。上述したように、第 1 領域 A R 1 の 1 つのユニット U N における第 1 補助列 L s 1 の第 2 凹部 2 0 b の個数よりも、第 2 領域 A R 2 の 1 つのユニット U N における第 2 補助列 L s 2 の第 4 凹部 2 0 d の個数が多い。そのため、第 1 基本列 L m 1 の配列線 R 1 のピッチと第 2 基本列 L m 2 の配列線 R 3 のピッチが等しい場合において、第 1 領域 A R 1 における Y 軸方向に隣接するユニット U N 間に形成される突起 3 1 の高さよりも、第 2 領域 A R 2 における Y 軸方向に隣接するユニット U N 間に形成される突起 3 2 の高さの方が比較的低くなる。

【 0 0 4 6 】

以下、凹部 2 0 と投射光 P L との関係について説明する。図 1 2 (A) は、図 2 (A) の第 1 領域 A R 1 の凹部 2 0 の A - A 断面図と投射光 P L 1、P L 2 との関係を説明する図である。図 1 2 (B) は、図 6 (A) の第 2 領域 A R 2 の凹部 2 0 の B - B 断面図と投射光 P L 2 との関係を説明する図である。なお、実際には、凹部 2 0 の配列の仕方により同一領域内でも凹部境界部の突起の高さは一様ではないが、第 1 領域 A R 1 及び第 2 領域

A R 2 それぞれにおいて投射光 P L に特に関係する突起 3 1 , 3 2 について説明する。図 1 に示すスクリーン 1 上の第 1 領域 A R 1 の位置においては、図 1 2 (A) に示すように、第 1 凹部 2 0 a の投射光 P L 1 が入射してくる側にある高い突起 3 1 に投射光 P L 1 が遮られることなく、投射光 P L 1 が第 1 凹部 2 0 a の反射膜 R S に入射する。しかしながら、図 1 に示すスクリーン 1 上の第 2 領域 A R 2 の位置に第 1 領域 A R 1 と同様の微細凹凸構造を設けた場合、図 1 2 (A) に示すように、高い突起 3 1 によって投射光 P L 2 が遮られ、投射光 P L 2 が第 1 凹部 2 0 a の反射膜 R S に入射しない。一方、図 1 に示すスクリーン 1 上の第 2 領域 A R 2 においては、図 1 2 (B) に示すように、第 3 凹部 2 0 c の投射光 P L 2 が入射してくる側にある低い突起 3 2 に投射光 P L 2 が遮られることなく、投射光 P L 2 が第 3 凹部 2 0 c の反射膜 R S に入射する。

10

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本実施形態に係るスクリーン 1 は、第 1 及び第 2 基本列 L m 1 , L m 2 に加え、第 1 及び第 2 補助列 L s 1 , L s 2 を設けることにより、投射光 P L のスクリーン 1 への入射角が大きい場合でも、第 1 及び第 3 凹部 2 0 a , 2 0 c に形成された反射膜 R S に投射光 P L を十分に入射させることができる。また、第 2 領域 A R 2 において、第 2 基本列 L m 2 の第 3 凹部 2 0 c よりも第 2 補助列 L s 2 の第 4 凹部 2 0 d の個数を多くすることにより、第 1 領域 A R 1 の突起 3 1 の高さよりも第 2 領域 A R 2 の突起 3 2 の高さを低くすることができる。これにより、第 2 領域 A R 2 において第 1 領域 A R 1 よりも投射光 P L のスクリーン 1 への入射角が大きくなっても、投射光 P L が突起 3 2 で遮られることを抑制でき、視野欠損を低減することができる。

20

【 0 0 4 8 】

また、本実施形態では、遷移領域 A R x において、第 1 領域 A R 1 から離れるほど 1 つユニット U N 内の第 3 凹部 2 0 c に隣接する 2 つの第 4 凹部 2 0 d 間の距離を除々に大きくしていくことにより、第 1 領域 A R 1 の凹部 2 0 の配列からそれとは異なる第 2 領域 A R 2 の凹部 2 0 の配列へと少しずつ変えていくことができる。そのため、第 1 領域 A R 1 から第 2 領域 A R 2 への切り替えによって、第 1 領域 A R 1 と第 2 領域 A R 2 との境界部で反射された画像表示に切り替えムラが生じるのを防ぐことができる。

【 0 0 4 9 】

〔 第 2 実施形態 〕

図 1 3 は、第 2 実施形態に係るスクリーン 1 について説明する図である。本実施形態に係るスクリーン 1 は、遷移領域 A R x の配列パターンを除いて第 1 実施形態に係るスクリーン 1 と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。

30

【 0 0 5 0 】

遷移領域 A R x において、1 つのユニット U N 内の第 3 凹部 2 0 c に対応する第 4 凹部 2 0 d の個数は一定しておらず、図 1 3 に示すように、スクリーン基板 4 に対して投射光 P L の入射角が大きくなるほど、隣接する第 4 凹部 2 0 d の個数が除々に多くなっている。すなわち、第 1 領域 A R 1 に最も近い第 2 補助列 L s 2 (図 1 3 の最下列) において、隣接する第 4 凹部 2 0 d の個数の増加はゼロであり、見かけ上第 3 凹部 2 0 c と第 4 凹部 2 0 d の個数は一対一となっている。第 2 補助列 L s 2 が第 1 領域 A R 1 から遠ざかるにつれ、第 2 補助列 L s 2 を構成する第 4 凹部 2 0 d の個数は除々に増加し、第 1 領域 A R 1 から最も遠い第 2 補助列 L s 2 (図 1 3 の最上列) において、隣接する第 4 凹部 2 0 d の個数は、第 2 基本列 L m 2 を構成する第 3 凹部 2 0 c の個数の 2 倍となる。ここで、第 4 凹部 2 0 d を増加させる配列方向の位置はランダムに設定するものとする。

40

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、本実施形態に係るスクリーン 1 は、遷移領域 A R x において、第 2 補助列 L s 2 の第 4 凹部 2 0 d の個数を第 1 領域 A R 1 から離れるにしたがって除々に増やしていくことにより、第 1 領域 A R 1 から第 2 領域 A R 2 への切り替えによって、第 1 領域 A R 1 と第 2 領域 A R 2 との境界に切り替えムラが生じるのを防ぐことができる。

【 0 0 5 2 】

以上、各実施形態について説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるもので

50

はない。例えば、上記実施形態では、第1領域AR1、第2領域AR2、及び第3領域AR3のそれぞれの配置や範囲は、図1に示したものに限らず、プロジェクター2からの投射光PLを効率的に反射させる配置や範囲であればよい。例えば、投射光PLと各列Lm1, Lm2, Ls1, Ls2とが必ずしも直交しなくてもよい。

【0053】

また、上記実施形態では、第2領域AR2において、1つの第3凹部20cに対応する第4凹部20dの個数を2つとしたが、3つ以上であってもよい。さらに、2.5、3.5等の非整数であってもよい。なお、1つの第3凹部20cに対応する第4凹部20dの個数が4つ以上になると、第2補助列Ls2を設ける効果が上記の場合と変わらないうえ、遷移領域ARxにおいて第4凹部20dの配置等の調整が難しくなる。

10

【0054】

また、上記実施形態では、反射膜RSの形成において、成膜材料としてアルミニウムを用いているが、アルミニウムの他にも、例えば銀や誘電体多層膜等を用いることも可能である。また、反射膜RSを金属膜で形成する場合、金属膜の上にさらに保護膜を形成させることも可能である。

【0055】

また、上記実施形態において、第1、第3、及び第5凹部20a, 20c, 20eに反射膜RSを形成する前に、表面部3の表面活性化処理を行うこともできる。表面部3の表面活性化処理としては、逆スタッパ処理、プラズマ放電処理、コロナ放電処理、RFボンバード処理、大気圧プラズマ処理等を採用することができる。表面部3に対して表面活性化処理を適宜施すことにより、反射膜RSの付着力や耐久性を向上させることができる。

20

【0056】

また、上記実施形態において、スクリーン1全体を考慮して、第1及び第2領域AR1, AR2がプロジェクター2からの投射光PLを効率的に反射させる配置や範囲にあれば、必ずしも第3領域AR3を設けなくてもよい。

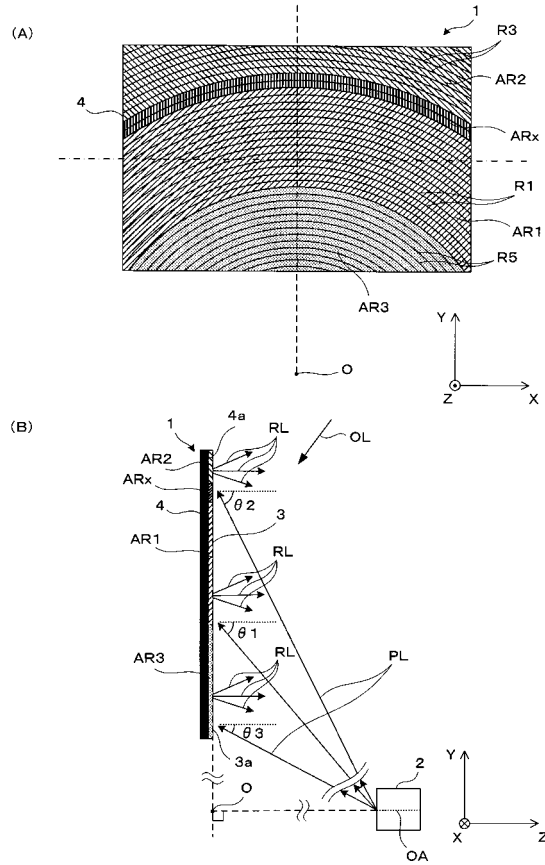
【符号の説明】

【0057】

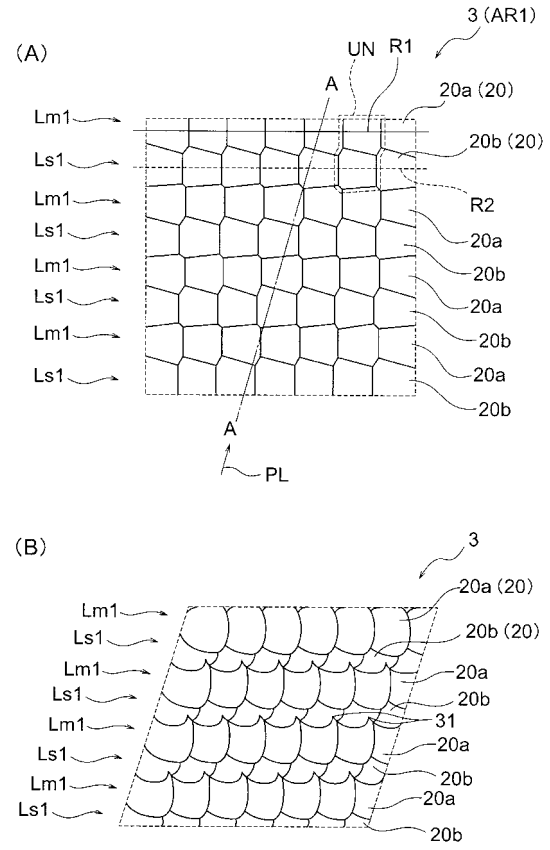
1...スクリーン、 2...プロジェクター、 3...表面部、 4...スクリーン基板、 20, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e...凹部、 AR1, AR2, AR3, ARx...領域、 Lm1, Lm2, Lm3...基本列、 Ls1, Ls2...補助列、 RS...反射面、 PL, PL1, PL2...投射光、 RL...反射光、 OL...外光

30

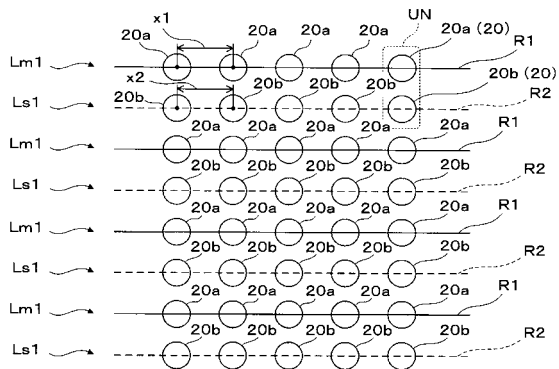
【図 1】



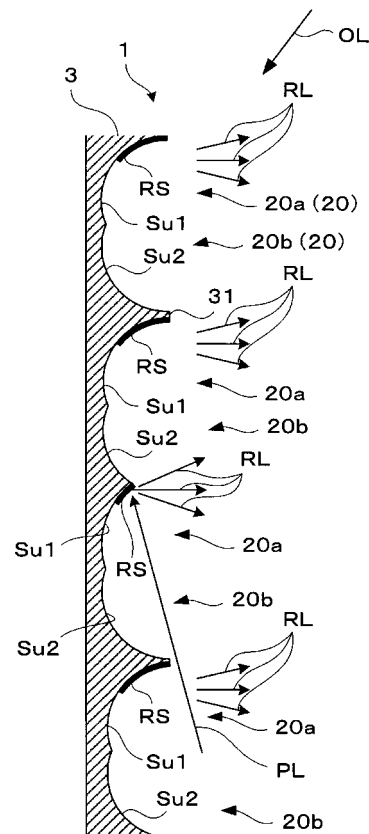
【図 2】



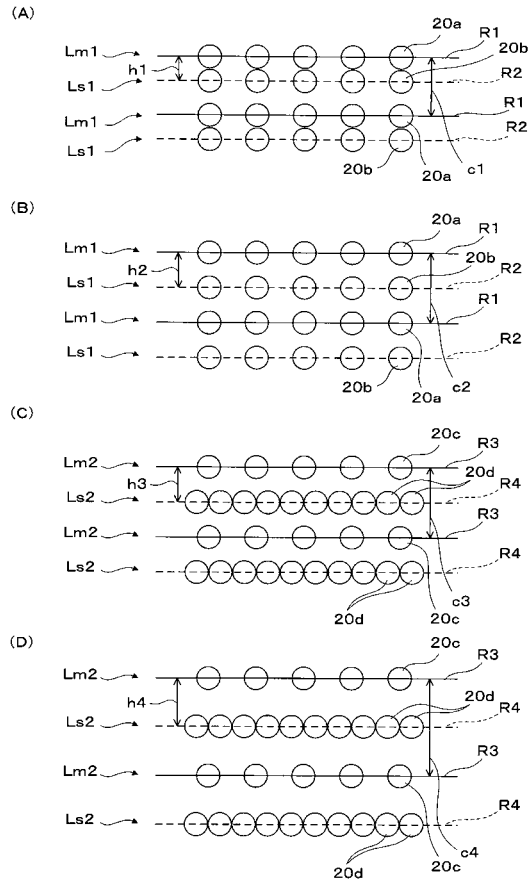
【図 3】



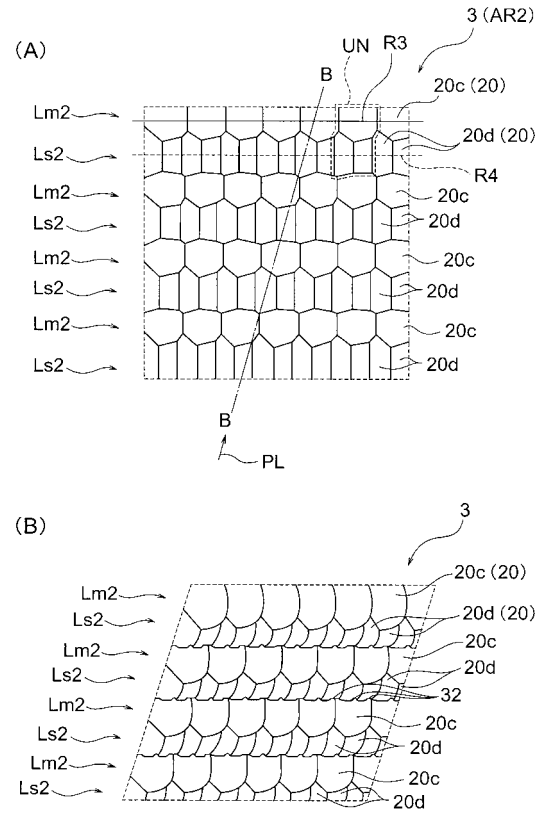
【図 4】



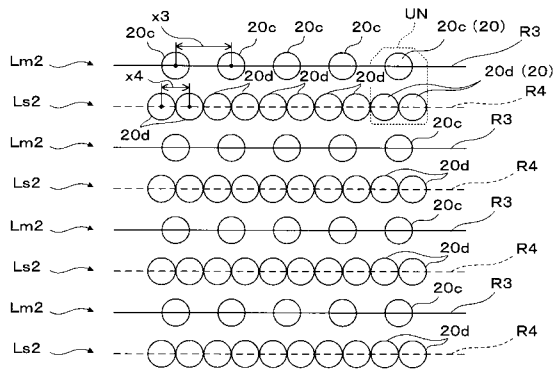
【図 5】



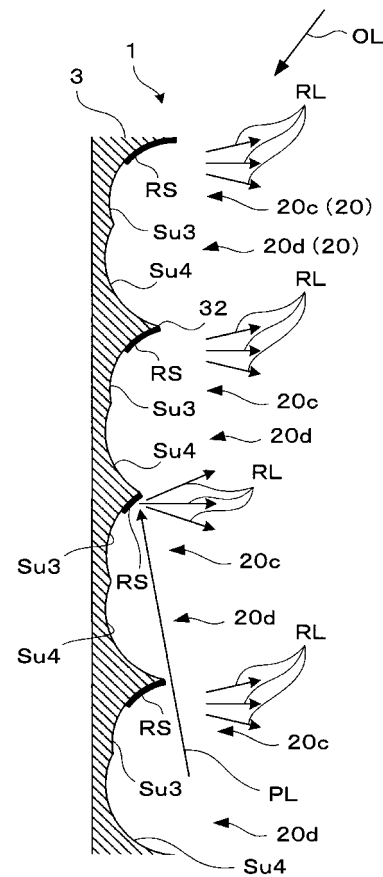
【図 6】



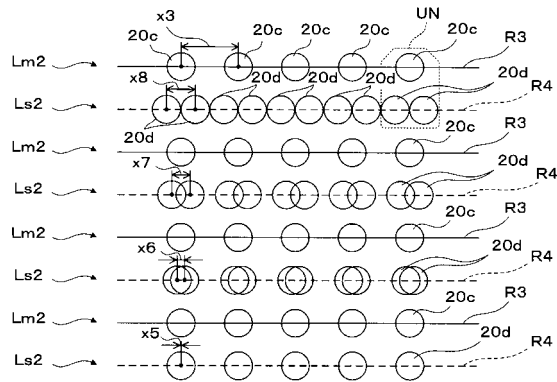
【図 7】



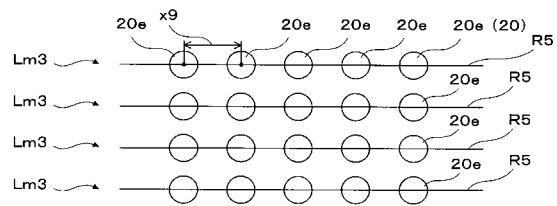
【図 8】



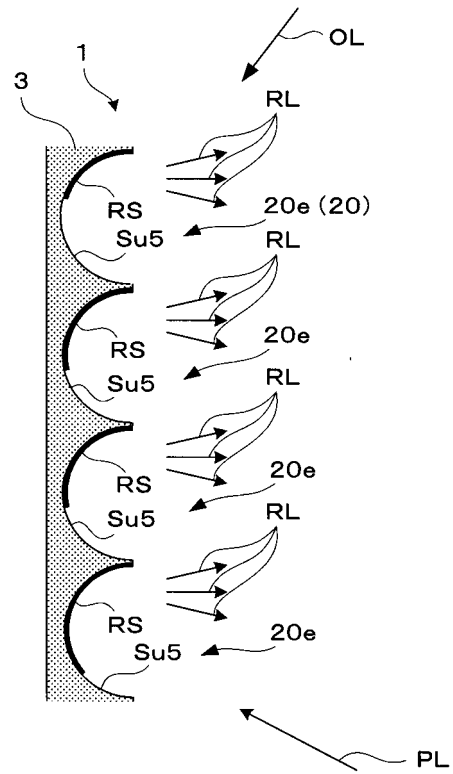
【図 9】



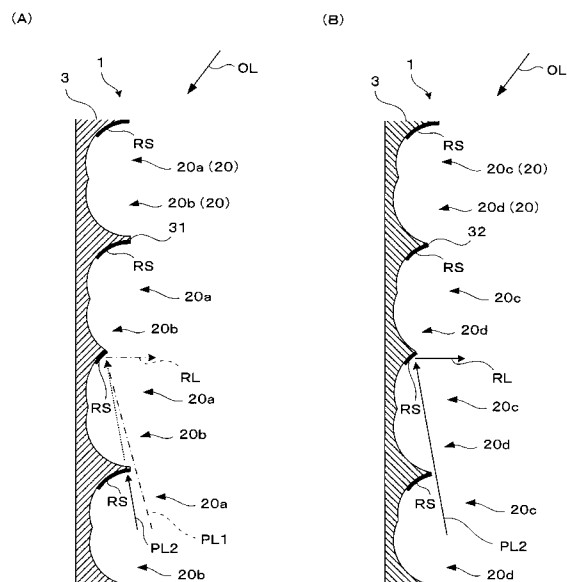
【図 10】



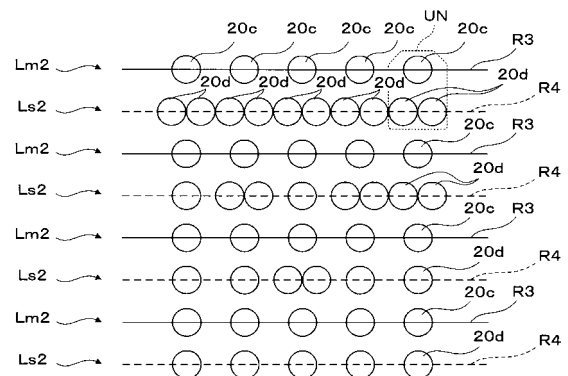
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

審査官 橋本 直明

(56)参考文献 特開2009-048169(JP,A)
特開2009-015195(JP,A)
特開平05-045733(JP,A)
特開2002-090512(JP,A)
特開平11-142975(JP,A)
特開2009-145447(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03B 21/60
G02B 5/08
G02B 5/10
G03B 21/14