

(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2005-141202

(P2005-141202A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int. Cl.⁷

G03B 21/62

G02B 3/00

G02B 3/08

F I

G03B 21/62

G02B 3/00

G02B 3/08

テーマコード (参考)

2H021

A

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-295320 (P2004-295320)

(22) 出願日 平成16年10月7日 (2004.10.7)

(31) 優先権主張番号 60/516,698

(32) 優先日 平成15年11月3日 (2003.11.3)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000155698

株式会社有沢製作所

新潟県上越市南本町1丁目5番5号

(74) 代理人 100104156

弁理士 龍華 明裕

(72) 発明者 薬師寺 謙一

新潟県上越市南本町1丁目5番5号 株式

会社有沢製作所内

(72) 発明者 安達 圭輔

新潟県上越市南本町1丁目5番5号 株式

会社有沢製作所内

Fターム(参考) 2H021 BA21 BA22

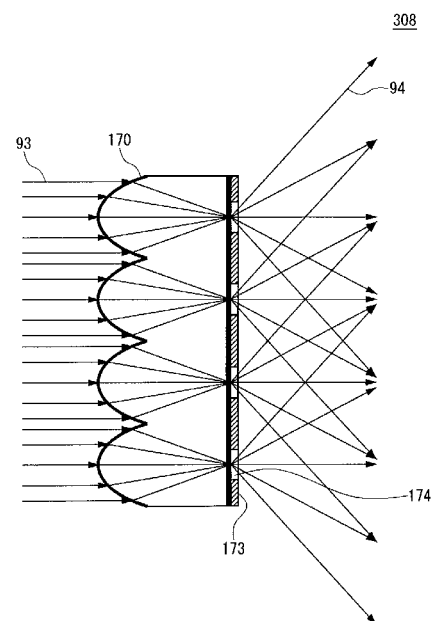
(54) 【発明の名称】 透過型スクリーン

(57) 【要約】

【課題】 水平方向及び垂直方向のそれぞれについて個別に、十分なレベルの視野角輝度分布を有する透過型スクリーンの提供。

【解決手段】 片面に凸レンズ形状を有するフライアイレンズ171と、フライアイレンズ171のレンズ面と反対側に設けられ、レンズ単位胞170のそれぞれの焦点近傍に位置する複数の開口174を有する遮光層173とを備えた透過型スクリーン306は、レンズ面からレンズ単位胞170の光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、スクリーンの出射側において、レンズ単位胞170の光軸に対して、使用時の水平方向に任意の角度だけ傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、使用時の垂直方向に水平方向と同じ角度だけ傾いた方向からスクリーンを観察した場合の輝度よりも大きい。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

片面に凸レンズ形状を有するフライアイレンズと、前記フライアイレンズのレンズ面と反対側に設けられ、レンズ単位胞のそれぞれの焦点近傍に位置する複数の開口を有する遮光層とを備えた透過型スクリーンであって、

使用時の水平方向における、各レンズ単位胞の中心を通るレンズ断面の形状は、前記レンズ面から前記レンズ単位胞の光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、出射側における前記スクリーンの輝度が前記レンズ単位胞の光軸方向で最大となり、かつ前記レンズ単位胞におけるレンズ有効面と前記光軸との交点から、前記レンズ断面における隣接するレンズ単位胞との境界までの前記光軸方向における距離が最大となる第 1 のレンズカーブと、前記出射側において前記スクリーンを観察する場合に、前記水平方向に関して予め定められた水平最大視野角だけ前記光軸方向から傾いた方向から前記スクリーンを観察したときの輝度が、前記光軸方向から観察したときの輝度に対して 1 より小さな基準の割合となる第 2 のレンズカーブとの間に挟まれ、前記第 2 のレンズカーブを含む領域における任意の凸レンズ形状をなすと共に、

使用時の垂直方向における、各レンズ単位胞の中心を通るレンズ断面の形状は、前記第 2 のレンズカーブと、前記レンズ面から前記光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、前記出射側において、前記垂直方向に関して予め定められた、前記水平方向の前記水平最大視野角よりも小さい垂直最大視野角だけ前記光軸方向から傾いた方向から前記スクリーンを観察したときの輝度が、前記光軸方向から観察したときの輝度に対して前記基準の割合となる第 3 のレンズカーブとの間に挟まれ、前記第 2 のレンズカーブを含まない領域における任意の凸レンズ形状をなす透過型スクリーン。

【請求項 2】

前記水平最大視野角は 27° であり、前記垂直最大視野角は 16° であり、前記基準の割合は 50 % である、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 3】

前記第 1 のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的小さな材料を前記フライアイレンズに用いた場合のレンズ形状に相当する、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 4】

前記第 2 のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的大きな材料を前記フライアイレンズに用いた場合のレンズ形状に相当する、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 5】

前記第 3 のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的大きな材料を前記フライアイレンズに用いた場合のレンズ形状に相当する、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 6】

前記フライアイレンズに用いる前記材料の屈折率は、1.65 である、請求項 4 または請求項 5 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 7】

前記第 2 のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的小さな材料を前記フライアイレンズに用いた場合に、前記垂直方向の最大視野角で前記スクリーンを観察したときの輝度が前記光軸方向から観察した輝度と比べて前記基準の割合以上に高いレンズ形状である、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 8】

前記フライアイレンズに使用可能な材料の最小の屈折率は、1.4 である、請求項 3 または請求項 7 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 9】

前記フライアイレンズのレンズピッチを P_r 、各レンズ単位胞の中心軸からの距離を r

10

20

30

40

50

とした場合の、前記第 1、第 2、及び第 3 のレンズカーブのそれぞれは、下表に記載された第 1、第 2、及び第 3 のパラメータ群のそれぞれと、下式とで定義される、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。但し、 Z_r は前記光軸方向におけるレンズ頂点からの距離であり、 k は下表における 1 から 15 の各項に対応する番号である。

【数 1】

$$z_r = \sum_{k=1}^{15} a_k \left(\frac{1}{p_r} \right)^{2k-1} r^{2k}$$

【表 1】

10

k	a_k		
	第 1 のパラメータ群 (第 1 のレンズカーブ を定義)	第 2 のパラメータ群 (第 2 のレンズカーブ を定義)	第 3 のパラメータ群 (第 3 のレンズカーブ を定義)
1	1.852E+00	7.692E-01	3.448E-01
2	1.842E+00	6.827E-01	1.435E-01
3	3.663E+00	1.212E+00	1.194E-01
4	9.108E+00	2.689E+00	1.243E-01
5	2.536E+01	6.683E+00	1.448E-01
6	7.567E+01	1.780E+01	1.808E-01
7	2.365E+02	4.964E+01	2.365E-01
8	7.644E+02	1.432E+02	3.199E-01
9	2.534E+03	4.237E+02	4.437E-01
10	8.569E+03	1.279E+03	6.279E-01
11	2.944E+04	3.920E+03	9.027E-01
12	1.025E+05	1.218E+04	1.315E+00
13	3.606E+05	3.825E+04	1.936E+00
14	1.281E+06	1.212E+05	2.878E+00
15	4.585E+06	3.874E+05	4.312E+00

20

30

【請求項 10】

前記フライアイレンズの前記レンズ面に対向して、さらにフレネルレンズを備える、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 11】

前記フライアイレンズの前記出射側には反射防止膜が形成されている、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 12】

前記フライアイレンズの入射側にも更に前記反射防止膜が形成されている、請求項 11 に記載の透過型スクリーン。

40

【請求項 13】

前記フライアイレンズの前記入射側には反射防止膜が形成されている、請求項 1 に記載の透過型スクリーン。

【請求項 14】

片面に凸レンズ形状を有するフライアイレンズと、前記フライアイレンズのレンズ面と反対側に設けられ、レンズ単位胞のそれぞれの焦点近傍に位置する複数の開口を有する遮光層とを備えた透過型スクリーンであって、

前記レンズ面から前記レンズ単位胞の光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、前記スクリーンの出射側において、前記レンズ単位胞の光軸に対して、使用時の水平方向に任

50

意の角度だけ傾いた方向から前記スクリーンを観察したときの輝度が、前記使用時の垂直方向に前記水平方向と同じ角度だけ傾いた方向から前記スクリーンを観察した場合の輝度よりも大きい透過型スクリーン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、透過型スクリーンに関する。特に本発明は、フライアイレンズを備えた透過型スクリーンに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光学エンジンからの光学像を投影する透過型のスクリーンとして、回転軸対象のレンズ単位胞を有するフライアイレンズ（あるいはマイクロレンズ）を用いることにより視野角輝度分布を広げたスクリーンが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。 10

【0003】

また、スクリーンにおいて、観察時の水平方向と垂直方向とでは、スクリーンに対する観察角度の範囲が異なる場合が多い。そこでレンズ単位胞の形状を、直交する方向に非対称なアナモフィック形状、あるいは任意曲面形状とすることにより、水平方向と垂直方向の視野角輝度分布を個別に制御する提案がなされている（例えば、特許文献2及び特許文献3参照）。 20

【特許文献1】特開2000-131506号公報

【特許文献2】USP4, 666, 248

【特許文献3】特開2000-111708号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、レンズ単位胞のレンズパワーを大きくして視野角輝度分布を広げた場合、スクリーンを正面から見た場合の輝度が下がってしまう。また、スクリーンに対する観察角度は、水平方向にはかなり広い範囲が想定される一方で、垂直方向には水平方向ほど広い観察範囲は想定されない。従って、レンズ単位胞の形状には、水平方向及び垂直方向のそれぞれに関して適切な範囲が存在する。しかしながら、上記従来の技術は、レンズ単位胞の具体的な形状について記載も示唆もなく、正面方向、水平方向及び垂直方向のそれぞれについて理想的な光学特性を有するスクリーンが必ずしも得られないという課題があった。 30

【0005】

そこで本発明は、上記の課題を解決する透過型スクリーンを提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明の第1の形態によれば、片面に凸レンズ形状を有するフライアイレンズと、フライアイレンズのレンズ面と反対側に設けられ、レンズ単位胞のそれぞれの焦点近傍に位置する複数の開口を有する遮光層とを備えた透過型スクリーンは、使用時の水平方向における、各レンズ単位胞の中心を通るレンズ断面の形状は、レンズ面からレンズ単位胞の光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、出射側におけるスクリーンの輝度がレンズ単位胞の光軸方向で最大となり、かつレンズ単位胞におけるレンズ有効面と光軸との交点から、レンズ断面における隣接するレンズ単位胞との境界までの光軸方向における距離が最大となる第1のレンズカーブと、出射側においてスクリーンを観察する場合に、水平方向に関して予め定められた水平最大視野角だけ光軸方向から傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、光軸方向から観察したときの輝度に対して1より小さな基準の割合となる第2のレンズカーブとの間に挟まれ、第2のレンズカーブ 40 50

を含む領域における任意の凸レンズ形状をなすと共に、使用時の垂直方向における、各レンズ単位胞の中心を通るレンズ断面の形状は、第2のレンズカーブと、レンズ面から光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、出射側において、垂直方向に関して予め定められた、水平方向の水平最大視野角よりも小さい垂直最大視野角だけ光軸方向から傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、光軸方向から観察したときの輝度に対して基準の割合となる第3のレンズカーブとの間に挟まれ、第2のレンズカーブを含まない領域における任意の凸レンズ形状をなす。

【0007】

上記形態において、水平最大視野角は27°であり、垂直最大視野角は16°であり、基準の割合は50%であることが望ましい。

10

【0008】

第1のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的小さな材料をフライアイレンズに用いた場合のレンズ形状であってもよい。この場合の屈折率は、1.4であることが望ましい。

【0009】

第2のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的大きな材料をフライアイレンズに用いた場合のレンズ形状であってもよい。この場合の屈折率は、1.65であることが望ましい。

【0010】

第3のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的大きな材料をフライアイレンズに用いた場合のレンズ形状であってもよい。この場合の屈折率は、1.65であることが望ましい。

20

【0011】

第2のレンズカーブは、透明プラスチックのうちで屈折率が比較的小さな材料をフライアイレンズに用いた場合に、垂直方向の最大視野角でスクリーンを観察したときの輝度が光軸方向から観察した輝度と比べて基準の割合以上に高いレンズ形状であってもよい。この場合の屈折率は、1.4であることが望ましい。

【0012】

フライアイレンズのレンズピッチを P_r 、各レンズ単位胞の中心軸からの距離を r とした場合の、第1、第2、及び第3のレンズカーブのそれぞれは、下表に記載された第1、第2、及び第3のパラメータ群のそれぞれと、下式とで定義してもよい。但し、 Z_r は前記光軸方向におけるレンズ頂点からの距離であり、 k は下表における1から15の各項に対応する番号である。

30

【数1】

$$Z_r = \sum_{k=1}^{15} a_k \left(\frac{1}{P_r} \right)^{2k-1} r^{2k}$$

【表 1】

k	a _k		
	第1のパラメータ群 (第1のレンズカーブ を定義)	第2のパラメータ群 (第2のレンズカーブ を定義)	第3のパラメータ群 (第3のレンズカーブ を定義)
1	1.852E+00	7.692E-01	3.448E-01
2	1.842E+00	6.827E-01	1.435E-01
3	3.663E+00	1.212E+00	1.194E-01
4	9.108E+00	2.689E+00	1.243E-01
5	2.536E+01	6.683E+00	1.448E-01
6	7.567E+01	1.780E+01	1.808E-01
7	2.365E+02	4.964E+01	2.365E-01
8	7.644E+02	1.432E+02	3.199E-01
9	2.534E+03	4.237E+02	4.437E-01
10	8.569E+03	1.279E+03	6.279E-01
11	2.944E+04	3.920E+03	9.027E-01
12	1.025E+05	1.218E+04	1.315E+00
13	3.606E+05	3.825E+04	1.936E+00
14	1.281E+06	1.212E+05	2.878E+00
15	4.585E+06	3.874E+05	4.312E+00

10

20

30

40

50

【0013】

フライアイレンズのレンズ面に対向して、さらにフレネルレンズを備えてもよい。

【0014】

フライアイレンズの出射側には反射防止膜が形成されていてもよい。また、更に入射側にも反射防止膜が形成されていてもよい。あるいは、フライアイレンズの入射側にのみ、反射防止膜が形成されていてもよい。

【0015】

本発明の第2の形態によれば、片面に凸レンズ形状を有するフライアイレンズと、フライアイレンズのレンズ面と反対側に設けられ、レンズ単位胞のそれぞれの焦点近傍に位置する複数の開口を有する遮光層とを備えた透過型スクリーンは、レンズ面からレンズ単位胞の光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、スクリーンの出射側において、レンズ単位胞の光軸に対して、使用時の水平方向に任意の角度だけ傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、使用時の垂直方向に水平方向と同じ角度だけ傾いた方向からスクリーンを観察した場合の輝度よりも大きい。

【0016】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、また実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0018】

図1は、本発明の一実施形態に係るリアプロジェクションディスプレイ300の構成を示す。リアプロジェクションディスプレイ300は、光学エンジン302と、鏡304と、透過型スクリーン306とを備える。光学エンジン302から出力された光学像は鏡304で反射され、透過型スクリーン306に入射する。透過型スクリーン306は、入射

した光学像を拡散させて観察者側に出射することにより、適切な観察領域を実現する。

【0019】

このとき、本実施形態の透過型スクリーン306は、使用時（観察時）の水平方向の観察領域が垂直方向の観察領域よりも広い。言い換えれば、水平方向に任意の角度だけ傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、同じ角度だけ垂直方向に傾いた方向から観察した場合の輝度よりも大きい。更に、スクリーン面に対して垂直な方向から観察した場合に、スクリーンの輝度が最大となる。この結果、透過型スクリーン306は、水平方向及び垂直方向のそれぞれについて個別に、十分なレベルの視野角輝度分布を達成する。

【0020】

図2は、図1の透過型スクリーン306におけるA部の詳細な構成を示す。透過型スクリーン306は、フレネルレンズ310、フライアイレンズユニット308、及び前面板312を有する。フレネルレンズ310は、光学エンジン302から出射された光の進行方向をフライアイレンズユニット308の光軸方向にそろえる。フライアイレンズユニット308は、入射した光を水平方向及び垂直方向のそれぞれに対して個別の角度に拡散させる。そして前面板312は、フライアイレンズユニット308を保護すると共に、表面に施されたARコートなどのアンチグレア処理により外光の反射を低減する。 10

【0021】

図3は、フライアイレンズユニット308の構成を示す。フライアイレンズユニット308は、片面に凸レンズ形状を有する多数のレンズ単位胞170を互いに密接するように隣接して配列したフライアイレンズ171と、フライアイレンズ171を支持する基材172と、基材172のフライアイレンズ171とは反対側に設けられた遮光層173とを有する。遮光層173は、レンズ単位胞170のそれぞれの焦点近傍に位置する複数の開口174を含む。なお、遮光層173は、レンズ単位胞170よりも観察者側（出射側）に設けられる。従って、レンズ単位胞170のレンズ形状は、レンズ単位胞170よりも観察者側（出射側）で入射光を集光する形状であることが求められる。 20

【0022】

フライアイレンズ171の材料は、少なくとも可視光を透過する材料のうちで、屈折率がほぼ1.4からほぼ1.65までの材料を用いる。屈折率が1.4よりも小さい材料を用いた場合、レンズ単位胞170は十分なレンズパワーを有さず、入射光を適切な角度で拡散することができない。逆に、屈折率が1.65よりも大きい材料を用いた場合、レンズ形状によっては、レンズ単位胞170に入射した光が内部反射し、スクリーンとしての透過効率が下がってしまう。プラスチック及びガラスには、屈折率が1.4から1.65までの材料が多く存在するので、製造方法や材料コストに応じてフライアイレンズ171の材料を選択すればよい。フライアイレンズユニット308の製造方法については後述する。なお、屈折率が1.4又は1.65の材料を選択した場合、材料物性のばらつきにより屈折率が1.4を下回る場合、あるいは1.65を上回る場合がある。このようなばらつきは本実施形態の許容の範囲内である。ばらつきの大きさは材料の種類や材料メーカーによっても異なるが、例えば 1.4 ± 0.05 及び 1.65 ± 0.05 程度である。 30

【0023】

図4は、フライアイレンズユニット308の光線軌跡を示す。レンズ単位胞170のレンズ面からレンズ単位胞170の光軸に対して略平行に入射した入射光93は、入射面のレンズ形状に応じた角度で屈折し、レンズ単位胞170の光軸上の焦点に集光し、遮光層173の開口174から出射する。遮光層173は、レンズ単位胞170の焦点近傍に於いて、出射光94を通過させる最低限の大きさの開口174を有する。従って、本来出射すべき光線のみを選択的に通過させ、且つノイズの原因となる外光を遮断することができる。これにより、透過型スクリーン306は、コントラストの高い映像を観察者側に映し出すことができる。 40

【0024】

以下、レンズ単位胞170の形状について説明する。

図5は、レンズ単位胞170の一例を示す斜視図である。レンズ単位胞170のレンズ 50

有効面の形状は、レンズ単位胞 170 の光軸 101 を通る水平方向平面 102 と、同じく光軸 101 を通る垂直方向平面 103 とにおける断面形状で主に定義される。水平方向平面 102 と垂直方向平面 103 との間のレンズ形状は、例えばレンズ曲面に変曲点を生じないように、滑らかに補完されていけばよい。

【0025】

図 6 は、レンズ単位胞 170 の水平方向における断面を示す。水平方向断面 111 は、レンズ単位胞 170 のレンズ有効面が水平方向平面 102 と交わる曲線である。レンズ単位胞 170 の水平方向における視野角輝度分布は、水平方向断面 111 の形状とレンズ材料の屈折率によって決定される。ここで、水平方向断面 111 において、光軸 101 との交点から隣接するレンズ単位胞 170 との境界までの光軸 101 方向に関する距離を Z_H とすると、レンズピッチが固定の場合、 Z_H が大きいほどレンズ単位胞 170 の水平方向に関するレンズパワーは大きくなる。

10

【0026】

図 7 は、レンズ単位胞 170 の垂直方向における断面を示す。垂直方向断面 121 は、レンズ単位胞 170 のレンズ有効面が垂直方向平面 103 と交わる曲線である。レンズ単位胞 170 の垂直方向における視野角輝度分布は、垂直方向断面 121 の形状とレンズ材料の屈折率によって決定される。ここで、垂直方向断面 121 において、光軸 101 との交点から隣接するレンズ単位胞 170 との境界までの光軸 101 方向に関する距離を Z_V とすると、レンズピッチが固定の場合、 Z_V が大きいほどレンズ単位胞 170 の垂直方向に関するレンズパワーは大きくなる。

20

【0027】

ここで、本実施形態のレンズ単位胞 170 においては、

$$Z_H > Z_V$$

の式が成り立つ。これにより、水平方向のレンズパワーは垂直方向のレンズパワーよりも大きく、水平方向に関して垂直方向よりも広い観察領域を得ることができる。

【0028】

ところで、レンズパワーが一定の値を超えると、スクリーンとしての透過効率が下がってしまう。

図 8 は、レンズ単位胞 170 のレンズパワーが強すぎる場合の光線軌跡を示す図である。本図のレンズ単位胞 170 は、レンズ有効面と光軸との交点から隣接するレンズ単位胞 170 との境界までの光軸方向に関する距離が、後述する上限よりも大きい。この場合、入射光のうち点線の矢印で示す光線 31 は、レンズ単位胞 170 に入射した後レンズ内部で反射してしまい、開口 174 から出射することなく遮光層 173 に遮られてしまう。この結果、スクリーンとしての透過効率が下がり、観察面における輝度が低下する。

30

【0029】

一方、レンズ単位胞 170 のレンズパワーが弱すぎると、入射光を十分な角度に拡散することができない。

図 9 は、レンズ単位胞 170 のレンズパワーが不足している場合の光線軌跡を示す図である。本図のレンズ単位胞 170 は、レンズ有効面と光軸との交点から隣接するレンズ単位胞 170 との境界までの光軸方向に関する距離が、後述する下限よりも小さい。この場合、入射光は十分な角度に拡散されることなく開口 174 を通過して出射する。

40

【0030】

従って、透過型スクリーン 306 が水平方向及び垂直方向のそれぞれについて個別に、十分なレベルの視野角輝度分布を達成するためには、レンズ単位胞 170 のレンズ有効面の形状を一定の領域の範囲内で形成する必要がある。

【0031】

ここで、スクリーンに要求される視野角輝度分布は、スクリーンが使用される条件の範囲において最適化されることが重要である。

図 10 は、リアプロジェクションディスプレイ 300 の水平方向の観察状態を示す。観察者 320 は、透過型スクリーン 306 の水平方向の一端から透過型スクリーン 306 の

50

面に垂直な方向に距離 D だけ離れた位置から、透過型スクリーン 306 の水平方向の他端を観察する場合が想定される。従って、この場合の透過型スクリーン 306 の観察角度を水平方向に関する水平最大視野角 θ_H とすると、透過型スクリーン 306 には、水平方向に関して、観察角度 0 から水平最大視野角 θ_H までの観察範囲において、十分な輝度レベルを確保することが要求される。具体的には、水平方向に関して水平最大視野角 θ_H からスクリーンを観察したときの輝度が、観察角度 0° すなわち光軸方向から観察したときの輝度に対して、50% 以上確保される必要がある。

【0032】

一方、図 11 は、リアプロジェクションディスプレイ 300 の垂直方向の観察状態を示す。観察者 320 は、透過型スクリーン 306 の垂直方向の一端から透過型スクリーン 306 に垂直な方向に距離 D だけ離れた位置から、透過型スクリーン 306 の垂直方向の他端を観察する場合が想定される。従って、この場合の透過型スクリーン 306 の観察角度を垂直方向に関する垂直最大視野角 θ_V とすると、透過型スクリーン 306 には、垂直方向に関して、観察角度 0 から垂直最大視野角 θ_V までの観察範囲において、十分な輝度レベルを確保することが要求される。具体的には、垂直方向に関して垂直最大視野角 θ_V からスクリーンを観察したときの輝度が、観察角度 0° すなわち光軸方向から観察したときの輝度に対して、50% 程度確保されればよい。

【0033】

また、現在主流の 16:9 のワイド画面では、水平方向サイズ $H >$ 垂直方向サイズ V なので、水平最大視野角 $\theta_H >$ 垂直最大視野角 θ_V となる。すなわち、透過型スクリーン 306 に最低限要求される観察領域は、垂直方向よりも水平方向の方が広い。

【0034】

なお、本実施形態は、70 インチワイドのスクリーンを観察距離 3 m から観察する場合を想定した。この場合、水平最大視野角 θ_H 及び垂直最大視野角 θ_V はそれぞれ、 $\theta_H = 27^\circ$ 、 $\theta_V = 16^\circ$ である。スクリーンサイズが 70 インチよりも拡大される場合には、 θ_H 及び θ_V を一定とし、スクリーンサイズの拡大に比例して観察距離を拡大させる。一方、スクリーンサイズが 70 インチよりも小さい場合には、 θ_H 及び θ_V を一定とし、スクリーンサイズの縮小に比例して観察距離を縮小させる。この様にして定められた観察距離から、及びより遠い位置からの観察において、当該スクリーンは特に優れた視野角輝度分布を有する。

【0035】

図 12 は、レンズピッチ P_r が $100 \mu m$ のときの、レンズ単位胞 170 の光軸を通る断面の 1/2 形状の範囲を示す図である。縦軸は、レンズ単位胞 170 の光軸と一致し、光軸方向におけるレンズ頂点からの距離 Z を示す。横軸は、レンズ中心軸（光軸）からの距離 r を表す。縦軸及び横軸の原点 (0, 0) は、レンズ単位胞 170 のレンズ有効面と光軸の交点である。

【0036】

第 1 レンズカーブ 200 は、レンズ単位胞 170 のレンズパワーが最大の形状であり、レンズ面から光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、出射側におけるスクリーンの輝度が光軸方向で最大となり、かつレンズ有効面と光軸の交点 (0, 0) から、レンズ断面における隣接するレンズ単位胞との境界までの光軸方向における距離が最大となるレンズ形状である。

【0037】

第 2 レンズカーブ 202 は、出射側においてスクリーンを観察する場合に、水平方向に関して予め定められた水平最大視野角だけ光軸方向から傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、光軸方向から観察したときの輝度に対して 1 より小さな基準の割合となるレンズ形状である。ここで水平最大視野角は前述の 27° であり、基準の割合は前述の 50% である。

【0038】

第 3 レンズカーブ 204 は、レンズ面から光軸と平行に均一な光を入射させた場合に、

10

20

30

40

50

出射側において、垂直方向に関して予め定められた、水平方向の水平最大視野角よりも小さい垂直最大視野角だけ光軸方向から傾いた方向からスクリーンを観察したときの輝度が、光軸方向から観察したときの輝度に対して基準の割合となるレンズ形状である。ここで垂直最大視野角は前述の 16°であり、基準の割合は前述の 50%である。

【0039】

スクリーン使用時の水平方向における、レンズ単位胞 170 の中心を通るレンズ断面の形状は、第 1 レンズカーブ 200 と第 2 レンズカーブ 202 との間に挟まれ、第 2 レンズカーブ 202 を含む領域に於ける任意の凸レンズ形状をなす。これによりレンズ単位胞 170 は、水平方向に関して十分な輝度レベルの視野角輝度分布を得ることができる。

【0040】

また、スクリーン使用時の垂直方向における、レンズ単位胞 170 の中心を通るレンズ断面の形状は、第 2 レンズカーブ 202 と第 3 レンズカーブ 204 の間に挟まれ、第 2 レンズカーブ 202 を含まない領域における任意の凸レンズ形状をなす。これによりレンズ単位胞 170 は、垂直方向に関して過不足のない輝度レベルの視野角輝度分布を得ると共に、特にスクリーンの正面方向に関して高い輝度レベルを確保することができる。

【0041】

フライアイレンズ 171 のレンズピッチを P_r 、各レンズ単位胞 170 の中心軸からの距離を r とした場合の、第 1 レンズカーブ 200、第 2 レンズカーブ 202、及び第 3 レンズカーブ 204 のそれぞれは、下表に記載された第 1、第 2、及び第 3 のパラメータ群のそれぞれと、下式とで定義される。但し、 Z_r は前記光軸方向におけるレンズ頂点からの距離であり、 k は下表における 1 から 15 の各項に対応する番号である。

【数 2】

$$z_r = \sum_{k=1}^{15} a_k \left(\frac{1}{P_r} \right)^{2k-1} r^{2k}$$

【表 2】

k	a _k		
	第 1 のパラメータ群 (第 1 のレンズカーブ を定義)	第 2 のパラメータ群 (第 2 のレンズカーブ を定義)	第 3 のパラメータ群 (第 3 のレンズカーブ を定義)
1	1.852E+00	7.692E-01	3.448E-01
2	1.842E+00	6.827E-01	1.435E-01
3	3.663E+00	1.212E+00	1.194E-01
4	9.108E+00	2.689E+00	1.243E-01
5	2.536E+01	6.683E+00	1.448E-01
6	7.567E+01	1.780E+01	1.808E-01
7	2.365E+02	4.964E+01	2.365E-01
8	7.644E+02	1.432E+02	3.199E-01
9	2.534E+03	4.237E+02	4.437E-01
10	8.569E+03	1.279E+03	6.279E-01
11	2.944E+04	3.920E+03	9.027E-01
12	1.025E+05	1.218E+04	1.315E+00
13	3.606E+05	3.825E+04	1.936E+00
14	1.281E+06	1.212E+05	2.878E+00
15	4.585E+06	3.874E+05	4.312E+00

【0042】

図13は、レンズ単位胞170の中心を通るレンズ断面の形状が第1レンズカーブ200であって、屈折率が1.4の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。横軸は、光軸方向に対する観察角度の傾きである。縦軸は、観察角度0°すなわち光軸方向から観察したときのスクリーンの輝度を1としたときの、観察角度に応じたスクリーン輝度を示す輝度比である。第1レンズカーブ200の視野角輝度分布では、観察角度が0°、すなわち光軸方向からスクリーンを観察したときに、スクリーンの輝度が最大となっている。さらに、水平方向最大視野角である27°の観察角度において、輝度比0.5を上回る輝度レベルを実現している。

【0043】

レンズ断面の形状において、レンズ有効面と光軸の交点から、レンズ断面における隣接するレンズ単位胞170との境界までの光軸方向における距離が第1レンズカーブ200よりも大きい場合、つまりレンズパワーを第1レンズカーブ200よりも強くした場合、0より大きい観察角度に於いて、輝度比が1を超えてしまう。この場合、スクリーンを正面から見たときよりも、斜めから見たときの方が輝度が高くなり、視野角輝度分布が不自然になるという不具合が生じる。なお、第1レンズカーブ200において、屈折率が1.4よりも大きい材料を選択する場合も、レンズパワーが強くなり、0より大きい観察角度に於いて、輝度比が1を超えてしまう。従って、レンズ単位胞170の断面形状を第1レンズカーブ200の形状とする場合は、屈折率1.4程度の材料を用いることが好ましい。しかしながら、屈折率が1.65程度までであれば、視野角輝度分布は許容の範囲内である。

【0044】

図14は、第2レンズカーブ202で屈折率が1.65の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。第2レンズカーブ202の視野角輝度分布では、水平方向最大視野角である27°の観察角度において、輝度比が0.5となる。すなわち、スクリーン使用時の水平方向におけるレンズ単位胞170の中心を通るレンズ断面の形状を、第1レンズカーブ200と第2レンズカーブ202の間に挟まれ、第2レンズカーブ202を含む領域における任意の凸レンズ形状で形成することによって、水平方向における視野角輝度分布を適切な範囲で確保することができる。

【0045】

図15は、第2レンズカーブ202で屈折率1.4の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。この場合、水平最大視野角である27°の観察角度において、0.5の輝度比を得ることができない。従って、水平方向におけるレンズ単位胞170の断面形状を第2レンズカーブ202とする場合には、レンズ材料の屈折率は、1.65以上であることが望ましい。

【0046】

一方で、第2レンズカーブ202で屈折率1.4の場合の視野角輝度分布は、垂直最大視野角である16°の観察角度において、0.5の輝度比を得ることができる。従って、第2レンズカーブ202を、垂直方向におけるレンズ単位胞170の断面形状とした場合、垂直方向の観察条件に応じた、十分な輝度レベルの視野角輝度分布を得ることができる。

【0047】

図16は、第3レンズカーブ204で屈折率が1.65の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。この場合、垂直最大視野角である16°の観察角度において、0.5の輝度比を得ることができる。なお、第3レンズカーブ204で屈折率を1.65よりも小さくすると、16°の観察角度で0.5の輝度比を得ることができない。従って、垂直方向におけるレンズ単位胞170の断面形状を第3レンズカーブ204とする場合には、レンズ材料の屈折率は、1.65以上であることが望ましい。

【0048】

すなわち、スクリーン使用時の垂直方向におけるレンズ単位胞170の中心を通るレンズ断面の形状を、第2レンズカーブ202と第3レンズカーブ204の間に挟まれ、第2

10

20

30

40

50

レンズカーブ 202 を含まない領域における任意の凸レンズ形状で形成することによって、垂直方向における視野角輝度分布を適切な範囲で確保することができる。

【0049】

上記の説明で明らかなように、本実施形態の透過型スクリーン 306 において、使用時の水平方向における視野角輝度分布は、垂直方向における視野角輝度分布よりも観察角度方向への広がりを持っている。また、垂直方向における視野角輝度分布は、スクリーンの使用条件を勘案して過不足のない程度の広がりには抑えられている。従って、透過型スクリーン 306 は、高い輝度レベルと、垂直方向及び水平方向に関する適切な視野角輝度分布を有することができる。

【0050】

図 17 及び図 18 は、レンズ単位胞 170 の断面形状の一部が凹んでいる場合の光線軌跡を示す。図のような凹み部分に入射した入射光は、開口 174 に向けて屈折されず、図 17 に示すように遮光層 173 によって遮光されてしまう。従ってスクリーンとしての透過効率が低下し、観察光の輝度が低下する。このとき、図 18 に示すように開口 174 を拡大することにより透過効率を上げることは可能であるが、同時に、ノイズの原因となる外光を遮断する機能が低下し、映像のコントラストが低下してしまうという不具合が生じる。従って、レンズ単位胞 170 の断面形状は、水平方向及び垂直方向のそれぞれについて、前述の領域における形状をなすと共に、任意断面におけるレンズ形状が外側に凸であることが望ましい。

【0051】

図 19 は、隣接するレンズ単位胞 170 との境界部の形状を示す図である。フライアイレンズ 171 は、出射すべき光線のみを効率的に選択的に出射させるためには、レンズ単位胞 170 の境界部まで、レンズ形状が外側に凸であることが望ましい。しかしながら、この場合レンズ単位胞 170 の境界部が図 19 A に示すように不連続な鋭いエッジとなる。このような鋭いエッジは、フライアイレンズユニット 308 を製造するときのエッジの欠損など、不具合の原因となる。従って、レンズ境界部に限っては、図 19 B に示すように連続する曲面でレンズ単位胞 170 の境界をつなぐ必要がある。

【0052】

但し、連続する曲面でレンズ単位胞 170 の境界をつないだ場合、境界部に入射した光線は、開口 174 を通過せず、透過効率が下がる。従って、レンズ単位胞 170 の境界部の範囲を示す ΔP_r は、できるだけ小さな値であることが望ましい。最低限必要な ΔP_r は、フライアイレンズ 171 の材料や製造方法によっても変化するが、レンズピッチを P_r とした場合、少なくとも $\Delta P_r < 1/10 P_r$ であることが望ましい。

【0053】

図 20 は、レンズ単位胞 170 の第 1 の配列例を示す。フライアイレンズ 171 におけるレンズ単位胞 170 の境界形状は、それぞれのレンズ単位胞 170 の配列によって決まる。例えば図 20 に示すように、レンズ単位胞 170 の境界形状が光軸方向から見て円形となるように配列する場合、フライアイレンズ 171 にレンズとして有効でない隙間 151 が発生する。この隙間 151 に入射した光線はフライアイレンズ 171 の出射側における遮光層 173 に吸収されるので、フライアイレンズ 171 の透過効率が低下する。

【0054】

したがって、レンズ単位胞をより密集させることによって隙間 151 をなくすことが望ましい。レンズ単位胞をより密集させると、レンズ単位胞 170 の境界形状は配列に応じて多角形となる。多角形とは、例えば三角形、四角形、六角形、及び八角形などである。

【0055】

図 21 及び図 22 はそれぞれ、正六角形配列のフライアイレンズ 171 を、光軸方向から見た図と、光軸に対して斜め方向から見た斜視図である。このような配列によれば、隙間 151 がなく透過効率が高い。

【0056】

以下、フライアイレンズユニット 308 の製造方法について説明する。本実施形態にお

10

20

30

40

50

けるフライアイレンズ 171 の製造方法は、従来のレンチキュラーレンズやフレネルレンズの製造方法を応用することによって、あるいは後述する新規の方法によって実現できる。

【0057】

レンズの材料は少なくとも可視光を透過させ、屈折率がほぼ 1.4 からほぼ 1.65 の範囲内に属する材料であればよい。例えば公知の熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、ガラスなどが挙げられる。すなわち、前述のレンズ形状が刻印された雌金型に樹脂などを充填して成形する方法、あるいは雌金型に充填した材料をさらに基材上に転写する方法、紫外線硬化樹脂などの光硬化性樹脂を基材上に均一に塗布し、レンズを形成する部位に光線を照射して硬化させた後、不要部分を除去する方法、基材表面を機械的に切削してレンズ形状を作成する方法、およびこれらを組み合わせた方法などが挙げられる。 10

【0058】

このうち雌金型と基材の間にレンズ材料を充填して成型する方法が最も効率よく、かつ精度よくフライアイレンズ 171 を製造できる点で好ましい。すなわち、図 3 に示したように、レンズ面と反対側に於いて、フライアイレンズ 171 と遮光層 173 の間に透明なプラスチックフィルムである基材 172 が挟まれる。

【0059】

雌型の製造方法は、切削機械加工、部分的にマスク処理を施したガラスのエッチング、フォトリソグラフィ技術、MEMS（マイクロマシン）法などが公知であり、いかなる手段を用いても良い。この場合、雌金型は平板状のものであってもよいが、基材 172 が可撓性を持つプラスチックフィルム等の場合には、ロール状の雌金型を用いることが特に好ましい。ロール上の雌金型の場合、可撓性をもつ基材 172 を用いてフライアイレンズ 171 を広い面積にわたって連続的に製造できる。これにより、極めて効率的にフライアイレンズ 171 を製造することができる。 20

【0060】

また、紫外線硬化樹脂などの硬化エネルギー線硬化性樹脂を積層し、必要な部位にのみ紫外線などの硬化エネルギー線を照射することによって所望部分を硬化させ、追って非硬化部分を除去する方法を用いてもよい。

【0061】

レンズ材料としては、生産効率や形状精度、設備の簡便さなどの点から光硬化性樹脂が最も好ましい。特に、基材 172 が薄いプラスチックフィルムである場合には、硬化性、可撓性、屈曲性などの点から、光線により硬化する光硬化性樹脂、特に紫外線硬化性樹脂をレンズ材料として使用することが好ましい。光硬化性樹脂の特性は、例えばモノマー、プレポリマー、ポリマー、光重合開始剤などの光硬化性樹脂成分を変更することにより調整される。 30

【0062】

光硬化型樹脂を構成する成分の一つとして好ましく使用されるモノマー、プレポリマーは、基本的に少なくとも 1 個以上の官能基を含有するが、反応する硬化エネルギー線が紫外線である場合には、該主成分の他に硬化エネルギー線を照射することによりイオンまたはラジカルを発生する物質、いわゆる光重合開始剤を添加する必要がある。 40

【0063】

ここで官能基とは、ビニル基、カルボキシル基、水酸基などの反応性の原因となる原子団または結合様式をいうが、本実施形態は硬化エネルギー線を照射して樹脂組成物を硬化せしめるという点から、アクリロイル基などのビニル基を有するものが硬化性などの点から好ましく使用される。

【0064】

このようなアクリロイル基を有するモノマーは、公知のものから適宜選んで使用でき、特に限定されるものではない。代表例を挙げるなら 2-エチルヘキシルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート、テトラヒドロフルールおよびその誘導体のアクリレートなどの単官能のもの、ジシクロペンテニルアク 50

リレート、1, 3-ブタンジオールジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、1, 6-ヘキサジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ヒドロキシピバリン7酸エステルネオペンチルグリコールおよびその誘導体のジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ジメチロールトリシクロデカンジアクリレートなどの2官能のもの、トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリストールトリアクリレート、ジペンタエリストールヘキサアクリレートなどの3官能以上のものがある。

【0065】

上記モノマーの中でも3官能以下のものが、硬化後の膜硬度がHB以下となり可撓性に優れている、架橋密度が小さく低体積収縮率のものが多い、耐カール性が優れているなどの点から好ましく使用される。 10

【0066】

本実施形態では上記モノマーの他に、プレポリマーを前記モノマーと併用して使用する場合が多い。本実施形態で使用されるプレポリマーもモノマー同様特に限定されるものではない。ポリエステルアクリレート、エポキシアクリレート、ウレタンアクリレートなどで代表されるものであり、低体積収縮、可撓性などの理由から3官能以下、好ましくは2官能または3官能のものが使用される。

【0067】

光重合開始剤は特に限定されるものではないが、代表的には、アセトフェノン系、ベンゾフェノン系、ミヒラーケトン系、ベンジル系、ベンゾイン系、ベンゾインエーテル系、ベンジルジメチルケタール系、ベンゾインベンゾエート系、 α -アシロキシムエステル系等のカルボニル化合物、テトラメチルチウラムモノサルファイド、チオキサントン類等の硫黄化合物、2, 4, 6-トリメチルベンゾイルジフェニルフォスフィンオキシド等の燐化合物等が挙げられ、これらを単独あるいは2種以上混合して使用する。 20

【0068】

上記光重合開始剤の添加量は、モノマーおよび／またはプレポリマー成分100重量部に対して、0.1~20重量部、さらには0.5~15重量部であることが好ましい。光重合開始剤が前記範囲未満では硬化性が低くなり、また前記範囲を超えると硬化後ブリードアウトするという問題が起こるため好ましくない。

【0069】

また本実施形態においては樹脂組成物の硬化前、硬化中、さらには硬化後の樹脂の特性及び物性、又は硬化膜の特性及び物性を制御する為に、各種添加剤を使用してもよい。ここで硬化前の特性及び物性を制御する物質としては、塗料安定化剤（ゲル化防止、硬化防止）、増粘剤（塗工性向上）などがある。また硬化中の特性を制御する物質としては、光重合促進剤、吸光剤（両者とも硬化挙動の調整）などがある。さらに硬化後の膜特性を制御する物質として、可塑剤（可撓性の向上）、紫外線吸収剤（耐光性付与）などがある。 30

【0070】

本実施形態で使用される光硬化性樹脂には、強度、可撓性、耐カール性などの点からポリマーを添加してもよい。ここでポリマーの種類は特に限定されるものではなく、公知のポリマー、例えばポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂などが挙げられる。中でも、耐久性、接着性等を考慮した場合には、塩素化ポリマーを使用することが特に好ましい。塩素化ポリマーは、塩素を含有するモノマーの重合体、例えばポリ塩化ビニルおよびその共重合体、ポリ塩化ビニリデンおよびその共重合体、並びにクロロプレングムと、各種ポリマーを塩素化処理するいわゆる後塩素化物、例えば塩素化ポリプロピレン、塩素化ポリエチレン、塩素化ポリエステル、塩化ゴム、及び塩素化ポリイソプレンの2種類に分類されるが、本実施形態では後塩素化物の方が好ましく使用される。 40

【0071】

ポリマーの塩素化の方法は特に限定されるものではないが、ゴムまたはポリマーを四塩化炭素、クロロホルム等の塩素系の溶剤に溶解させ、40~90度で塩素化し、蒸留、洗浄、乾燥等の工程を経て製造する方法が最も簡単である。上記塩素化ポリマーの含有量は 50

、前述したモノマーおよびプレポリマー成分100重量部に対し10～100重量部、好ましくは20～60重量部である。含有量が前記範囲未満では添加の効果が低く、また前記範囲を超える場合は光硬化型樹脂の光感度が低下するため好ましくない。

【0072】

本実施形態において、フライアイレンズ171及び遮光層173の間に設けられる基材172は、プラスチックシートまたはプラスチックフィルムが好ましく用いられる。ここでプラスチックフィルムの材質は、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリスチレン、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリエーテル、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルスルホン、マレイミド樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリ(メタ)アクリル酸エステル、メラミン樹脂、トリアセチルセルロース樹脂、及びノルボルネン樹脂などが挙げられる。さらにこれらの共重合体やブレンド物やさらに架橋したものをを用いることもできるが、透明性などの光学特性と機械強度のバランスの点から、ポリエステルフィルム中でも2軸延伸ポリエチレンテレフタレートフィルムが特に好ましい。

10

【0073】

前述のフライアイレンズ171の製造方法は、レンズ単位胞170のピッチが200 μ m以下であって、かつ集光点距離が200 μ m以下であるような、配列ピッチに対する集光点距離が比較的小さいフライアイレンズに適している。特に、レンズ単位胞170のピッチが100 μ m以下で、集光点距離が配列ピッチより小さいフライアイレンズシートを精度よく、安定して製造するのに適している。

20

【0074】

外光反射の効果的な低減は、遮光層173における開口174がレンズ単位胞170の光軸と揃った位置に正確に配置された場合に実現される。すなわち、レンズ単位胞170の光軸に対する開口174の位置精度は、フライアイレンズユニット308の光学特性を左右する重要な因子となる。従って、レンズ単位胞170と遮光層173との位置関係を正確に制御する必要がある。

【0075】

この課題は、公知の露光技術を用いたセルフアライメント法によって解決される。これにより、開口174はレンズ単位胞170に対してセルフアライメントされて形成されるため、フライアイレンズ171に多少の寸法変化があっても、フライアイレンズと遮光層の位置関係を精度よく、かつ容易に制御することが可能である。さらに100平方センチメートル以上といった大面積のフライアイレンズシートであっても開口174とレンズ単位胞170の位置関係を正確に保つことができるため、透過効率とコントラストに優れたフライアイレンズシートを効率的に製造することができる。

30

【0076】

フライアイレンズ171に照射するエネルギー線の平行度およびフライアイレンズ面内の均斉度は、求めるフライアイレンズシートの特性によって種々選択することができる。レンズ単位胞の配列パターンに対応したエネルギー線の強度分布を得るには、半値全幅で示して6度以下の平行度を持ったエネルギー線を用いる。また均斉度は、照射面内の任意の9点における照射強度の最大値に対する最小値が80%以上であることが好ましい。

40

【0077】

しかしながらこの方法では、照射する紫外線などのエネルギー線の光路と、実際の使用時における可視光の光路とが、フライアイレンズ171および基材172の屈折率波長依存性によって異なる場合が多い。このずれを補正するには、露光光に適切な拡散度を与えたり、レンズ単位胞170の光軸から±10度の範囲を走査しながら露光する方法を併せて採用してもよい。

【0078】

具体的には、フライアイレンズ171のレンズ面と反対側において、溶媒に対する溶解度がエネルギー線により上昇する感光性樹脂組成物(以下、ポジ型感光性樹脂ということがある)を塗布し、レンズ面から露光し、感光部分のみを溶解除去することにより、開口

50

174のパターンが形成された遮光層173を形成する。

【0079】

この場合、フライアイレンズ171のレンズ面と反対側に遮光性を有するポジ型樹脂組成物を塗布し、レンズ面からレンズ単位胞170の光軸と平行なエネルギー線を照射してレンズの集光作用にを利用して、目的以外の部分を溶解除去する方法が好ましく用いられる。遮光性樹脂組成物層は、それ自体が遮光性のポジ型感光性樹脂層である1層構成、あるいは、少なくとも1層のポジ型感光性樹脂層と、遮光性の樹脂組成物層の積層構成のいずれであってもよい。後者の具体的な方法としては、以下のような方法を採用することができる。

(1) 露光する側から第1層、第2層…とした時、少なくとも第1層としてポジ型感光性樹脂層、第2層あるいはそれ以降に遮光性の樹脂組成物層を設ける方法。 10

(2) 第1層として遮光性の樹脂組成物層、第2層以降に少なくとも1層のポジ型感光性樹脂層を設ける方法。

このうち、現像が容易であるという点から(2)の方法が好ましく、さらに、遮光性の樹脂組成物が、露光されたポジ型感光性樹脂を溶解除去する現像液に溶解することが、生産性の点で好ましい。

【0080】

遮光層の配列パターンを精度よく形成するには、露光強度分布のコントラストを大きくすることが好ましい。従って、レンズ単位胞170のレンズ形状によって定まる焦点位置に遮光層173が位置する必要があるが、フライアイレンズ171と遮光層173の間に 20
設けられた基材172の厚みを調節することによって、容易にしかも精度よく、フライアイレンズ171と遮光層の距離を制御することができる。したがって、開口174の配列パターンを容易に精度よく形成できる。

【0081】

なお、遮光層173は、金属膜およびその酸化物、顔料や染料を添加した樹脂組成物等の公知の材質によって構成する。これらのうち顔料や染料を添加した樹脂組成物が、ノイズの原因となる外光を吸収する点で好ましい。また前記遮光層173の色調としては可視光に黒色であることが好ましい。例えば、カーボンブラック、チタンブラック等の顔料、あるいは黒色の染料等を樹脂組成物に分散あるいは溶解させたものを用いることが好ましい。また、染料を用いる場合には耐光性などの点から日光堅牢度が5以上の黒色染料を使用することが好ましく、分散性、樹脂との相溶性、汎用性などの点からアゾ系の黒色染料を使用するのが最も好ましい。また、上記顔料及び染料を分散あるいは溶解するのに用いる樹脂成分は、公知の樹脂例えばアクリル樹脂、ウレタン樹脂、ポリエステル、ノボラック樹脂、ポリイミド、エポキシ樹脂などを用いる。 30

【0082】

上記の製造方法によれば、従来よりも優れた生産性の高さと、高精度なフライアイレンズユニット308を得ることが可能である。

【0083】

なお、基材172の厚み、剛性によってはフライアイレンズユニット308の剛性が不足することがある。特に、基材172に100 μ m以下のプラスチックフィルムを用いた 40
場合、フライアイレンズユニット308を支持するために張力をかけるとフライアイレンズシートが伸びてしまうので、支持することが困難である。

【0084】

そのような場合には、図23に示すように、フライアイレンズユニット308の剛性を上げる第2の透明な支持板184を粘着層あるいは接着層183を介して貼り合わせることが好ましい。第2の透明な支持板184の曲げ剛性は、第1の透明プラスチックフィルムと同じかそれ以上であることが、剛性を上げる目的に於いて好ましい。ここで、曲げ剛性とは、曲げこわさのことであり、試験方法はJIS K-7106に準ずる。第2の透明な支持板184は、第1の透明プラスチックフィルムと同様に少なくとも可視光に透明な平板状の基材であり、フライアイレンズ171に対する遮光層173側及びレンズ面側 50

のいずれに貼り合わされても良い。

【0085】

また、投影映像を投影する光源の映り込み、スペックル、モアレ等を低減するために、遮光層側に貼り合わせる透明な支持板184に光拡散効果をもたせてもよい。支持板184に光拡散性をもたせるには、以下の方法が公知である。

(1) TiO_2 、 SiO_2 などの無機化合物あるいはポリスチレンなどの高分子材料をバインダー（透明樹脂）中に分散混合し塗料化したものを、ポリエステル、ポリカーボネート、アクリルなどの透明性の良好（光線透過率が80%以上）なフィルムに塗布形成して拡散フィルムとし、前記拡散フィルムをフライアイレンズユニット308の平坦面に貼り合わせる。

(2) 上記塗料をフィルムに塗布形成せず、フライアイレンズユニット308の平坦面に直接塗布する。

(3) 塗料化していない上記無機化合物を、フライアイレンズ171内に分散混合させる。

(4) フライアイレンズユニット308の出射面に、マット加工やヘアライン加工などの機械的処理を施す。

【0086】

支持板184は、特に遮光層173を保護すると共にフライアイレンズユニット308に剛性を付与することができる。また、支持板184の観測者側に反射防止膜やアンチグレア膜を設けることにより、スクリーン表面の外光の映り込みを低減することができる。この結果、図2で説明した前面板312を廃止することができる。支持板184の観測者側に反射防止膜を設ける形態は、フライアイレンズユニット308の出射側に反射防止膜を形成する一実施例である。フライアイレンズユニット308の出射側に反射防止膜を形成する他の例として、図3に示した遮光層173の開口174を直接覆う反射防止膜を、スパッタ又は蒸着により形成してもよい。

【0087】

図24は、透過型スクリーン306が前面板312を有しない場合の構成を示す。本実施例の透過型スクリーン306が備えるフライアイレンズユニット308は、少なくとも光線の出射側（観察者側）に反射防止膜が形成されている。これにより、前面板312を有しなくても、スクリーン表面の外光の映り込みを低減することができる。また、更に入射側にも反射防止膜が形成されることにより、フライアイレンズユニット308のレンズ面への入射光の反射が低減され、透過効率が上がる。他の実施例においては、フライアイレンズユニット308の入射側にのみ、反射防止膜が形成されていてもよい。

【0088】

反射防止膜を形成するには、反射防止剤を含んだ液体をフライアイレンズユニット308に塗布あるいは吹きつける方法がある。あるいは蒸着により、反射防止剤をフライアイレンズユニット308に付着させてもよい。これらの方法によれば反射防止膜をフライアイレンズユニット308の所望の範囲に形成することができる。また、反射防止剤を含んだ液体にフライアイレンズユニット308を浸す、いわゆるディッピング法によって反射防止膜を形成してもよい。このディッピング法によれば、フライアイレンズユニット308の両面に効率良く反射防止膜を形成することができる。

【0089】

以上、本実施形態を実施の形態を用いて説明したが、本実施形態の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本実施形態の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】 本実施形態の一実施形態に係るリアプロジェクションディスプレイ300の構成

10

20

30

40

50

を示す図である。

【図 2】透過型スクリーン 306 の構成を示す図である。

【図 3】フライアイレンズユニット 308 の構成を示す図である。

【図 4】フライアイレンズユニット 308 の光線軌跡を示す図である。

【図 5】レンズ単位胞 170 の一例を示す斜視図である。

【図 6】レンズ単位胞 170 の水平断面形状を示す図である。

【図 7】レンズ単位胞 170 の垂直断面形状を示す図である。

【図 8】レンズ単位胞 170 のレンズパワーが強すぎる場合の光線軌跡を示す図である。

【図 9】レンズ単位胞 170 のレンズパワーが不足している場合の光線軌跡を示す図である。

10

【図 10】リアプロジェクションディスプレイ 300 の水平方向の観察状態を示す図である。

【図 11】リアプロジェクションディスプレイ 300 の垂直方向の観察状態を示す図である。

【図 12】レンズ単位胞 170 のレンズ形状の範囲を示す図である。

【図 13】第 1 レンズカーブ 200 で屈折率が 1.4 の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。

【図 14】第 2 レンズカーブ 202 で屈折率が 1.65 の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。

【図 15】第 2 レンズカーブ 202 で屈折率が 1.4 の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。

20

【図 16】第 3 レンズカーブ 204 で屈折率が 1.65 の場合の視野角輝度分布を示すグラフである。

【図 17】レンズ単位胞 170 の断面形状の一部が凹んでいる場合の光線軌跡を示す。

【図 18】レンズ単位胞 170 の断面形状の一部が凹んでいる場合に開口 174 を広げたときの光線軌跡を示す。

【図 19】隣接するレンズ単位胞 170 との境界部の形状を示す図である。

【図 20】レンズ単位胞 170 の配列の一例を示す。

【図 21】正六角形配列のフライアイレンズ 171 を、光軸方向から見た図である。

【図 22】正六角形配列のフライアイレンズ 171 を、光軸に対して斜め方向から見た斜視図を示す。

30

【図 23】フライアイレンズユニット 308 の構成の他の例を示す。

【図 24】透過型スクリーン 306 が前面板 312 を有しない場合の構成を示す。

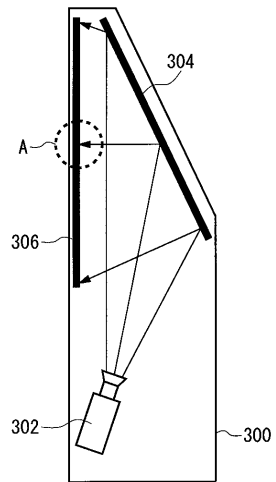
【符号の説明】

【0091】

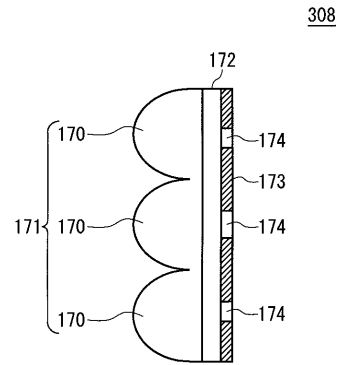
31 光線、93 入射光、94 出射光、101 光軸、102 水平方向平面、103 垂直方向平面、111 水平方向断面、121 垂直方向断面、151 隙間、170 レンズ単位胞、171 フライアイレンズ、172 基材、173 遮光層、174 開口、183 接着層、184 支持板、200 第 1 レンズカーブ、202 第 2 レンズカーブ、204 第 3 レンズカーブ、300 リアプロジェクションディスプレイ、302 光学エンジン、304 鏡、306 透過型スクリーン、308 フライアイレンズユニット、310 フレネルレンズ、312 前面板、320 観察者

40

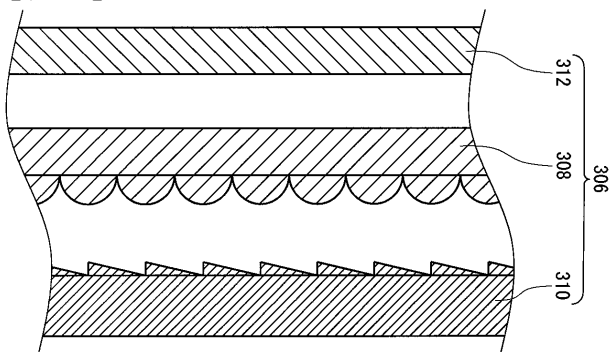
【図 1】



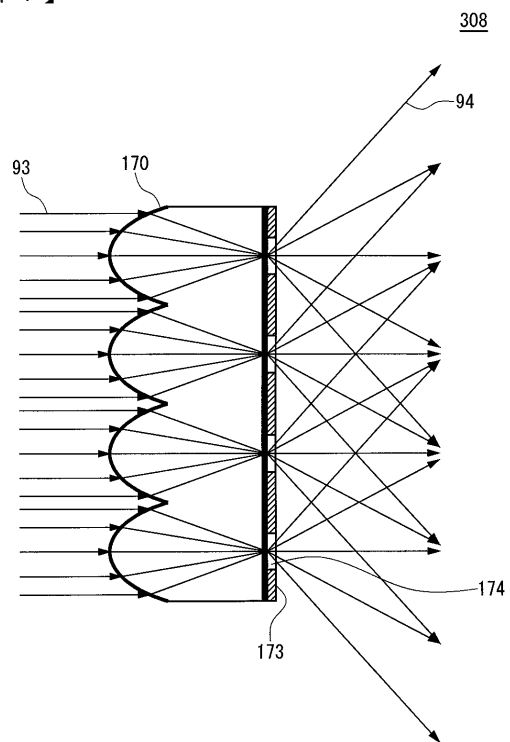
【図 3】



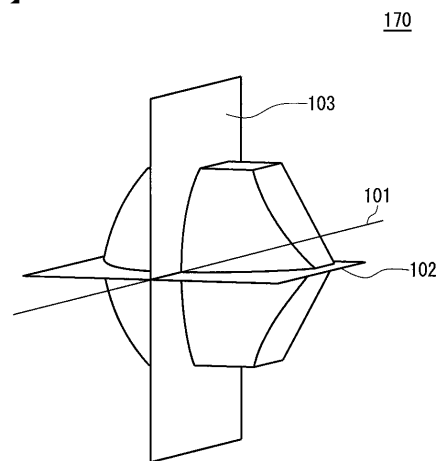
【図 2】



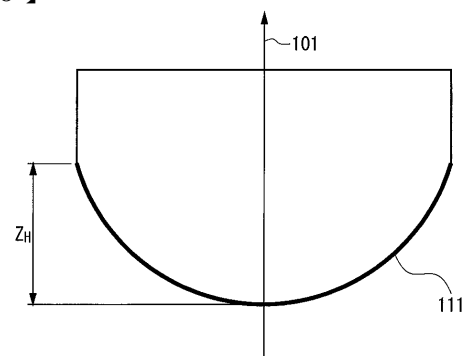
【図 4】



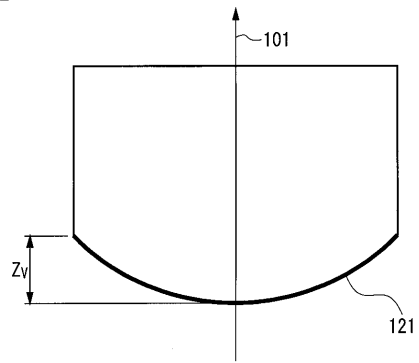
【図 5】



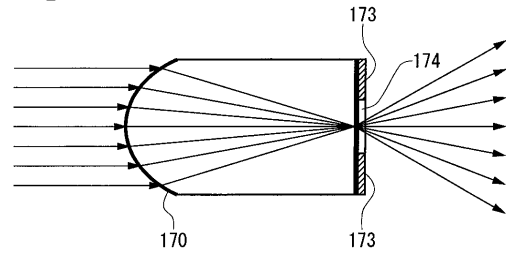
【図 6】



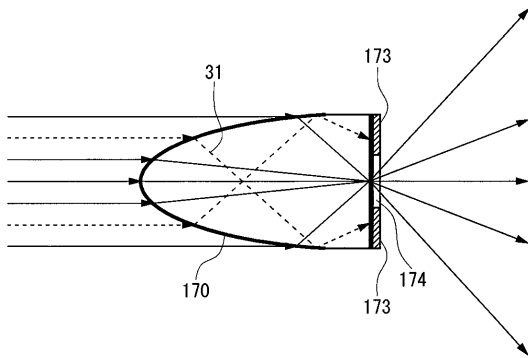
【図 7】



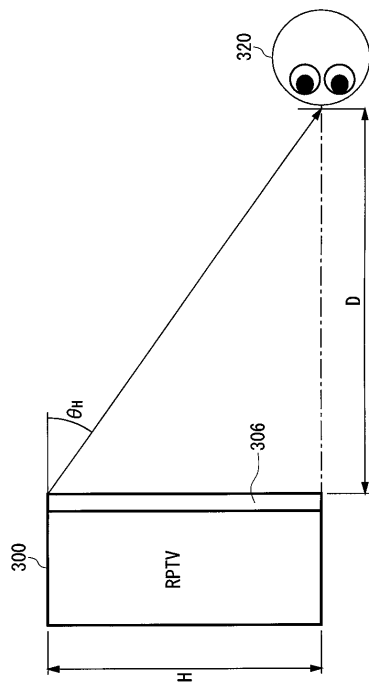
【図 9】



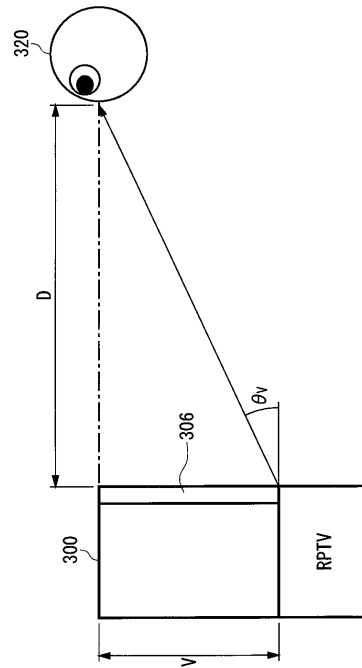
【図 8】



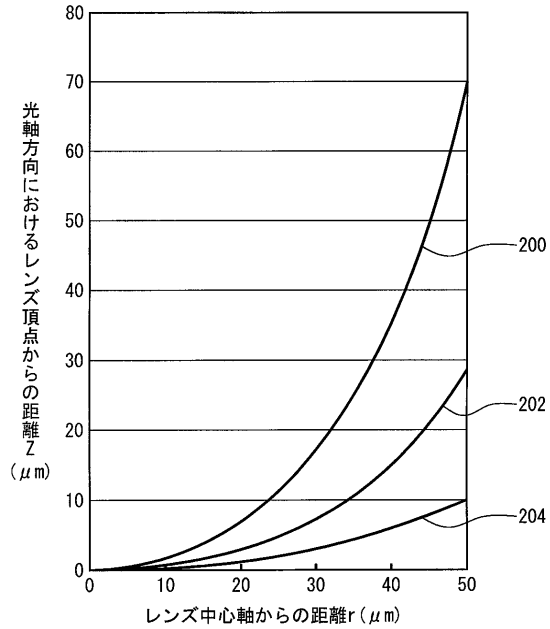
【図 10】



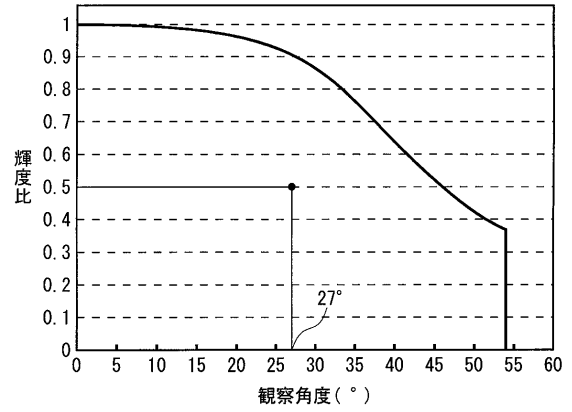
【図 11】



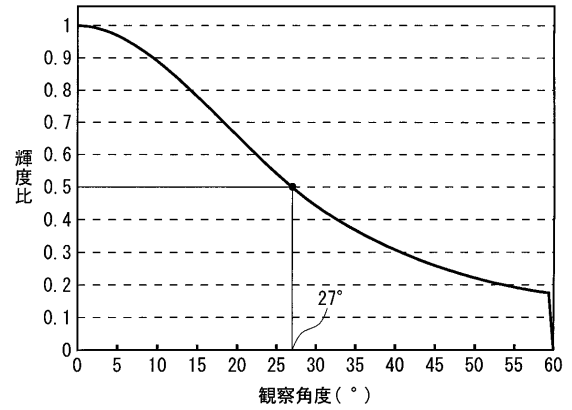
【図 1 2】



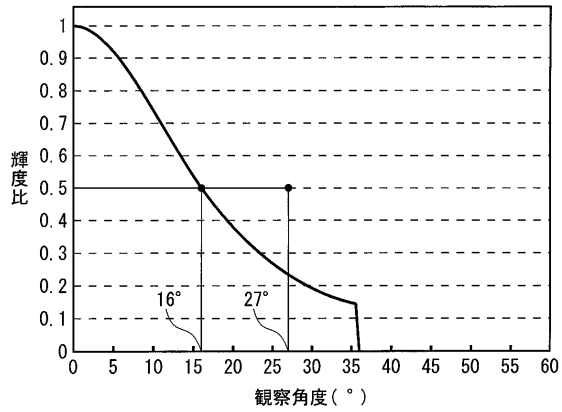
【図 1 3】



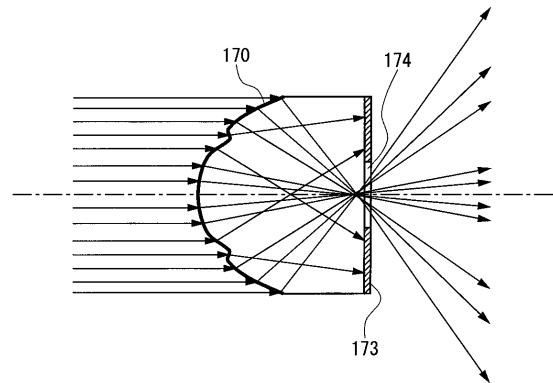
【図 1 4】



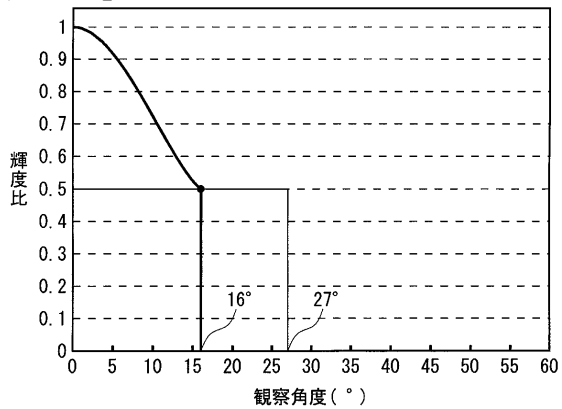
【図 1 5】



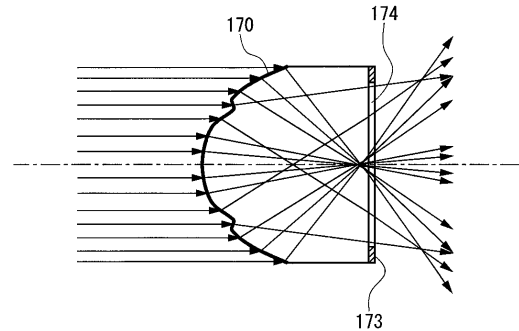
【図 1 7】



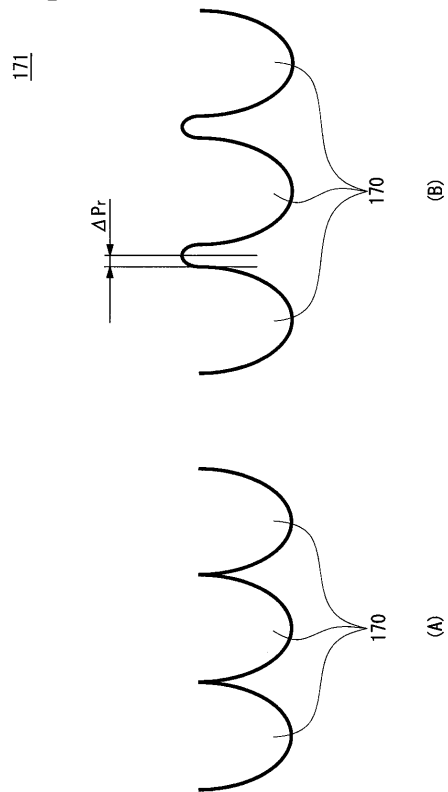
【図 1 6】



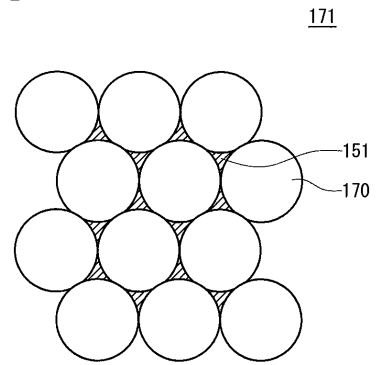
【図 1 8】



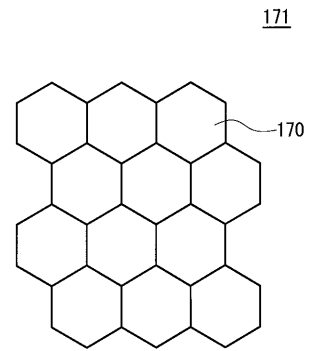
【図 19】



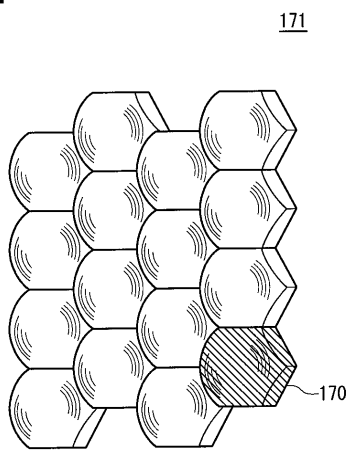
【図 20】



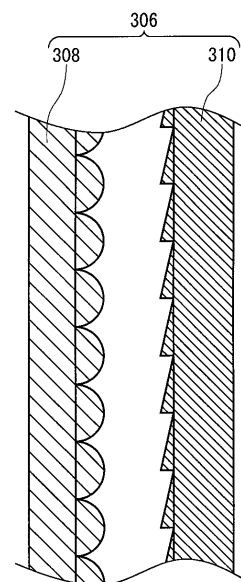
【図 21】



【図 22】



【図 24】



【図 23】

