

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5151880号  
(P5151880)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

|              |                                  |
|--------------|----------------------------------|
| (51) Int.Cl. | F 1                              |
| G03B 21/60   | (2006.01)     GO 3 B 21/60     Z |
| G03B 21/14   | (2006.01)     GO 3 B 21/14     Z |
| G02B 5/08    | (2006.01)     GO 2 B 5/08     A  |
| G02B 5/10    | (2006.01)     GO 2 B 5/10     A  |
| HO 4 N 5/74  | (2006.01)     HO 4 N 5/74     C  |

請求項の数 2 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-257085 (P2008-257085)  
 (22) 出願日 平成20年10月2日 (2008.10.2)  
 (65) 公開番号 特開2010-85883 (P2010-85883A)  
 (43) 公開日 平成22年4月15日 (2010.4.15)  
 審査請求日 平成23年6月7日 (2011.6.7)

(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 雅善  
 (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 秋山 光一  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 審査官 佐竹 政彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スクリーン及びスクリーンの製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スクリーン基板の前面側に2次元的に配置される球面状の凹面形状の複数の立体部を有するスクリーンであって、

前記複数の立体部のうち、少なくとも一部の隣接する立体部の境界部分は、当該隣接する立体部の凹面を延長して交差させることで形成される境界よりも低くなるように形成されており、

前記少なくとも一部の隣接する立体部の境界部分の高さ  $h$  は、当該凹面の曲率半径を  $R$  、前記立体部の底部を通る中心線から当該凹面を延長して交差させることで形成される境界までの距離を  $d$  として、以下の式

$$h < R - \sqrt{R^2 - d^2}$$

10

を満たし、

前記境界部分の高さは、投射光の入射角度に対応して前記スクリーンの面内で異なっており、スクリーンの下部領域よりも上部領域で低くなっている、スクリーン。

## 【請求項 2】

前記スクリーン基板のうち、少なくとも前記複数の立体部の表面に入射する投射光に対して隣接する立体部の影とならない領域上に形成される反射膜をさらに有する、請求項1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、前方のプロジェクタ等の投影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スクリーンの製造方法に関する。

**【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凸状の単位形状部を2次元的に配置させるものが知られている（特許文献1参照）。このスクリーンでは、各単位形状部の表面にプロジェクタ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。一方、スクリーンの表面に凹部を形成させるものも知られている（例えば特許文献2参照）。

10

【特許文献1】特開2006-215162号公報

【特許文献2】特開平4-297640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、例えばエッチング処理等によって球面状の曲面を形成することで、スクリーン基板上に多数の凹状の単位形状部を形成させた場合、隣接する凹状の部分の境界が鋭く高く伸びた角状となる。このような角状の部分は、プロジェクタ等による画像投影において、斜め投射される投射光を遮って、投影画像に影を形成させる等画像劣化の要因となる可能性が高い。また、スクリーンの作製において、例えば斜方から成膜物質を蒸着することで、スクリーン基板上に部分的に反射面を形成する場合に、当該角状の部分が成膜物質を遮り、反射面を形成すべき領域に成膜できなくなる可能性がある。

20

**【0004】**

そこで、本発明は、多数の凹状の部分をスクリーン前面に有しながらも、斜め投射される投射光を遮ることなく適切な状態で反射することのできるスクリーン及びスクリーンの製造方法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】**

30

**【0005】**

上記課題を解決するため、本発明に係るスクリーンは、(a)スクリーン基板の前面側に2次元的に配置される球面状の凹面形状の複数の立体部を有するスクリーンであって、(b)複数の立体部のうち、少なくとも一部の隣接する立体部の境界部分が、当該隣接する立体部の凹面を延長して交差させることで形成される境界よりも低くなるように高さ調整されている。ここで、クリーン前面での凹凸による高さについて規定するために、まず、スクリーン表面を巨視的に平面であると捉えた仮想的な平面をスクリーン面と呼ぶものとする。このスクリーン面の法線方向について、スクリーンから観察者側に向かうほど高い位置であるものと規定する。つまり、スクリーン表面において球面状の凹面形状を有する各立体部については、各立体部の中心部分である凹面の底の部分（底部）が最も低い位置となり、立体部の周辺部分である隣接する他の立体部との境界部分が最も高い位置となる。

40

**【0006】**

上記スクリーンでは、複数の立体部のうち、隣接する立体部の境界部分について、当該隣接する立体部の凹面を延長して交差させることで形成される境界よりも低くなるように高さ調整している部分を有する。これにより、多数の凹面形状の複数の立体部をスクリーン前面に有しながらも、境界部分によって斜め投射される投射光が遮られることを抑制し、立体部の凹面の適所に形成される反射面によって投射光を適切な状態で反射することができる。

**【0007】**

50

また、本発明の具体的な態様によれば、少なくとも一部の隣接する立体部の境界部分の高さ  $h$  が、当該凹面の曲率半径を  $R$ 、立体部の底部を通る中心線から当該凹面を延長して交差させることで形成される境界までの距離を  $d$  として、以下の式

$$h < R - \sqrt{R^2 - d^2}$$

を満たす。ここで、立体部の底部を通る中心線とは、各立体部の最も低い位置である底部を通り、かつ、スクリーン面に対して垂直な線を言う。この場合、上式のように規定される当該境界の高さ  $h$  を基準として、これよりも境界部分の高さが低くなるように調整することにより、投射光を適切な状態で反射するようになる。

10

#### 【0008】

また、本発明の別の態様によれば、境界部分の高さ調整量が、投射光の入射角度に対応している。この場合、スクリーン前面上の位置によって異なる投射光の入射角度に対応して、スクリーン前面上の位置に応じて境界部分の高さ調整量を変えることで、スクリーン前面上のどの位置においても投射光を適切な状態で反射することができる。

#### 【0009】

また、本発明の別の態様によれば、スクリーンが、スクリーン基板のうち、少なくとも複数の立体部の表面に入射する投射光に対応する領域上に形成される反射膜をさらに有する。この場合、当該反射膜で投射光を反射することにより明るい投影画像が形成される。

#### 【0010】

上記課題を解決するため、本発明に係るスクリーンの製造方法は、(a)スクリーン基板の前面側に2次元的に配置される球面状の凹面形状の複数の立体部を有するスクリーンの製造方法であって、(b)複数の立体部のうち、少なくとも一部の隣接する立体部の境界部分を当該隣接する立体部の凹面を延長して交差させることで形成される境界よりも低くするための高さ調整工程を有する。

20

#### 【0011】

上記スクリーンの製造方法では、複数の立体部のうち、隣接する立体部の境界部分について、当該隣接する立体部の凹面を延長して交差させることで形成される境界よりも低くなるように高さ調整された部分を有するスクリーンが製造される。従って、多数の凹面形状の複数の立体部をスクリーン前面に有しながらも、斜め投射される投射光を遮ることを抑えつつ適切な状態で反射するスクリーンを製造することができる。

30

#### 【0012】

また、本発明の具体的な態様によれば、(a)スクリーンの製造方法が、(a1)スクリーン基板を形成するための転写成形型を作製するスクリーン型作製工程と、(a2)転写により転写成形型からスクリーン基板を形成するための前処理を行う転写前処理工程とを備え、(b)高さ調整工程が、スクリーン型作製工程及び転写前処理工程のいずれかに含まれる。この場合、スクリーンの製造方法における各工程のうち、スクリーン型作製工程及び転写前処理工程のいずれかにおいて、境界部分の高さ調整がなされた複数の立体部の形成が可能な状態にできる。

#### 【0013】

また、本発明の別の態様によれば、(a)スクリーン型作製工程が、(a1)エッチング処理により複数の立体部の凹面形状に対応する形状を有する第1成形型を作製する第1成形型作製工程と、(a2)第1成形型を予備転写することによりスクリーン基板の転写のための第2成形型を転写成形型として作製する第2成形型作製工程とを含み、(b)高さ調整工程が、第1成形型作製工程及び第2成形型作製工程のいずれかに含まれる。

40

#### 【0014】

また、本発明の別の態様によれば、第1成形型作製工程において、エッチング処理により形成される複数の球面状の凹形状のうち、隣接する凹形状間の境界の少なくとも一部を削ることにより、境界部分の高さ調整に対応した第1成形型を作製する。この場合、当該凹形状間の境界を削る量を調整することにより、境界部分の高さ調整がなされる。

50

## 【0015】

また、本発明の別の態様によれば、第2成形型作製工程において、第1成形型を予備転写して得られる予備転写型について、当該予備転写型上に形成される複数の球面状の凸形状のうち、隣接する凸形状間の溝の少なくとも一部を埋めることにより、境界部分の高さ調整に対応した第2成形型を作製する。この場合、当該凸形状間の溝を埋める量を調整することにより、境界部分の高さ調整がなされる。

## 【0016】

また、本発明の別の態様によれば、第2成形型作製工程において、粘性の調整された紫外線硬化樹脂により凸形状間の溝を埋めて硬化させる。この場合、例えば紫外線硬化樹脂の粘性を十分低くするように調整して、紫外線硬化樹脂が凸形状による斜面部分の途中で留まることなく凸形状間の溝に確実に入り込むようにできる。10

## 【0017】

また、本発明の別の態様によれば、転写前処理工程において、転写成形型からスクリーン基板を剥離させるための離型剤を境界部分の高さ調整を行う領域に溜るように塗布する。この場合、離型剤を用いることで、例えば転写成形型の凸形状間の溝部分とスクリーン基板の材料との間に隙間を形成させ、これにより立体部の境界部分の高さを調整することができる。

## 【0018】

また、本発明の別の態様によれば、転写前処理工程において、転写成形型の転写面の少なくとも一部にクロム膜被覆処理を施す。この場合、クロム膜被覆処理の施された転写面上において、転写成形型の表面形状が正確に転写される。20

## 【0019】

また、本発明の別の態様によれば、転写前処理工程において、転写面のうち境界部分の高さ調整を行う領域以外の領域に対してクロム膜被覆処理を施し、境界部分の高さ調整を行う領域に対して離型剤を塗布する。この場合、立体部の境界部分の高さ調整をしない部分については転写成形型の表面形状が正確に転写され、立体部の境界部分の高さ調整をする部分については離型剤により表面形状が所望の状態に形成される。

## 【0020】

また、本発明の別の態様によれば、高さ調整工程において、境界部分の高さを投射光の入射角度に対応して調整している。30

## 【0021】

また、本発明の別の態様によれば、スクリーンの製造方法が、(a)スクリーン基板に入射する投射光の入射角度に対応する角度から成膜物質を射出して反射膜を成膜する反射膜形成工程をさらに有し、(b)高さ調整工程において、境界部分の高さが、成膜物質の射出角度に対応して調整されている。この場合、投射光の入射角度に対応して斜方から成膜物質を射出して反射膜を成膜する際に、境界部分によって成膜物質が遮られ、反射膜を必要とする領域に欠陥のある成膜がなされる事態を回避できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0022】

## 〔第1実施形態〕

以下、本発明の第1実施形態に係るスクリーンについて図面を参照しつつ説明する。図1は、本実施形態に係るスクリーンを用いた投射システムの一例を示す図である。また、図2は、本実施形態のスクリーンの全体的な使用状態を説明する模式図である。40

## 【0023】

図1に示すように、投射システム1000は、反射型のスクリーン10と、画像投射装置であるプロジェクタ100とを備える。スクリーン10は、光透過性の樹脂により形成されるスクリーン基板1を備え、図2のように水平方向即ちx方向を長手方向とし、垂直方向即ちy方向を短手方向として設置される横長の長方形形状を有する。なお、スクリーン10の前面10a即ちスクリーン基板1の前面側を加工して形成される表面には、詳しくは後述する不図示の微細構造が形成されている。また、図1に示すようにスクリーン1050

の正面下方に配置されるプロジェクタ100は、プロジェクタ本体50と、投射レンズ本体20と、反射ミラーRRとを備える。プロジェクタ100を構成する各機構は、筐体SC内に収容されている。

#### 【0024】

以下、プロジェクタ100によるスクリーン10への画像投射について説明する。まず、プロジェクタ本体50での制御により、画像光が形成され、投射レンズ本体20から射出される。さらに、当該画像光は、反射ミラーRRでの反射により、プロジェクタ100からの投射光PLとしてスクリーン10側に射出される。この際、プロジェクタ100は、投射光PLを下方からスクリーン10の中心位置Oに対して入射角度 $\theta$ で投射する。スクリーン10全体に投射された投射光PLは、スクリーン10の前面10aに形成された不図示の微細凹凸構造上の反射面で前方に反射されることで、中心位置Oを通る鉛直軸LXを中心に左右対称な長方形状の画像として観察可能になる。なお、ここでは、スクリーン10及びプロジェクタ100の設置環境として、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いる。このように、室内での投影においては、一般に、主に照明等による上方からの外光OLの影響を避けるため、投射光PLは、外光OLとは反対側の下方から投射するようにしている。10

#### 【0025】

以下、図2を用いて図1のプロジェクタ100から投射される投射光PLとスクリーン10との配置関係について説明する。図2に示す投射レンズPOは、図1の投射レンズ本体20及び反射ミラーRRに対応するものであり、図2に示す投射光源点Sからの投射光PLは、図1の投射光PLと同一の投射角度でスクリーン10に入射するものとなっている。より具体的に説明すると、投射光源点Sは、スクリーン10に比較的近接した下方位置に設置され、投射光PLのスクリーン10の中心位置Oに入射する光束軸AXが入射角度 $\theta$ となっている。また、ここでは、投射光源点Sからスクリーン10までの距離（即ちスクリーン10の前面10aを含む平面に垂直で投射光源点Sを通る直線がスクリーン10の前面10aを含む平面と交差する点である交点Hまでの距離）が投射距離d1となっている。20

#### 【0026】

以上のような画像投影において、特に、スクリーン10に対して近接して投影を行う場合即ち投射距離d1が小さい場合、投射光PLのうち、図1のスクリーン10の上方側の領域（例えば領域UA）側に入射する投射光PLの入射角度（例えば入射角度 $\theta_1$ ）と、下方側の領域（例えば領域DA）側に入射する投射光PLの入射角度（例えば入射角度 $\theta_2$ ）との差が非常に大きくなる。また、図2に示すように、スクリーン10の上方側の領域のうち、周辺の領域（例えば領域CA）側ほど投射光PLの入射角度が大きくなる。つまり、図中スクリーン10の上方周辺側の領域CAと下方中央側の領域DAとでは、投射光PLの入射角度が大きく異なるものとなっている。このため、図示のスクリーン10のような所謂フロント投射型の場合、中心位置Oを基準として、上述した入射角度 $\theta$ や投射距離d1によって定まる各位置での投射光PLの入射角度に応じて、前面10a上の微細凹凸構造の光学的な設計がなされることが望ましい。特に、前面10aのいずれの位置においても投射光PLを遮ることなく確実に観察者のいる側に適切な状態で反射させるように設計されていることが望ましい。本実施形態では、上記を踏まえて前面10aの表面に所定パターンで所定形状の微細凹凸構造を設ける上で、投射光PLを的確に反射するための処理を施したものとしている。3040

#### 【0027】

以下、スクリーン10の前面10aに設けられている表面構造を中心として、スクリーン10の構造全般について説明する。図3(A)及び3(B)は、スクリーン10の一部を拡大した側断面図である。ここで、図3(A)は、例えば図2の領域CA等の投射光の入射角度の大きな領域に対応する図であり、図3(B)は、例えば図2の領域DA等の投射光の入射角度の小さな領域に対応する図である。図からも明らかのように、各領域に投射される投射光PL1、PL2の入射角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は、互いに大きく異なるものとなっ50

ている。

#### 【0028】

図3(A)及び3(B)に共通して、スクリーン10は、下地となるスクリーン基板1と、下方からの投射光PLを前方に反射させる反射面RSとを備える。スクリーン基板1は、透明PET(ポリエチレンテレフタレート)等の光透過性物質により形成される本体部分である透明基板TBと、透明基板TBの裏面側に黒色インクを塗布することにより形成される光吸收面BMとを有する。透明基板TBの前面側には、多数の立体部2aが形成されている。多数の立体部2aは、それぞれ球面状の凹曲面を有しており、スクリーン基板1の前面側に2次元的に略隙間なく形成されている。各立体部2a上のうち、各立体部2aの上方側即ち+y方向側の領域上には、反射面RSが形成されている。なお、反射面RSは、例えばアルミニウムを蒸着すること等により得られる金属膜によって形成される。以上のように、スクリーン10の前面10aに設けられている微細凹凸構造は、スクリーン基板1の前面側に形成される多数の立体部2a上に反射面RSを備える構造となっている。実際の各立体部2aの径は、好ましくは0.05mm~0.4mm程度のものとなつてあり、スクリーン10のサイズによっては、前面10a上に億単位の個数の立体部2aが形成されている。10

#### 【0029】

ここで、図3(A)及び3(B)のうち、スクリーン10の上部周辺側の領域について示す図3(A)では、隣接する立体部2aの境界付近に平坦な面である境界部分TPが形成されている。これに対して、下部中央側の領域について示す図3(B)では、隣接する立体部2aの境界として隣接する立体部2aの凹面を延長して交差することによって形成される角状の尖ったピークPKが形成されている。図3(A)の境界部分TPは、後述するように、ピークPKとなるべき部分についてスクリーン基板1の作製段階でピークPKを除去するような処理がなされることにより形成されたものである。20

#### 【0030】

図4(A)及び4(B)は、図3(A)及び3(B)でのスクリーン基板1の形状の違いについて比較して説明するために、それぞれに対応する領域における透明基板TBについて取り出した模式図である。各立体部2aは、点CTを基点とするエッチング処理により形成される型からの転写により、点CTを中心する半径Rの球面によって形成されている。多数の立体部2aは、略同一の間隔で隙間のないように2次元的に配列されている。30 図4(A)において、エッチング処理により形成される転写面をそのまま用いた場合、図中破線で示すように、隣接する立体部2aの境界は、立体部2aの凹面を延長して交差することで形成される角状の尖ったピークPKを有する形状となる。これに対して、図4(A)では、このピークPKの部分が切り取られ、平坦な境界部分TPが形成されている。一方、図4(B)では、ピークPKの部分が切り取られることなくそのまま残っている。つまり、図4(A)の立体部2aは、ピークPKが切り取られている分、図4(B)の立体部2aよりも高低差の小さいものとなっている。

#### 【0031】

以下、各立体部2aの高低差について説明するために、図4(A)及び4(B)を用いてスクリーン前面での凹凸の高さについて規定する。このため、まず、スクリーン表面を巨視的に捉え微細凹凸構造を無視して平面であると仮定した仮想的な平面をスクリーン面VSについて定める。これは、例えば、図2のスクリーン10において、前面10aを平面として考えたものと同様であり、図4(A)では、一例として各立体部2aの中心部分であり凹面の底の点となる底部BPを含む面をスクリーン面VSとする。この場合、底部BPと点CTとを結ぶ直線である中心線CLは、スクリーン面VSに垂直となる。ここで、このスクリーン面VSの法線方向について、スクリーンから観察者側に向かうほど高い位置にあるものと規定することで、スクリーン前面での凹凸の高さについて規定する。つまり、図中における紙面上方向即ち+z方向ほど高い位置にあるものとなる。図示のように隣接する2つの立体部2a間にピークが形成される場合、各立体部2aにおいて、中心部分である底部BPが最も低い位置となり、各立体部2aの周辺部分であり、2つの立体4050

部 2 a 間に位置する境界部分 T P が最も高い位置となる。同様に、図 4 ( B )においても、底部 B P が最も低い位置となり、ピーク P K が最も高い位置となる。なお、ここでは、底部 B P の位置を高さ 0 とする。以上のように規定した場合、境界部分 T P の高さ h 及びピーク P K の高さ h' が、それぞれにおける各立体部 2 a の高さとなる。より具体的には、当該凹面の曲率半径 R 、各立体部 2 a の底部 B P を通りスクリーン面 V S に垂直な中心線 C L ( 即ち底部 B P と点 C T を結んだ直線 ) から当該凹面を延長して交差させることで形成されるピーク P K までの距離を d とすると、ピーク P K の高さ h' は、

$$h' = R - \sqrt{R^2 - d^2}$$

10

と表される。一方、境界部分 T P の高さ h とピーク P K の高さ h' との関係は、

$$h < h'$$

である。従って、境界部分 T P の高さ h は、以下の式

$$h < R - \sqrt{R^2 - d^2}$$

を満たすものとなっている。つまり、境界部分 T P は、隣接する立体部 2 a の凹面を延長して交差させることで形成される境界であるピーク P K よりも低くなっている。

20

#### 【 0 0 3 2 】

以上のように、各立体部 2 a について高さ h 、 h' の調整がなされている。より具体的には、スクリーン 1 0 の前面 1 0 a のうち、比較的入射角度の大きな投射光 P L 1 に対する領域と比較的入射角度の小さな投射光 P L 2 に対する領域とにおける立体部 2 a の高さ h と h' とには上記した調整を行うか否かによる差がある。この高低の差は、投射光 P L 1 の入射角度  $\theta_1$  と投射光 P L 2 の入射角度  $\theta_2$  との差が大きくなるのに応じて大きくなっている。これにより、各立体部 2 a によって形成される凹凸が投影画像を劣化させる要因となることを回避している。また、後述するように、反射面 R S を斜方から成膜物質を射出して成膜することにより形成する場合にも、当該成膜の際に立体部 2 a 間の境界付近において成膜物質が遮られることなく良好な反射面 R S の形成が可能となる。

30

#### 【 0 0 3 3 】

図 5 は、投射光の入射角度の違いとピーク P K が与える影響との関係について説明するための模式図である。以下、図 5 を用いてピーク P K が画像に与える影響について説明することで、図 3 ( A ) と図 3 ( B ) とで形状に差異を生じさせている理由について説明する。なお、図 5 において、形成領域 G 1 及び形成領域 G 2 は、それぞれ画像投影のために図 3 ( A ) 及び 3 ( B ) に示す反射面 R S を必ず形成させなければならない必須領域を示している。一般に形成領域 G 1 及び形成領域 G 2 は、投射光 P L の入射角度が小さくなる程広くなる。これに伴って、図 3 ( A ) 及び 3 ( B ) においても、図 3 ( B ) の反射面 R S の面積のほうが大きくなっている。

#### 【 0 0 3 4 】

40

ここで、ピーク P K は、既述のように、一対の隣接する立体部 2 a の球面状の凹面が交差することにより形成されるものである。この場合、当該凹面が球面状であることから、ピーク P K は、比較的急峻な勾配の形状を有することが多い。このため、スクリーン 1 0 に入射する投射光 P L の入射角度が大きく傾くと、ピーク P K に対応する影の先端部分は、遠くまで延びてピーク P K から離れた位置に形成されるものとなる。以下、投射光 P L の入射角度の違いからピーク P K が画像投射に与える影響の違いについて説明する。まず、入射角度の大きな投射光 P L 1 が仮想的なピーク P K を通過する場合は、図 5 に示すようにピーク P K に対応する点 P 1 がピーク P K から大きく離れたところに形成される。このため、点 P 1 が形成領域 G 1 上に含まれてしまう。つまり、形成領域 G 1 に到達すべき投射光 P L 1 が仮想的なピーク P K によって遮られ、ピーク P K に対応する点 P 1 が反射

50

面 R S 上の影として形成されてしまう。これに対して、入射角度の小さな投射光 P L 2 がピーク P K を通過する場合は、図 5 に示すようにピーク P K に対応する点 P 2 がピーク P K のすぐ近くに形成される。このため、点 P 2 が形成領域 G 2 上に含まれることはない。または、ピーク P K に対応する点 P 2 が存在しない。つまり、いずれにしても、形成領域 G 2 に到達すべき投射光 P L 2 がピーク P K によって遮られることはなく、反射面 R S 上に影が形成されてしまうことはない。従って、本実施形態のスクリーン 1 0 では、スクリーン前面の領域のうち、比較的投射光 P L の入射角度が大きく、ピーク P K の存在によって反射面 R S に向かう投射光成分が遮られる可能性のある領域について、ピーク P K を予め取り除く処理が施されている。これにより、スクリーン 1 0 は、スクリーン表面上のどの位置においても投射光 P L を適切な状態で反射することができるものとなっている。なお、投射光 P L を適切な状態で反射するため、ピーク P K を予め取り除く処理を行うにあたって、境界部分 T P の高さの調整量は、投射光 P L の入射角度に対応させている。

#### 【0035】

以下、スクリーン 1 0 の製造方法の一例について説明する。まず、図 6 ( A ) ~ 6 ( F ) を用いてスクリーン基板 1 の本体部分である透明基板 T B の作製について説明する。このうち、図 6 ( A ) ~ 6 ( D ) は、転写成形型を作製するスクリーン型作製工程について説明する模式図であり、図 6 ( E ) 及び 6 ( F ) は、転写成形型から透明基板 T B を作製する工程を説明する模式図である。まず、図 6 ( A ) に示すように、エッチング処理によって、図 3 等のスクリーン 1 0 の多数の立体部 2 a の凹面形状に対応する多数の凹形状 2 a a を有する第 1 成形型 1 0 a a ( 図 6 ( C ) 参照 ) となるべきガラス型 G A を作製する。ガラス型 G A の製造方法については、例えば、まず、ガラス型 G A となるべき平板状のガラス板の表面にマスクを施す。次に、当該マスク上に立体部 2 a の配列パターンに対応するように多数の開口を設ける。最後に、例えばガラス板をエッティング液中に浸漬してマスクの多数の開口を介してガラス板の等方エッティングを行うことにより球面状の多数の凹形状 2 a a を有するガラス型 G A が作製される。ガラス型 G A は、以上のようにして作製されるため、隙間なく多数の凹形状 2 a a に覆われた表面形状を有し、かつ、これらの凹形状 2 a a は、図 3 ( A ) 等の多数の立体部 2 a の配列パターンに対応するものとなっている。ただし、多数の凹形状 2 a a 間には、多数のピーク P K a が形成されている。次に、図 6 ( B ) に示すように、これらのピーク P K a のうち必要な箇所に、図 3 ( A ) 等に示す境界部分 T P に対応する部分を形成するために、例えば研磨機 G R を図中往復矢印の方向等に動かすことによりピーク P K a の一部を研磨する。これにより、図 6 ( C ) に示すように、ピーク P K a のうち境界部分 T P の高さ調整に対応した箇所が除去されることで、第 1 成形型 1 0 a a が得られる。つまり、第 1 成形型 1 0 a a は、上記研磨動作により、境界部分 T P の高さ調整に対応した部分 T P a を有するものとして作製される ( 高さ調整工程及び第 1 成形型作製工程 ) 。第 1 成形型 1 0 a a において、研磨処理のなされた部分がスクリーン 1 0 のうち図 3 ( A ) 等に示すような上方側・周辺側の領域に対応し、研磨処理のなされなかった部分が図 3 ( B ) 等に示すような下方側・中央側の領域に対応する。次に、図 6 ( C ) に示すように、第 1 成形型 1 0 a a を用いて紫外線硬化性樹脂等により第 1 の転写 ( 予備転写 ) をすることで第 2 成形型 1 0 a b を作製する。これにより、図 6 ( D ) に示すような多数の球面状の凸形状 2 a b を有する第 2 成形型 1 0 a b が転写成形型として作製される ( 第 2 成形型作製工程 ) 。以上のようにして形成された第 2 成形型 1 0 a b から第 2 の転写 ( 本転写 ) をすることによりスクリーン基板 1 の本体部分である透明基板 T B が作製される。より具体的に説明すると、まず、第 2 成形型 1 0 a b の表面上を例えばクロム膜で被覆する処理を行う、あるいは離型剤を第 2 成形型 1 0 a b の表面上に塗布する等、転写後に第 2 成形型 1 0 a b と透明基板 T B とを剥離させやすくするための前処理を行う ( 転写前処理工程 ) 。次に、図 6 ( E ) に示すように透明基板 T B の材料となる紫外線硬化樹脂 U P を第 2 成形型 1 0 a b の表面上に一様に塗布し、さらにその上にスクリーン基板の主たる材料である透明 P E T 等の光透過性物質によって構成される主基板部材 S S を載せ、プレスによる成形を行う。その後、さらに U V 光を全体に照射することで紫外線硬化樹脂 U P を固化する。これにより、第 2 成形型 1 0 a b 上で紫外

10

20

30

40

50

線硬化樹脂UPと主基板部材SSとが一体化し、これを第2成形型10abから剥離する。図6(F)のように、剥離して取り出されたものが、スクリーン基板1の本体部分である透明基板TBとなる。なお、上述のようにして形成された透明基板TBについて、図3(A)等のように、透明基板TBの裏面側に黒色インクを塗布することにより光吸收面BMを形成し、さらに、全面側に形成されている多数の立体部2aの所定の領域に反射面RSを形成させることで、スクリーン10が作製される。

#### 【0036】

以上のように、本スクリーン10のためのスクリーン基板1の作製において、図3(A)等に示す境界部分TPに対応する部分を形成するための高さ調整工程を含んでいる。スクリーン10は、前面10aの必要箇所に応じて境界部分TPを有することにより、各立体部2a間の境界付近が投影画像の影となることを抑制できる。10

#### 【0037】

図7、図8(A)及び8(B)は、反射面RSを形成するための成膜装置の一例についての斜視図、平面図及び側断面図である。図7等に示す成膜装置300は、例えば抵抗加熱により成膜材料を蒸発させて真空蒸着による成膜を行う真空蒸着装置であり、蒸発源装置120と、チャンバ130と、真空ポンプ140と、制御装置150とを備える。図8(B)に示すように、蒸発源装置120は、反射面RSとなるべき反射膜を形成するための成膜物質W1であるアルミニウムを射出する材料射出装置120aを備える。

#### 【0038】

成膜装置300は、所定半径の円筒形状を有しており、チャンバ130により形成される内部空間ISも円筒形状となっている。材料射出装置120aは、ポート上に成膜物質W1をマウントし、制御装置150から供給される電力を用いた抵抗加熱等により成膜物質W1を加熱して蒸発させることで成膜を行う。チャンバ130は、内部空間IS中に、中心軸CX、半径Rの円筒形状部分の側面に相当する内壁面130aを有する。半径Rの値と中心軸CX上の材料射出装置120aの位置とは、いずれも図1等のスクリーン10の使用態様に応じて定められている。20

#### 【0039】

図7等に示すように、スクリーン基板1は、この内壁面130aに沿って設置される。より具体的に説明すると、まず、スクリーン基板1は、図7に示すように、内壁面130aに沿って筒状に配置されており、スクリーン基板1の長手方向(スクリーン10の長手方向に相当)が当該円筒形状の円周方向となっている。また、図8(A)及び8(B)に示すように、スクリーン基板1は、ホルダHDにより内壁面130aに沿ってスクリーン10の使用態様に応じた高さ位置で固定されている。30

#### 【0040】

以下、成膜装置300の動作について説明する。まず、真空ポンプ140の排気口140aから排気がなされ、チャンバ130内部を所定値以下(例えば $10^{-3}$ Pa以下)の真空状態にする。次に、成膜物質W1が加熱されて、蒸発する。ここで、チャンバ130内は、所望の真空状態となっているため、成膜物質W1の射出軌道EVは、図7等に矢印で示すように蒸発源装置120から放射状に射出するものとなり、スクリーン基板1上に堆積する。以上により、金属膜による反射膜の成膜がなされ(反射膜形成工程)、当該反射膜が図3(A)等に示すように反射面RSとして機能する。以上により、各立体部2aの適所に反射面RSを有するスクリーン10が製造される。40

#### 【0041】

なお、成膜装置300では、図8(A)に示すように平面視した際の蒸発源装置120は、円筒形状の中心部に位置するのに対して、スクリーン基板1は、1つの円周上に位置するものとなっている。また、図8(B)に矢印で示されるように、成膜物質W1の射出軌道EVはスクリーン基板1に対して対称なものとなっている。つまり、スクリーン基板1において、長手方向(スクリーン10の長手方向に相当)に垂直な断面における成膜物質W1の射出角度がどこにおいても一定に保たれた状態で成膜されるものとなる。これにより、図3(A)等に示すような各立体部2aの上方側の表面上に反射面RSを形成さ50

せることになり、外光OLをスクリーン10の正面に反射させないようにするとともに、投射光PLをスクリーン10の正面に確実に反射させるようになっている。

#### 【0042】

以上のように、斜方から成膜物質W1を射出して成膜を行う場合においても、図3(A)に示す境界部分TPは、既述のように、通常形成される境界のピークPKよりも低くなっているので、反射膜の形成を阻害することない。従って、各立体部2aの必要な部分に反射膜を漏れなく形成させ良好な反射面RSが形成される。

#### 【0043】

図9(A)及び9(B)は、各立体部2aの配列パターンの一例を示す図であり、スクリーン10を正面から拡大した図である。図9(A)は、図3(A)に対応するものであり、図9(B)は、図3(B)に対応するものである。つまり、図9(A)は、スクリーン10のうち、例えば図2の領域CA等の入射角度の比較的大きい投射光PL1が入射し、これに応じた境界部分TPを有するものについての図である。一方、図9(B)は、スクリーン10のうち、例えば図2の領域DA等の入射角度の比較的小さい投射光PL2が入射し、ピークPKを有するものについての図である。なお、図10は、図9(A)及び9(B)を比較するまでの参考図であり、スクリーン10のうち、図1の領域UA等の上方中央側の領域について示す図である。

#### 【0044】

スクリーン10において、多数の立体部2aの2次元的配列パターンについては、種々のパターンを採用することができ、例えばx方向及びy方向について均等な間隔で格子状に配列すること等も考えられる。種々考えられるパターンの一例として、図9(A)及び9(B)における立体部2aの2次元的配列パターンは、後に詳述する所謂1/2千鳥型の配列であって、さらに、フレネル状に配列された同心円の円弧上に各立体部2aを並べるようにして配列されるものである。つまり、ここでは、図11に示すように、交点Hを中心とする等間隔の同心円CC上に沿って立体部2aを配列している。この場合、図9(A)及び9(B)に示すスクリーン10に入射する投射光PL1、PL2は、いずれも各立体部2aが並ぶ方向に沿った曲線(母線)の接線に対して垂直な状態となっている。これにより、例えば図11の領域CA等のようなスクリーン10の上方周辺側に対応する図9(A)においては、投射光PL1が斜め方向から入射するのに対応して立体部2aの並ぶ方向もxy方向から傾いた方向となっている。一方、図11の領域DAや領域UA等のようなスクリーン10の中央側に対応する図9(B)や図10においては、投射光PL2(PL)が正面方向から入射するのに対応して立体部2aの並ぶ方向もxy方向に沿った状態となっている。

#### 【0045】

スクリーン10は、図9(A)及び9(B)において破線で示す設計上の仮想的な円CFに対応して球面状の立体部2aが形成されており、円CFを重なり合うように配列することで、略隙間がないものとなっている。ここでは、多数の立体部2aの配列を所謂1/2千鳥型の配列としている。つまり、図9(B)を用いて説明すると、2次元配列される多数の円CFは、x方向については、等間隔で直線上に並ぶように列を形成する一方、y方向については、x方向に周期的に並ぶ各列が1/2周期分ずつずれるように並んでいる。なお、図9(A)においても、多数の立体部2aは、円弧状に沿って斜めの方向について同様に1/2千鳥型の配列となっている。以上において、図9(A)に示すように、スクリーン10のうち、入射角度の比較的大きな投射光PL1が入射する領域では、隣接する3つの立体部2a間に形成される境界部分TPであって、図9(A)中のスクリーン10の表面において最も高い部分となる境界部分TPが平坦状に形成されている。これにより、境界部分TP及びその周辺の形状に従って形成される影SAは、面投射光PL1を反射する反射面が形成される形成領域G1内に重なることがないようになっている。これに対して、図9(B)に示すように、入射角度の比較的大きな投射光PL1が入射する領域では、隣接する3つの立体部2a間に形成されるピークPKであって、図9(B)中のスクリーン10の表面において最も高い部分となるピークPKをそのままの形状で残してい

10

20

30

40

50

ても、影 S A が投射光 P L 2 を反射面の形成領域 G 2 内に重なることがない。なお、図 10 に示すように、スクリーン 10 の中央側であっても、上方側に位置するため投射光 P L の入射角度が大きくなり、形成領域 G 1 内に影 S A が重なる場合には、図 9 (A) に示す場合と同様に境界部分 T P を形成させてもよい。

#### 【0046】

ここで、図 9 (A) 及び 9 (B) に示す場合における境界部分 T P の高さ h とピーク P K の高さ h' は、図 4 (A) 等の場合と同様に規定すると、以下のようにになる。図 12 (A) 及び 12 (B) は、図 9 (B) 等に示す各立体部 2 a の点 C T とピーク P K や境界部分 T P との位置関係を模式的に示すものである。この場合、図 12 (A) に示すように隣接する 3 つの立体部 2 a の凹面を延長すると、3 つの点 C T から等しい距離にあるところで交差し、これによりピーク P K が形成されるものとなっている。従って、ピーク P K は、図 12 において、3 つの立体部 2 a の点 C T を繋ぐことで形成される三角形 T R の外心（三角形 T R の外接円 O C の中心）に位置する。よって、この場合、図 12 (B) に示すように、当該凹面の曲率半径を R、点 C T と底部 B P とを結んでできる中心線 C L からピーク P K までの距離を d' とする（即ち三角形 T R の外接円 O C の半径を d' とする）と、ピーク P K の高さ h' は、

$$h' = R - \sqrt{R^2 - d'^2}$$

と表される。境界部分 T P の高さ h とピーク P K の高さ h' との関係は、

$$h < h'$$

であるから、境界部分 T P の高さ h は、以下の式

$$h < R - \sqrt{R^2 - d'^2}$$

を満たすものとなっている。以上のように 3 つ（或いはそれ以上の数）の隣接する立体部 2 a によってピーク P K が形成される場合にも、同様にピークの高さを規定することができ、スクリーンの表面における凹凸形状を、当該ピークよりも低くした形状とすることができる。

#### 【0047】

以上第 1 実施形態について説明したが、本実施形態は上記に限られるものではない。例えば、上記では、多数の立体部 2 a の配列を、所謂 1 / 2 千鳥型の配列としているが、これ以外の配列であっても構わない。また、スクリーン 10 上での立体部 2 a の 2 次元的な配列についても、上記したようなフレネル状に配列された同心円の円弧上に各立体部 2 a を並べる場合のほかに、例えば各立体部 2 a を直線上に並べるようにして配列することも可能である。なお、上記の例では 1 / 2 千鳥型の配列であるため、三角形 T R は二等辺三角形となるが、三角形 T R がこれ以外の形状となる場合にも同様に考察できる。

#### 【0048】

また、上記では、ピーク P K を取り除く処理を行う領域と行わない領域との 2 つの領域を用いて説明しているが、ピーク P K を取り除いて境界部分 T P を形成するにあたって、例えば境界部分 T P の高さを投射光 P L の入射角度に応じて段階的に調整することも可能である。例えば、図 9 (A) と図 10 とにおいては、いずれもピーク P K が取り除かれ境界部分 T P が形成されているが、図 9 (A) に示す領域中の境界部分 T P と図 10 に示す領域中の境界部分 T P とでは、高さの調整量が異なっていてもよい。

#### 【0049】

##### 〔第 2 実施形態〕

図 13 (A) ~ 13 (F) は、第 2 実施形態に係るスクリーンの製造方法について説明

10

20

30

40

50

する図である。本実施形態に係るスクリーンの製造方法は、第1実施形態に係るスクリーンの製造方法の変形例である。図13(A)に示すガラス型GAは、図6(A)のものと同様であるので説明を省略する。また、透明基板TBの作製後の製造工程等第1実施形態と同様の工程についても、図示や説明を省略する。

#### 【0050】

図13(A)に示すガラス型GAを本実施形態では、図13(B)に示すように、ガラス型GAを第1成形型110aaとし(第1成形型作製工程)、第1成形型110aaを用いて紫外線硬化性樹脂等により第1の転写(予備転写)を行うことで予備転写型110acを作製する。予備転写型110acは、第1成形型110aaの凹形状2aaに対応する凸形状2abを有しており、図13(C)に示すように、多数の凸形状2ab間には、多数の溝部PKbが形成されている。次に、図13(C)のように、これらの溝部PKbのうち必要な箇所に、図3(A)等に示す境界部分TPに対応する部分を形成するために、該当する一部の溝部PKbにディスペンサーSP1で低粘性の紫外線硬化樹脂UP1を注入して溝部PKbを埋める。なお、紫外線硬化樹脂UP1は、凸形状2abの途中に留まることなく確実に溝部PKbを埋めるように十分低い粘度に調整されている。また、ディスペンサーSP1を用いる方法に代えて、多数の凸形状2abが形成されている一面に紫外線硬化樹脂UP1を塗布してもよい。この場合、紫外線硬化樹脂UP1が自重により垂れることで凸形状2abの途中に留まらずに溝部PKbに落ち込むように、紫外線硬化樹脂UP1の粘度を調整しておけばよい。以上のようにして、紫外線硬化樹脂UP1で溝部PKbを埋めた後、図13(D)に示すように、全体にUV光を照射することで、溝部PKbのうちの所定箇所が埋められた第2成形型110abが形成される。つまり、第2成形型110abは、上記のようにして溝部PKbを埋めたことにより、境界部分TPの高さ調整に対応した部分TPbを有する転写成形型として作製される(高さ調整工程及び第2成形型作製工程)。以上のようにして形成された第2成形型110abから、図13(E)及び13(F)に示すように、第2の転写(本転写)を第1実施形態の場合と同様に行うことによりスクリーン基板1の本体部分である透明基板TBが作製される。

#### 【0051】

##### 〔第3実施形態〕

図14(A)～14(C)は、第3実施形態に係るスクリーンの製造方法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の製造方法は、第1及び第2実施形態に係るスクリーンの製造方法の変形例である。図14(A)に示す予備転写型210acを作製する工程までは第2実施形態の予備転写型110acを作製する工程と同様であるので説明を省略する。本実施形態では、予備転写型210acを第2成形型210abとして用いる(第2成形型作製工程)。第2成形型210aの有する多数の凸形状2ab間には、多数の溝部PKbが形成されており、図14(A)のように、これらの溝部PKbのうち必要な箇所に、図3(A)等に示す境界部分TPに対応する部分を形成するために、該当する溝部PKb及びその周辺にディスペンサーSP1で離型剤DP1を注入して溝部PKbを埋めつつ、溝部PKbの周辺全体に離型剤DP1が塗布される(転写前処理工程)。ここで、一般に離型剤は、第2成形型210aと透明基板TBとを剥離しやすくするために用いるものであるが、紫外線硬化樹脂との親和性が良好でない場合には、図14(B)のように、小さな隙間である溝部PKbに気泡BBを形成する。ここでは、離型剤DP1を積極的に溝部PKbに注入することで、溝部PKbに気泡BBを作り、これにより第2成形型210aと透明基板TBとの間に隙間を形成させている。この結果、図14(C)に示すように、第2の転写(本転写)を第1実施形態等の場合と同様に行うことにより剥離して取り出された透明基板TBは、気泡BBにより形成された凹面状の境界部分TPを有するものとなる。

#### 【0052】

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はない。

#### 【0053】

10

20

30

40

50

まず、スクリーンの製造方法において、第2の転写（本転写）により透明基板を転写する前の転写前処理工程では、剥離のために離型剤やクロム膜被膜処理を行っているが、離型剤とクロム膜被膜処理とを複合させることも可能である。例えば、第3実施形態において、転写面のうち境界部分の高さ調整を行う領域である境界部分TPを形成させる領域には、溝部PKbに気泡BBを発生させるために離型剤を塗布し、それ以外の領域にはクロム膜被膜処理を行う、といったことが可能である。

#### 【0054】

また、上記各実施形態では、いずれも第2成形型の形成において紫外線硬化樹脂を用いた樹脂型により形成しているが、電気铸造法によって型を形成することも可能である。

#### 【0055】

また、反射面RSの形成において、成膜物質W1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、反射面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。

#### 【0056】

また、上記各実施形態では、いずれも反射面RSの形成のための反射膜の成膜方法の一例として、真空蒸着法を用いているが、この他にも、例えばイオンアシスト法、スパッタ法等種々の方法によって成膜を行うことも可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0057】

【図1】第1実施形態に係るスクリーンを用いた投射システムを示す図である。

【図2】スクリーンの全体的な使用状態を説明するための模式図である。

【図3】(A)、(B)は、スクリーンの一部を拡大した側断面図である。

【図4】(A)、(B)は、スクリーン基板の形状の違いについて比較して説明するための模式図である。

【図5】投射光の入射角度と境界のピークの影響との関係を説明する図である。

【図6】(A)～(F)は、スクリーンの製造工程のうち透明基板を作製する工程について説明するための模式図である。

【図7】反射膜の成膜を行うための製造装置の一例を説明する斜視図である。

【図8】(A)、(B)は、反射膜の成膜を行うための製造装置の一例について説明する平面図及び側断面図である。

【図9】(A)、(B)は、立体部の配列パターンの一例を示すためのスクリーンの正面図である。

【図10】立体部の配列パターンの他の例を示すスクリーンの正面図である。

【図11】スクリーン全体の一例を模式的に示す正面図である。

【図12】(A)、(B)は、立体部の形状を模式的に示す平面図及び側面図である。

【図13】(A)～(F)は、第2実施形態に係るスクリーンの製造方法について説明するための模式図である。

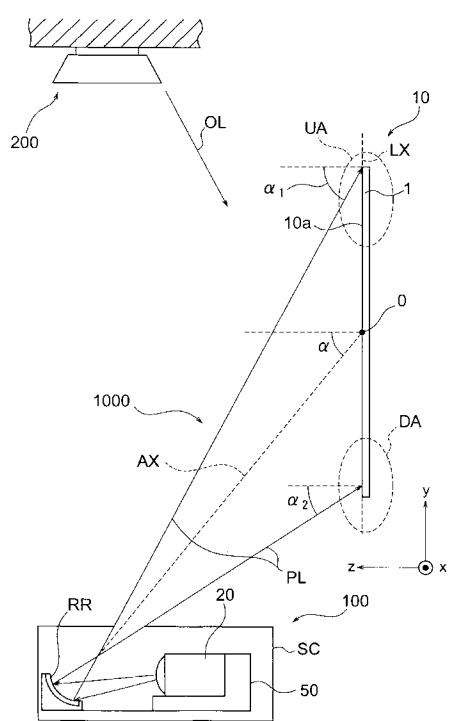
【図14】(A)～(C)は、第3実施形態に係るスクリーンの製造方法について説明するための模式図である。

#### 【符号の説明】

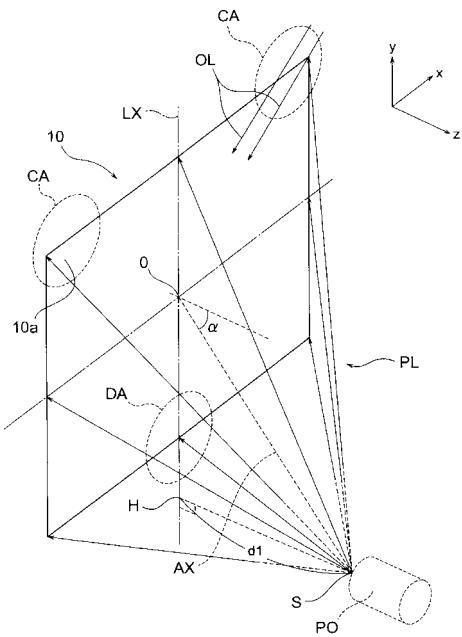
#### 【0058】

10...スクリーン、1...スクリーン基板、TB...透明基板、2a...立体部、TP...境界部分、PK...ピーク、RS...反射面、10aa、110aa...第1成形型、10ab、110ab、210ab...第2成形型、100...プロジェクタ

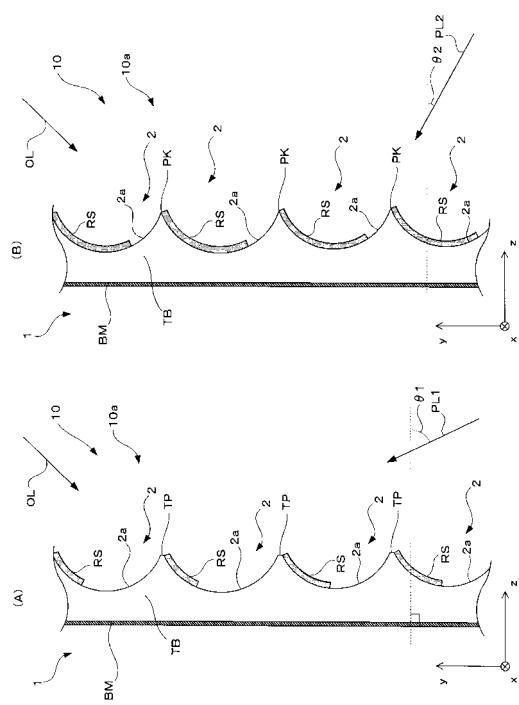
【図1】



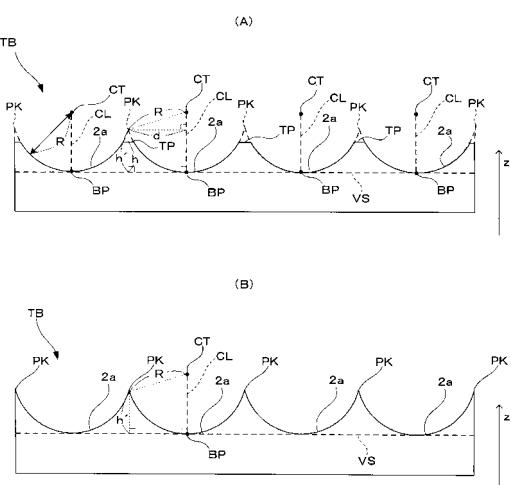
【図2】



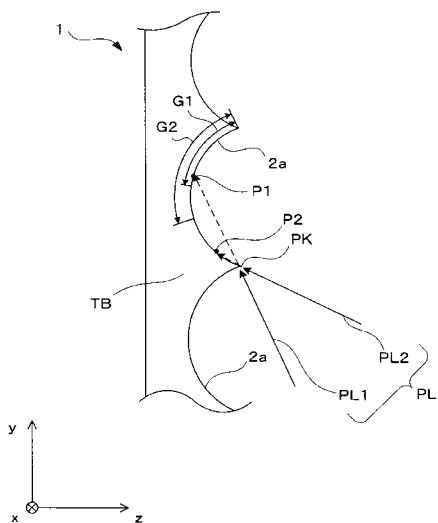
【図3】



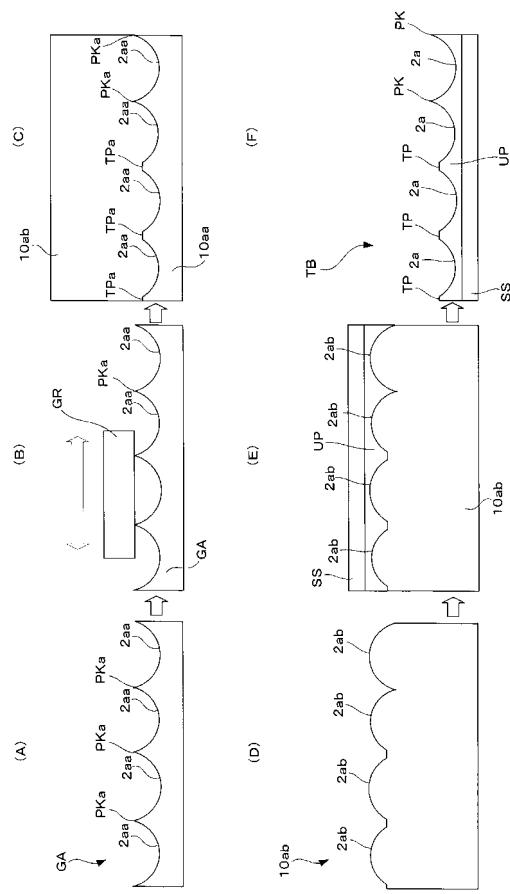
【図4】



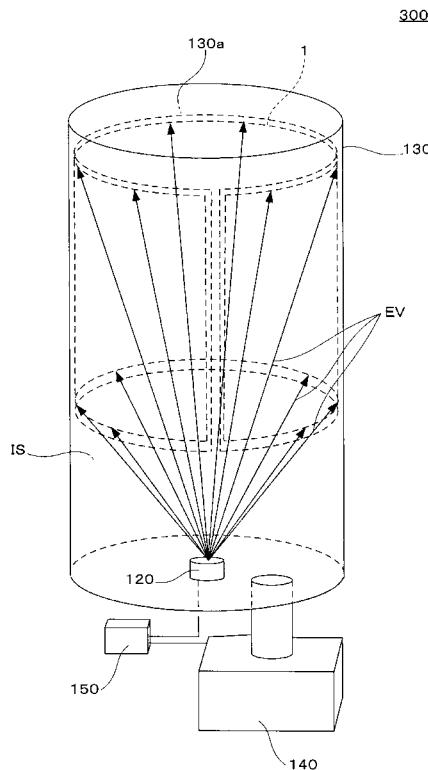
【図5】



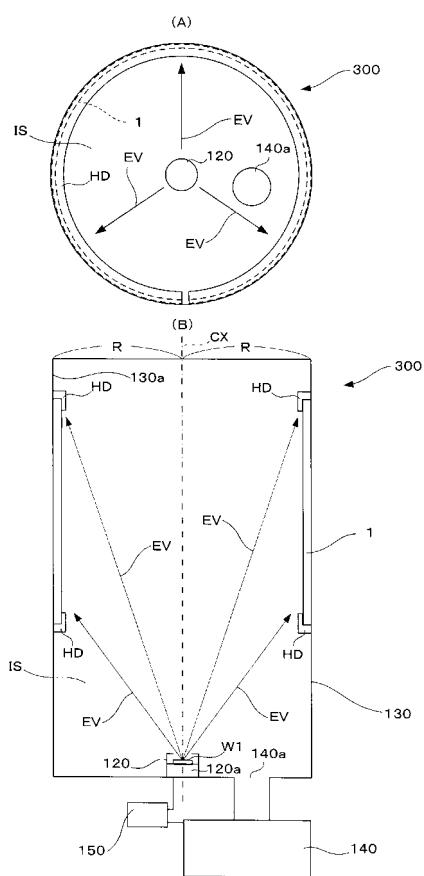
【図6】



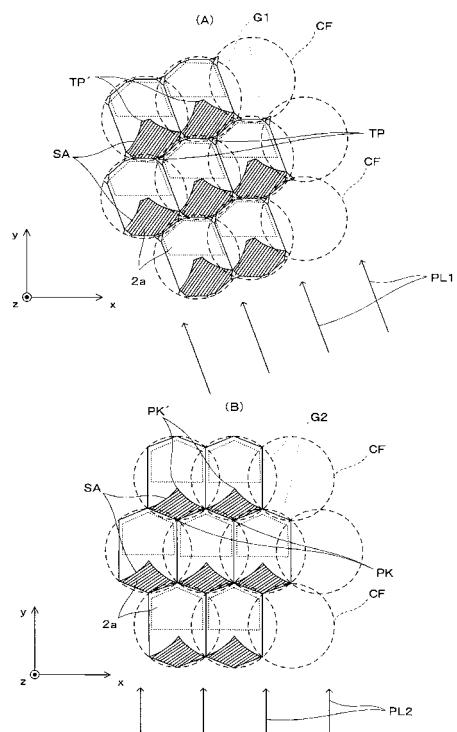
【図7】



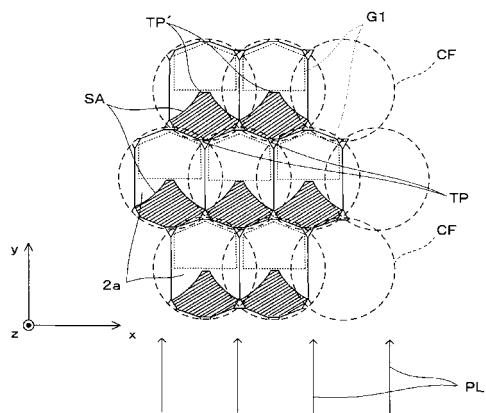
【図8】



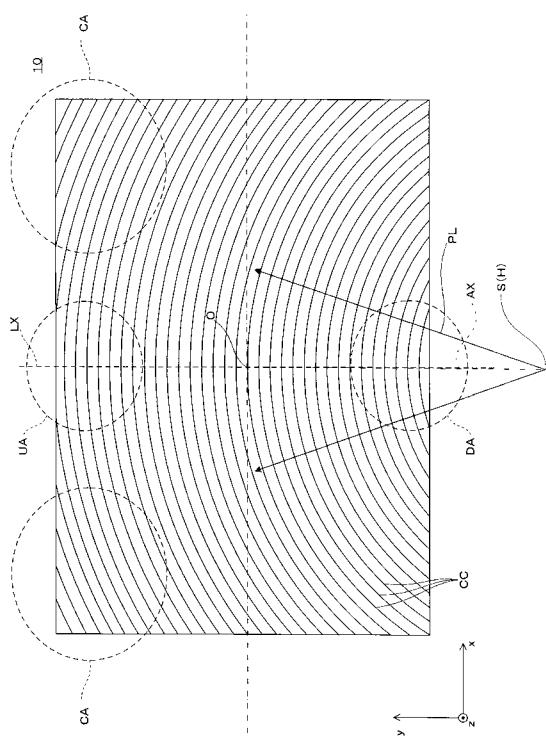
【図9】



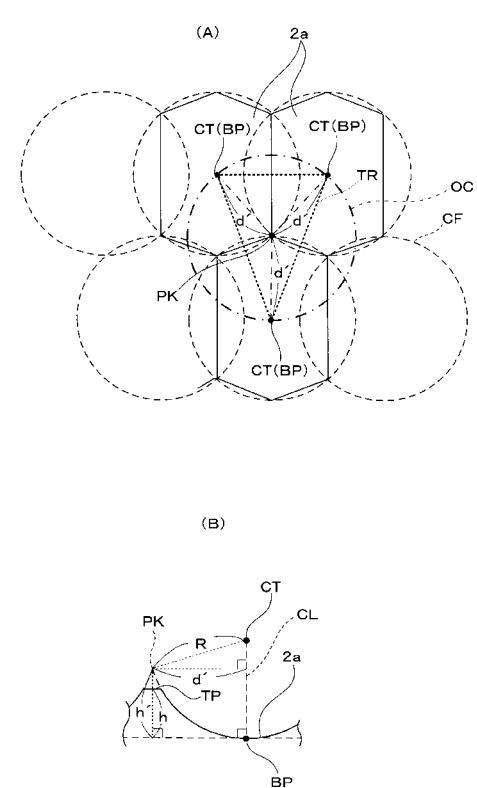
【図10】



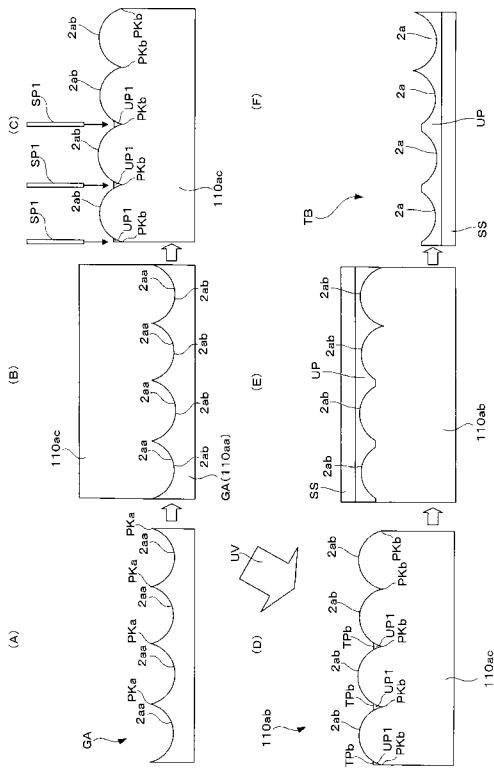
【図11】



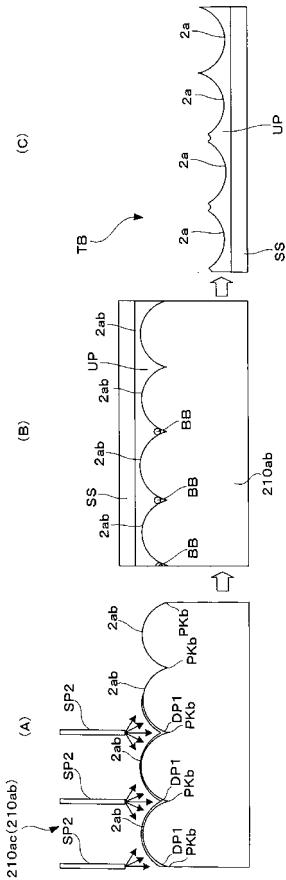
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-367838(JP,A)  
特開平04-191727(JP,A)  
特開昭55-127547(JP,A)  
特開昭64-088438(JP,A)  
特開2004-038002(JP,A)  
特開2007-136797(JP,A)  
特開2005-043552(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 B 21/56 - 21/64