

(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2004-239932  
(P2004-239932A)

(43) 公開日 平成16年8月26日(2004.8.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>G03B 35/00</b>	G03B 35/00	2H059
<b>G03B 35/10</b>	G03B 35/10	5C061
<b>H04N 13/02</b>	H04N 13/02	

審査請求 未請求 請求項の数 26 O L (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-25738 (P2003-25738)</p> <p>(22) 出願日 平成15年2月3日(2003.2.3)</p>	<p>(71) 出願人 599144697 大石 則司 神奈川県横浜市港南区笹下5丁目6番31号第7若松荘202号</p> <p>(72) 発明者 大石 則司 神奈川県横浜市港南区笹下5丁目6番31号第7若松荘202号</p> <p>Fターム(参考) 2H059 AA09 AB06 AB08 5C061 AA07 AB02 AB06 AB16</p>
---	--

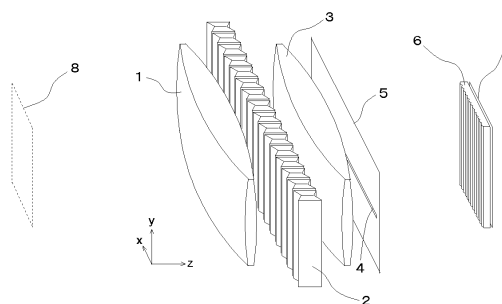
(54) 【発明の名称】 立体像撮影装置

(57) 【要約】

【課題】 特殊な眼鏡やビューアを使わずに見ることのできる立体像を撮影することを可能にする。

【解決手段】 ダブルプリズムないし直交する反射面対の有する入射光線の角度を反転する機能を利用して、これらと凸レンズを組み合わせることで立体像を投影する光学系を作成し、投影される光線をレンチキュラーレンズを通して位置と角度分布の情報として、撮像面に記録する。こうして得られた立体像は、その上にレンチキュラーレンズを重ねる簡単な表示装置によって観察することができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

反射面を平行にして、反射面に垂直な方向に並んだダブリズムの列と、該ダブリズム列を挟むように、該ダブリズム列から等しい距離を離れた位置に置かれた対物レンズ（凸レンズ）及び第 2 の凸レンズと、該ダブリズムの入射面及び反射面に平行な軸を持つシリンダリカルレンズが該ダブリズム列と平行に並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンダリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段と、該ダブリズムの反射面に垂直な水平スリットを有する遮光板からなり、被写体の像が該対物レンズ、該ダブリズム列、第 2 の凸レンズ、該レンチキュラーレンズを通して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体と対物レンズの間、ないし対物レンズとダブリズム列の間、ないしダブリズム列と第 2 の凸レンズの間、ないし第 2 の凸レンズとレンチキュラーレンズの間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置。

10

## 【請求項 2】

対物レンズ（凸レンズ）と第 2 の凸レンズの焦点距離が等しく、第 2 の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項 1 に記載の立体像撮影装置。

## 【請求項 3】

第 2 の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項 1 に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第 2 の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第 2 の凸レンズと該凹レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、該凹レンズの焦点距離  $f_3$ （負の値）は数 1 で示され、第 2 の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数 2 で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

20

## 【数 1】

$$f_3 = L_1 - \frac{f_1 f_2}{f_1 - f_2}$$

## 【数 2】

$$L_2 = \frac{(f_2 - L_1) f_3}{f_3 + f_2 - L_1} + L_1$$

30

## 【請求項 4】

第 2 の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項 1 に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に第 3 の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第 2 の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第 2 の凸レンズと第 3 の凸レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、第 3 の凸レンズの焦点距離  $f_3$  は数 1 で示され、第 2 の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数 2 で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

## 【請求項 5】

反射面を平行にして、反射面に垂直な方向に並んだダブリズムの列と、該ダブリズム列を挟むように、該ダブリズム列から等しい距離を離れた位置に置かれた対物レンズ（凸レンズ）及び第 2 の凸レンズと、該ダブリズムの入射面及び反射面に平行なスリットが該ダブリズム列と平行に並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段と、該ダブリズムの反射面に垂直な水平スリットを有する遮光板からなり、被写体の像が該対物レンズ、該ダブリズム列、第 2 の凸レンズ、該スリット板を通して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体と対物レンズの間、ないし対物レンズとダブリズム列の間、ないしダブリズム列と第 2 の凸レンズの間、ないし第 2 の凸レンズとスリット板の間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置。

40

## 【請求項 6】

50

対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項5に記載の立体像撮影装置。

【請求項7】

第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項5に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと該凹レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、該凹レンズの焦点距離 $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項8】

第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項5に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、第3の凸レンズの焦点距離 $f_3$ は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項9】

屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射して再び該凸レンズを通り、該ーフミラーを反射ないし透過し、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とーフミラーの間ないしーフミラーとレンチキュラーレンズの間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項10】

屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射して再び該凸レンズを通り、該ーフミラーを反射ないし透過し、該スリット板を通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とーフミラーの間ないしーフミラーとスリット板の間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項11】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射して再び該凸レンズを通り、該ーフミラーを反射ないし透過し、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項12】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、そ

10

20

30

40

50

の撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がハーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射し、再び該凸レンズを通過して該ハーフミラーを反射ないし透過し、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項 13】

屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射ないし透過し、第2の凸レンズを通り、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とハーフミラーの間ないしハーフミラーとレンチキュラーレンズの間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置。

10

【請求項 14】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射ないし透過し、第2の凸レンズを通り、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

20

【請求項 15】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群から等しい距離に置かれた対物レンズ（凸レンズ）および第2の凸レンズと、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過して該反射面群で反射し、第2の凸レンズを通り、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

30

【請求項 16】

対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項 13, 14, 15 に記載の立体像撮影装置。

【請求項 17】

第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項 13, 14, 15 に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第2の凸レンズと該凹レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、該凹レンズの焦点距離  $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

40

【請求項 18】

第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項 13, 14, 15 に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  よ

50

り小さく、第3の凸レンズの焦点距離  $f_3$  は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項19】

屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射ないし透過し、第2の凸レンズを通り、該スリット板を通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とハーフミラーの間ないしハーフミラーとスリット板の間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置。

10

【請求項20】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射ないし透過して、第2の凸レンズを通り、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

20

【請求項21】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群から等しい距離に置かれた対物レンズ（凸レンズ）および第2の凸レンズと、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過して該反射面群で反射し、第2の凸レンズを通り、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項22】

対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項19、20、21に記載の立体像撮影装置。

30

【請求項23】

第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項19、20、21に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第2の凸レンズと該凹レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、該凹レンズの焦点距離  $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

40

【請求項24】

第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項19、20、21に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、第3の凸レンズの焦点距離  $f_3$  は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項25】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズ

50

と、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が該反射面群で反射し、該レンチキュラーレンズを通して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

【請求項 26】

屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が該反射面群で反射し、該スリット板を通して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、立体像を撮影する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、立体像を撮影、表示するには、水平方向に所定の距離を離して置いた二台のカメラで撮影し、偏光ガラスやカラーフィルタなどを用いた眼鏡や、専用のビューアを使って二枚の撮影像を左右それぞれの目で見えるようにする方法や、レンチキュラーレンズを使って、それぞれ異なる角度から見えるようにしたものがある。

【0003】

20

また、特殊なビューアを使わずに見ることができる立体像を撮影、表示する方法としては、平面状に並んだ凸レンズ群を使って被写体の写真を撮り、同様の凸レンズ群を使って再生するインテグラルフォトグラフィや、ホログラムなどがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

眼鏡やビューアを使って見なければならないものは、不特定の人に立体像を提供するにははなはだ不便である。またレンチキュラーレンズを使って、複数の像を異なる角度から見えるようにしたものは、見る角度によって数枚の写真が切り替わって見えるため、見る位置によっては二重の像が見えたり、観察者が移動しながら見る時に不自然さを感じることもあり、また良好な観察ができる角度範囲が比較的狭いという問題もある。

30

【0005】

またインテグラルフォトグラフィは、撮影機の製作が容易でない上にそのままでは遠近の逆転した不自然な立体像となってしまう問題があり、ホログラムは更に撮影が難しく、簡単な装置で気軽に立体像を楽しむことは困難である。

【0006】

本発明者は、これらの課題を解決すべく、従来とは異なる立体像の撮影及び表示方法を考案し、すでに特願 2002 - 112824 に出願済みであるが、その後さらに検討を続け、該出願特許の表示装置で表示ができる立体像を、より簡単に撮影できる撮影装置を発明するに至った。

【0007】

40

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 は、反射面を平行にして、反射面に垂直な方向に並んだダブリズムの列と、該ダブリズム列を挟むように、該ダブリズム列から等しい距離を離れた位置に置かれた対物レンズ（凸レンズ）及び第 2 の凸レンズと、該ダブリズムの入射面及び反射面に平行な軸を持つシリンドリカルレンズが該ダブリズム列と平行に並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段と、該ダブリズムの反射面に垂直な水平スリットを有する遮光板とからなり、被写体の像が該対物レンズ、該ダブリズム列、第 2 の凸レンズ、該レンチキュラーレンズを通して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体と対物レンズの間、ないし対物レンズとダブリズ

50

ム列の間、ないしダブルプリズム列と第2の凸レンズの間、ないし第2の凸レンズとレンチキュラーレンズの間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置である。

【0008】

本発明の請求項2は、対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項1に記載の立体像撮影装置である。

【0009】

本発明の請求項3は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項1に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと該凹レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、該凹レンズの焦点距離 $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

10

【0010】

本発明の請求項4は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項1に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、第3の凸レンズの焦点距離 $f_3$ は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

20

【0011】

本発明の請求項5は、反射面を平行にして、反射面に垂直な方向に並んだダブルプリズムの列と、該ダブルプリズム列を挟むように、該ダブルプリズム列から等しい距離を離れた位置に置かれた対物レンズ（凸レンズ）及び第2の凸レンズと、該ダブルプリズムの入射面及び反射面に平行なスリットが該ダブルプリズム列と平行に並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段と、該ダブルプリズムの反射面に垂直な水平スリットを有する遮光板からなり、被写体の像が該対物レンズ、該ダブルプリズム列、第2の凸レンズ、該スリット板を通して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体と対物レンズの間、ないし対物レンズとダブルプリズム列の間、ないしダブルプリズム列と第2の凸レンズの間、ないし第2の凸レンズとスリット板の間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置である。

30

【0012】

本発明の請求項6は、対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項5に記載の立体像撮影装置である。

【0013】

本発明の請求項7は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項5に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと該凹レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、該凹レンズの焦点距離 $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

40

【0014】

本発明の請求項8は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項5に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、第3の凸レンズの焦点距離 $f_3$ は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

50

## 【0015】

本発明の請求項9は、屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射して再び該凸レンズを通り、該ーフミラーを反射ないし透過し、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とーフミラーの間ないしーフミラーとレンチキュラーレンズの間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置である。

10

## 【0016】

本発明の請求項10は、屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射して再び該凸レンズを通り、該ーフミラーを反射ないし透過し、該スリット板を通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とーフミラーの間ないしーフミラーとスリット板の間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置である。

20

## 【0017】

本発明の請求項11は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射して再び該凸レンズを通り、該ーフミラーを反射ないし透過し、該レンチキュ

30

## 【0018】

本発明の請求項12は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に置かれた凸レンズと、さらに該凸レンズの前に傾斜して置かれたーフミラーと、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線がーフミラーを透過ないし反射後、該凸レンズを通り、該反射面群で反射し、再び該凸レンズを通過して該ーフミラーを反射ないし透過し、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

## 【0019】

本発明の請求項13は、屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたーフミラーと、該ーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ(凸レンズ)と、ーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ーフミラーを反射ないし透過し、第2の凸レンズを通り、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とーフミラーの間ないしーフミラ

40

50

ーとレンチキュラーレンズの間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置である。

【0020】

本発明の請求項14は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射ないし透過し、第2の凸レンズを通り、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

10

【0021】

本発明の請求項15は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群から等しい距離に置かれた対物レンズ（凸レンズ）および第2の凸レンズと、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過して該反射面群で反射し、第2の凸レンズを通り、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

20

【0022】

本発明の請求項16は、対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項13, 14, 15に記載の立体像撮影装置である。

【0023】

本発明の請求項17は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項13, 14, 15に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第2の凸レンズと該凹レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、該凹レンズの焦点距離  $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

30

【0024】

本発明の請求項18は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項13, 14, 15に記載の立体像撮影装置であって、さらにレンチキュラーレンズの前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を  $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を  $f_2$  とするとき、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、第3の凸レンズの焦点距離  $f_3$  は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離  $L_2$  が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

40

【0025】

本発明の請求項19は、屋根状に直交する反射面が、その稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、該反射面群の並ぶ方向と平行な水平スリットを有する遮光板と、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射な

50

いし透過し、第2の凸レンズを通り、該スリット板を通過して該撮像手段に投影される装置であって、該水平スリットは被写体とハーフミラーの間ないしハーフミラーとスリット板の間のいずれかに置かれて光線を規制することを特徴とする立体像撮影装置である。

【0026】

本発明の請求項20は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群の前に傾斜して置かれたハーフミラーと、該ハーフミラーの一方の面に面して置かれた対物レンズ（凸レンズ）と、ハーフミラーの他方の面に面して置かれた第2の凸レンズと、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過してハーフミラーを透過ないし反射後、該反射面群で反射し、再び該ハーフミラーを反射ないし透過して、第2の凸レンズを通り、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

10

【0027】

本発明の請求項21は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群から等しい距離に置かれた対物レンズ（凸レンズ）および第2の凸レンズと、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が対物レンズを通過して該反射面群で反射し、第2の凸レンズを通り、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

20

【0028】

本発明の請求項22は、対物レンズ（凸レンズ）と第2の凸レンズの焦点距離が等しく、第2の凸レンズと撮像面の距離が、その焦点距離に等しいことを特徴とする請求項19、20、21に記載の立体像撮影装置である。

【0029】

本発明の請求項23は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より短く、被写体の縮小像を撮影する請求項19、20、21に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に凹レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと該凹レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、該凹レンズの焦点距離 $f_3$ （負の値）は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

30

【0030】

本発明の請求項24は、第2の凸レンズの焦点距離が対物レンズ（凸レンズ）の焦点距離より長く、被写体の拡大像を撮影する請求項19、20、21に記載の立体像撮影装置であって、さらにスリット板の前に第3の凸レンズが置かれ、対物レンズの焦点距離を $f_1$ 、第2の凸レンズの焦点距離を $f_2$ とすると、第2の凸レンズと第3の凸レンズの距離 $L_1$ は $f_2$ より小さく、第3の凸レンズの焦点距離 $f_3$ は数1で示され、第2の凸レンズと撮像面までの距離 $L_2$ が数2で表されることを特徴とする立体像撮影装置である。

【0031】

本発明の請求項25は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、該反射面群と同じ方向にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズと、その撮像面が該レンチキュラーレンズに平行に、該シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい間隔をもって置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が該反射面群で反射し、該レンチキュラーレンズを通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

40

【0032】

本発明の請求項26は、屋根状に直交する微小な反射面が、その稜線に垂直な方向に線状に多数並んでなる反射面群と、平行なスリットが該反射面群と同じ方向に多数並んだスリット板と、その撮像面が該スリット板に平行に置かれた撮像手段とからなり、被写体からの光線が該反射面群で反射し、該スリット板を通過して該撮像手段に投影されることを特徴とする立体像撮影装置である。

50

## 【0033】

## 【発明の実施の形態】

図1に本発明請求項1の立体像撮影装置の光学系の斜視図を示す。なお以下の各実施例はその光学系のみを表し、光学系を収納するケースや構造材は省略する。本実施例は対物レンズ(凸レンズ)1と、反射面を平行にして、反射面に垂直な方向に並んだダブリズムの列2と、第2の凸レンズ3と、水平スリット4を有する遮光板5と、面上にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズ6と、撮像面7を持つ撮像手段とからなる。ここでスリット4をx軸と平行に、xz面が水平面になるように直交座標をとると、ダブリズムの反射面はyz面と平行であり、反射面を外側に向けて対をなしたものがx軸と平行に並んでいる。ダブリズムは同じ向きに並んだものでも基本的な機能は変わらないが、このように対をなして置くことで被写体からの光線を効率よく利用でき好ましい。さらに相対するダブリズムの平行面の間には遮光板9が置かれ、隣接するダブリズムから漏れる光線が迷光となって画質を低下させるのを防いでいる。図中ではダブリズム間に隙間があるように見えるが、実際には隙間なく並べられるのが好ましい。またレンチキュラーレンズ6はy軸と平行なシリンドリカルレンズがx方向に並んだものとなる。視野角の広い立体像を撮影するためには、対物レンズ1と凸レンズ3はその焦点距離に対してx方向の幅が広いものを使用するのが好ましい。このようなレンズは通常大型かつ肉厚で高価なものとなるが、フレネルレンズを使うことで安価にすることができる。撮像手段は感光フィルムや写真乾板あるいはCCDなどの撮像素子であり、感光フィルムや写真乾板では撮像面7は感光面を表す。感光フィルムや写真乾板を用いて撮影する場合にはさらに露光を制御する手段が必要があるが、これには遮光板5に近接して水平スリット4を開閉するシャッターを設けるか、レンチキュラーレンズ6の前面にフォーカルプレーンシャッターを設けるなどすればよい。

10

20

## 【0034】

まず対物レンズ1の焦点距離 $f_1$ と第2の凸レンズ3の焦点距離 $f_2$ が等しい請求項2について説明する。図2にxz面の平面図を示す。撮像面7は凸レンズ3から $f_2$ だけ離れた位置に置かれ、対物レンズ1から $f_1$ だけ離れた位置に被写体のピント面8が存在する。ピント面8上で光軸(対物レンズ1と凸レンズ3の中心軸)から $a$ だけ離れた点から発する光は対物レンズ1で光軸と $\tan^{-1}(a/f_1)$ である角度をなす平行光に変換され、ダブリズムの機能によって角度が反転され、光軸と角度 $-\tan^{-1}(a/f_1)$ をなす平行光になり、さらに凸レンズ3から $f_2$ だけ離れた撮像面7上で光軸から $f_2 \tan(-\tan^{-1}(a/f_1))$ だけ離れた位置に達するが、 $f_1 = f_2$ であるので $f_2 \tan(-\tan^{-1}(a/f_1)) = -f_1 \tan^{-1}(a/f_1) = -a$ となる。このようにして撮像面7にはピント面8の等倍像が投影されるが、このとき被写体から発する光線の角度 $\theta$ と、同光線撮像面に達する際の入射角 $\theta'$ は符号が逆で大きさも同程度となっている。両角度の大きさの違いはダブリズムの大きさに依存しており、ダブリズムが十分小さければ両角度はほとんど等くなる。この光線はレンチキュラーレンズ6を通して撮像面7に投影されるが、この様子を図4の部分拡大図を使ってさらに説明する。撮像面7はレンチキュラーレンズ6から各シリンドリカルレンズの焦点距離にほぼ等しい距離だけ離れているため、撮像面7には各シリンドリカルレンズに入射する光線の角度分布に対応するものが、それぞれのシリンドリカルレンズに対応する像として形成される。厳密にはレンチキュラーレンズ6と撮像面7の距離がシリンドリカルレンズの焦点距離に等しいときに各投影像は入射する光線の角度分布となり、このとき最も焦点深度が深い立体像が得られる。逆にレンチキュラーレンズ6と撮像面7の距離をシリンドリカルレンズの焦点距離とは若干異なるものとすることにより、特定のピント面を有する立体像を得ることができる。ただこの距離をシリンドリカルレンズの焦点距離と大きく異なるものとするとは焦点深度が浅くなりすぎて好ましくない。

30

40

## 【0035】

図3にyz面の平面図を示し鉛直面内での機能を説明する。xz面内と同様に対物レンズ1と凸レンズ3によって8の位置の像が撮像面7に投影される。ここでダブリズム列2とレンチキュラーレンズ6はyz面内で特別な機能を有さないため投影像は平面的な像と

50

なる。この際、遮光板 5 無しでは極めて焦点深度が浅い像となるが、立体像はある程度深い焦点深度がなければ平面像に対する優位性が無く、存在価値が無くなって好ましくない。このため水平スリット 4 を有する遮光板 5 で光線を絞り、焦点深度を稼ぐことが重要である。本実施例では遮光板 5 は凸レンズ 3 のレンチキュラーレンズ 6 側に置かれているが、被写体からレンチキュラーレンズ 6 までのいずれの位置に置かれてもよい。水平スリット 4 の位置が観測者の目の位置を決めるもので、これによって近くにあるものが大きく、遠くのもものが小さく見える平面像の遠近感が決定される。

#### 【0036】

本立体像撮影装置によって撮影された立体像は、特願 2002-112824 に記載されている負の線描立体像にあたり、同明細書に示された立体像表示装置によって表示することができる。該立体像を表示する装置の一例を図 10 に示す。本装置はレンチキュラーレンズ 35 と立体像を記録した面 34 からなる。記録面 34 は実際には印画紙、フィルムあるいは同様の像を表示する液晶パネルなどである。これらは図 10 左に示したように重ねられるが、このとき撮影像の各シリンドリカルレンズに対応する短冊状の各像に対し、レンチキュラーレンズ 35 の各シリンドリカルレンズが 1 対 1 で対応する。請求項 2 による等倍の撮影像についてはレンチキュラーレンズ 35 と記録面 34 の関係は撮影装置におけるレンチキュラーレンズ 6 と撮像面 7 の関係と全く同じになるため、撮影時と同じレンチキュラーレンズを使って表示ができるメリットがある。これを利用すればレンチキュラーレンズの平面の側に感光剤を塗布し、これを図 1 のレンチキュラーレンズ 6 と撮像面 7 として立体像を撮影し、これをポジ現像してそのまま表示装置に利用することもできる。

#### 【0037】

図 1 の装置において、対物レンズの焦点距離  $f_1$  と第 2 の凸レンズの焦点距離  $f_2$  が異なる場合は、撮像面 7 と第 2 の凸レンズの間隔を  $f_2$  とすれば、撮像面 7 には  $f_2 / f_1$  に拡大ないし縮小された像が投影され、拡大撮影ないし縮小撮影をすることができる。この場合も撮影された像は上記した構造の表示装置で表示することが可能な立体像である。しかしながらこのとき、図 2 における  $\theta$  が  $\theta'$  とほぼ等しくなるという関係が崩れるため、表示装置に使うレンチキュラーレンズは撮影時のレンチキュラーレンズとはシリンドリカルレンズの形状やピッチも厚さも異なるものになる。

#### 【0038】

表示装置に使うレンチキュラーレンズ 35 のシリンドリカルレンズ形状とピッチ及び厚さは、比較的容易な計算で求めることができるが、さらに工夫を施した請求項 3, 4 の立体像撮影装置を用いれば、撮影時のレンチキュラーレンズとピッチの等しいレンチキュラーレンズで表示することができる。

#### 【0039】

図 7 は被写体を拡大撮影する請求項 4 の立体像撮影装置の光学系である。さらに本装置の  $xz$  面における平面図を図 8 に示した。本装置では第 2 の凸レンズ 17 の焦点距離  $f_2$  は対物レンズ 14 の焦点距離  $f_1$  より長く、レンチキュラーレンズ 19 の前に第 3 の凸レンズ 18 が置かれている。凸レンズ 17 と凸レンズ 18 の距離  $L_1$  は  $f_2$  より小さく、凸レンズ 18 の焦点距離  $f_3$  は数 1 で表される。被写体のピント面 21 は対物レンズ 14 から  $f_1$  だけ離れた位置に存在する。図 8 の平面図において被写体より  $z$  軸に平行に進む光線 22 は、凸レンズ 17 を出た時点で広がる光線になるが、凸レンズ 18 の働きで再び  $z$  軸に平行な光線 23 になってレンチキュラーレンズ 19 に入射する。このようにして被写体から  $z$  軸に平行に発した光線がレンチキュラーレンズ 19 に入射する際にも  $z$  軸に平行になることにより、撮影された立体像は撮影時のレンチキュラーレンズとピッチの等しいレンチキュラーレンズで再生できるものとなる。なお凸レンズ 18 により焦点面が移動するため、凸レンズ 17 と撮像面までの距離は数 2 で表される  $L_2$  に等しくするのが好ましい。

#### 【0040】

ここで角度が保存されるのは  $z$  軸に平行な光線のみで、それ以外の光線は像の拡大に伴い角度が変わってしまうので、表示時のレンチキュラーレンズの厚さはそれに伴って変える

必要がある。簡単には撮影時のレンチキュラーレンズの厚さに像の倍率の逆数をかけたものとすればよい。さらにこれに伴ってシリンドリカルレンズの曲率（焦点距離）も立体像とシリンドリカルレンズの距離がその焦点距離にほぼ等しくなるように変えるのが好ましい。

#### 【0041】

以上は  $f_1 < f_2$  で拡大撮影する装置について説明したが、請求項3のように  $f_1 > f_2$  であれば縮小撮影の装置となる。図9は縮小像を撮影する請求項3の立体像撮影装置の平面図である。本装置では第2の凸レンズ27の焦点距離  $f_2$  は対物レンズ24の焦点距離  $f_1$  より短く、レンチキュラーレンズ29の前には凹レンズ28が置かれている。ここで凹レンズ28の負の焦点距離  $f_3$  は数1で表され、距離  $L_2$  は数2で表される。同図において被写体より  $z$  軸に平行に進む光線32は、凸レンズ27を出た時点で集束する光線になるが、凹レンズ28の働きで再び  $z$  軸に平行な光線33になってレンチキュラーレンズ29に入射する。本装置を用いれば撮影時のレンチキュラーレンズとピッチの等しいレンチキュラーレンズで再生できる立体像が撮影できる。

10

#### 【0042】

図1や図7の立体像撮影装置において、レンチキュラーレンズ6や19は  $y$  軸に平行なスリットが  $x$  方向に並んだスリット板に置き換えることができる。図5はその様子を示したものである。スリット板10は  $y$  軸に平行なスリットが等間隔で  $x$  方向に並んだもので、これが図1や図7のレンチキュラーレンズの代わりに撮像面の前に置かれる。スリット板10と撮像面7は平行で、その間隔とスリット板10のスリットのピッチの比が、第2の凸レンズとスリット板10の距離と同レンズの幅の比に等しくすれば、撮像面の全面を有効に使うことができる。またスリット板10と撮像面7の間隔を等しく保つためには、両者の間に透明な板を置き、スリット板10と撮像面7をその透明板に密着させて位置決めをする方法がある。この場合スリット板10は、該透明板の片面にスリット列を有する遮光パターンを印刷するなりして遮光層を形成したもので代用することができ、この場合は該遮光層がスリット板であると見なすことができる。

20

#### 【0043】

レンチキュラーレンズを使った請求項1～4の立体像撮影装置では、シリンドリカルレンズの集束作用を使って入射光の角度分布に対する像を作るのに対し、スリット板を用いる請求項5～8の立体像撮影装置においては、ピンホールレンズの原理によって同様の像を形成する。後者では焦点深度が深い像が得られる一方、像の解像度がスリットの幅で決まってしまうためスリット幅を十分狭くとる必要がある。このためレンチキュラーレンズを使う前者に比べて使える光の量が著しく少なくなるという問題がある。このため動きのある被写体のように露光時間を長くとれない場合には、レンチキュラーレンズを用いる請求項1～4の立体像撮影装置の方が適している。

30

#### 【0044】

請求項1～4の立体像撮影装置において、より焦点深度の深い立体像を撮影するためには、図6に示すようなレンチキュラーレンズ11を用いる方法がある。レンチキュラーレンズ11は、シリンドリカルレンズ12と遮光部13が交互に並んだもので、シリンドリカルレンズ12の並ぶ間隔はレンチキュラーレンズ6や19と同じである。このように有効なシリンドリカルレンズの幅を減少する事で焦点深度は深くなり、レンズの収差も小さくできるので画質の向上も期待できる。一方使用する光量は減少するが、スリット板を使う時のような著しい減少ではないので、若干感度が低下する程度の副作用で済む。

40

#### 【0045】

図11に本発明請求項9の立体像撮影装置の光学系の斜視図を示す。本実施例は屋根状に直交する反射面がその稜線に垂直な方向に多数並んでなる反射面群38、凸レンズ37、ハーフミラー36、水平スリット39を有する遮光板40、面上にシリンドリカルレンズが並んでなるレンチキュラーレンズ41と、撮像面42を持つ撮像手段とからなる。ここで反射面群の稜線を  $y$  軸と平行に、並ぶ方向を  $x$  軸と平行にとり、 $xz$  面が水平面になるように直交座標をとると、反射面群38は  $xz$  面と垂直で  $z$  軸に対して  $\pm 45$  度をなす短

50

冊状の反射面が交互に並んだもので、凸レンズ 37 は反射面群 38 の前に平行に置かれ、ハーフミラー 36 は x 軸と平行で z 軸に対して 45 度をなして傾斜し、遮光板 40、レンチキュラーレンズ 41、撮像面 42 は xz 面と平行である。被写体からの光は図の太線矢印の経路で撮像面に投影される。すなわちまずハーフミラー 36 を透過して凸レンズ 37 に入り、これを通過して反射面群 38 で反射し、再び凸レンズ 37 を通った後ハーフミラー 36 で反射して水平スリット 39 を通ってレンチキュラーレンズ 41 を通じて撮像面 42 に投影される。反射面群 38 には、例えば頂角が直角である階段状の形状をした面に金属メッキなどを施して反射面としたものなどが使われる。またレンチキュラーレンズ 41 は z 軸と平行なシリンドリカルレンズが x 方向に並んだものとなる。撮像手段 42 に感光フィルムや写真乾板を用いる場合には露光を制御する手段が必要があるが、これには遮光板 40 に近接して水平スリット 39 を開閉するシャッターを設けるか、レンチキュラーレンズ 41 の前面にフォーカルプレーンシャッターを設けるなどすればよい。

10

#### 【0046】

まず水平面内の機能について説明する。図 12 に xz 面の平面図を示す。凸レンズ 37 からその焦点距離  $f_1$  だけ離れた位置に被写体のピント面 43 が存在し、ピント面 43 上で光軸（凸レンズ 37 の中心軸）から  $a$  だけ離れた点から発する光は凸レンズ 37 で光軸と  $\tan^{-1} a/f_1$  である角度をなす平行光に変換され、反射面群 38 の直交する反射面の機能によって向きが反転され、逆方向に進む平行光になり、再び凸レンズ 37 を通って集束され、ピント面 43 上の同じ位置に戻ってゆく。ここで反射面群 38 の各反射面対の幅が十分小さければ、被写体から発する光はその位置だけでなく、方向までほとんど変わらず戻ってくることになる。そこで凸レンズ 37 から被写体側に戻ってくる光をハーフミラー 36 を使って反射し、ピント面 43 に当たる位置、すなわち凸レンズ 37 からハーフミラー 36 を反射する光路にそって  $f_1$  だけ離れた位置にレンチキュラーレンズ 41 と撮像面 42 を置けば、そこに光線の位置と角度分布が保たれる像が投影されることになる。本装置における反射面群 38 の機能は図 1 におけるダブリズム列の機能と同じであり、撮像面 42 には図 1 の装置と同様の理由で同じ性質の立体像が投影されることになる。

20

#### 【0047】

図 13 に yz 面の平面図を示し鉛直面内での機能を説明する。xz 面内と同様に凸レンズ 37 を二度通過して 43 の位置の像が撮像面 42 に投影される。ここで反射面群 38 は平面鏡と同様の機能となり、投影像は平面的な像となるが、遮光板 40 無しでは極めて焦点深度が浅い像になってしまう。このため図 1 の装置と同様に水平スリット 39 を有する遮光板 40 で光線を絞り、焦点深度を稼いでいる。本実施例では遮光板 40 はハーフミラー 36 からレンチキュラーレンズ 41 に向かう位置に置かれているが、被写体からハーフミラー 36 までの間に置かれてもよい。水平スリット 39 の位置によって近くにあるものが大きく、遠くのもの小さく見える平面像の遠近感が決定されるので、撮影した立体像を観測する際の条件などを考慮してその位置を決める必要がある。

30

#### 【0048】

図 14 は本発明請求項 11 の立体像撮影装置の光学系の斜視図である。本実施例は図 11 の反射面群 38 を、y 軸方向の幅が狭く線状になった反射面群 44 に置き換え、遮光板 40 を省いたものである。図 15 に yz 面の平面図を示すように反射群 44 が水平スリットの役割を果たし、焦点深度を深めるとともに遠近感を作っているため水平スリットは不要になる。

40

#### 【0049】

一枚の凸レンズ 37 で構成される図 11 や図 14 の立体像撮影装置は撮像面 42 上に等倍像を投影するものであり、拡大像や縮小像を撮影することはできない。これに対して複数の凸レンズを使用する請求項 13 によれば、等倍像に限らず拡大像や縮小像をも撮影することができる。図 16 は請求項 13 による立体像撮影装置の光学系の斜視図である。被写体からの光はまず対物レンズ 45 を通り、ハーフミラー 46 を透過してから反射面群 47 で反射し、ハーフミラー 46 で反射して第 2 の凸レンズ 48 に入り、これを通過後水平ス

50

リット 49 を通ってレンチキュラーレンズ 51 を通じて撮像面 52 に投影される。対物レンズ 45 と第 2 の凸レンズ 48 は反射面群 47 から等しい光路長だけ離れた位置にあり、対物レンズ 45 とピント面 53 の距離は対物レンズ 45 の焦点距離  $f_1$  に等しく、第 2 の凸レンズ 48 と撮像面 52 の距離は凸レンズ 48 の焦点距離  $f_2$  に等しい。先に説明したとおり反射面群 47 は図 1 の装置のダブリズム列 2 と同様の機能を有し、本装置は対物レンズ 45 と第 2 の凸レンズ 48 によって図 1 の装置と同様の機能を持つ立体像撮影装置となり、撮像面 52 には倍率  $f_2 / f_1$  の像が投影される。

#### 【0050】

図 16 の立体像撮影装置においても、請求項 11 と同様に反射面群 47 を、 $y$  軸方向の幅が狭く線状になった反射面群に置き換えれば、遮光板 50 を省くことができる。さらにこのような反射面群を使う場合には、図 17 に示すように反射面群 55 を傾斜して置き、ハーフミラーを用いない装置とすることが可能である。本装置ではピント面 59 の前後にある被写体からの光は対物レンズ 54 を通り、反射面群 55 で反射して第 2 の凸レンズ 56 に入り、これを通過してレンチキュラーレンズ 57 を通じて撮像面 58 に投影される。図 18 は  $yz$  面の平面図である。図 18 から解るように反射面群 55 が対物レンズ 54 及び凸レンズ 56 と平行でなくとも、反射面群 55 は幅を狭くすることでこれを反射する光線の対物レンズ 54 と凸レンズ 56 までの光路長をほぼ等しくすることができ、請求項 13, 14 と同様に立体像を撮影することができる。正確には本装置の撮影像は図 14 の装置の撮影像と鏡像の関係にあり、かつ反射面群 55 の反射光量が反射角によって異なるため、撮影像には図 18 の矢印 60 に示す方向に明るさが低下する不均一を生じる。従って実際の撮影では、この不均一を打ち消す濃度勾配を有する減光フィルターをレンチキュラーレンズ 57 の前に置いて撮影するのが好ましい。

10

20

#### 【0051】

以上説明した請求項 13, 14, 15 の立体像撮影装置において、対物レンズの焦点距離  $f_1$  と第 2 の凸レンズの焦点距離  $f_2$  が等しい場合には等倍像を撮影する装置となり、撮影像は撮影に用いたレンチキュラーレンズと同じレンチキュラーレンズを用いて表示することができる（請求項 16）。一方  $f_1$  と  $f_2$  が異なる場合は、 $f_2 / f_1$  に拡大ないし縮小された像が投影されるが、この際には先に請求項 3, 4 で説明したのと同様に、レンチキュラーレンズの前に凹レンズないし第 3 の凸レンズを置くことで、撮影に用いたレンチキュラーレンズと同じピッチのレンチキュラーレンズを用いて表示することができる撮影像を撮影することができる（請求項 17, 18）。

30

#### 【0052】

さらに請求項 13 ~ 18 の立体像撮影装置においては、レンチキュラーレンズを平行なスリットが多数並んだスリット板に置き換えることができる（請求項 19 ~ 24）。

#### 【0053】

本発明の請求項 25, 26 は、最もシンプルな装置で立体像を撮影することを追求したものである。請求項 25 の立体像撮影装置の光学系を図 19 に示す。本装置は直交する微小な反射面が線状に並んだ反射面群 61 とレンチキュラーレンズ 62 と撮像面 63 を有する撮像手段からなり、被写体からの光は反射面群 61 で反射してレンチキュラーレンズ 62 を通して撮像面 63 に投影される。これらを波線で示したような暗箱 65 に入れて反射面 61 からの反射光以外の光線がレンチキュラーレンズに入らないようにするだけで立体像の撮影ができる装置となる。ピント面 64 と撮像面 63 は反射面 61 から等しい距離を離れた位置に存在する。

40

#### 【0054】

図 20 は  $y = z$  の平面（ $y$  軸及び  $z$  軸と 45 度をなす平面）への投影図である。反射面群 61 を構成する微小な反射面はこの面と直交しており、同面内で頂角が 90 度である反射面対が並んだものとなっている。ピント面 64 から発する光は反射面群 61 の反射面対で反射して撮像面 63 に達するが、直交する 2 面で反射する光は平行で逆向きになり、撮像面 63 上での該光線の  $x$  座標とピント面 64 上の  $x$  座標とのずれ  $d$  は該反射面対の幅以下になる。従って撮像面には該反射面対の幅と同程度の解像度でピント面 64 の像が結ばれ

50

ることになる。例えば該反射面对の幅が0.1ミリであれば、原理的には解像度0.1ミリ程度の像が得られるわけであるが、実際には反射面对の角度精度にも依存するため、実際の解像度はこれより若干劣るものとなる。このように本平面内においては撮像面63に向かう光線はピント面64における位置と角度が再現されているので、撮像面63の前に置かれたレンチキュラーレンズ62によって角度分布の像に変換されて撮像面63に投影される。

【0055】

図21は本装置のyz面の平面図である。この面内においては反射面群61とレンチキュラーレンズ62は特別な機能を示さず、ピンホールカメラの原理によってピント面64の等倍像が撮像面に投影される。投影像の解像度は反射面群61の幅の2倍になり、例えば反射面群61の幅が0.1ミリなら投影像の解像度は0.2ミリということになる。さらに投影像には反射光量の反射角依存性に起因する明るさの不均一が存在し、明るさは矢印66の方向に減少するため、実際の撮影では、この不均一を打ち消す濃度勾配を有する減光フィルターをレンチキュラーレンズ62の前に置いて撮影するのが好ましい。

10

【0056】

また図14の装置から凸レンズ37を除いても請求項25の他の実施例とすることができる。この場合にはーフミラーによる光線の損失がある一方で、図19の実施例に存在する明るさの不均一が存在しないというメリットがある。

【0057】

さらに請求項25の立体像撮影装置において、レンチキュラーレンズを平行なスリットが多数並んだスリット板に置き換えれば、同様な機能を有する請求項26の立体像撮影装置となる。

20

【0058】

請求項25, 26の装置によって撮影された立体像は、請求項1~24の立体像撮影装置で撮影された立体像と同様、特願2002-112824に記載されている負の線描立体像にあたり、同様の立体像表示装置によって表示することができる。

【0059】

【発明の効果】

本発明のによれば簡単な装置で立体像を撮影することができ、さらに撮影した立体像は簡単な表示装置で見ることができる。この際には特殊な眼鏡やビューアを使う必要がないので、不特定の複数人間が同時に鑑賞することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1および請求項2による立体像撮影装置の実施例である。

【図2】図1の実施例を上方から見た平面図である。

【図3】図1の実施例を側面から見た平面図である。

【図4】図1の実施例の撮影原理を説明する部分拡大図である。

【図5】本発明の請求項5~8, 10, 12, 19~24, 26に使われるスリット板の説明図である。

【図6】本発明の請求項1~4, 9, 11, 13~18, 25に使われるレンチキュラーレンズの一例を説明する図である。

40

【図7】本発明の請求項4による立体像撮影装置の実施例である。

【図8】図7の実施例を上方から見た平面図である。

【図9】本発明の請求項3による立体像撮影装置の実施例の平面図である。

【図10】本発明による撮影像を表示する立体像表示装置の一例である。

【図11】本発明の請求項9による立体像撮影装置の実施例である。

【図12】図11の装置の原理を説明する平面図である。

【図13】図11の実施例を側面から見た平面図である。

【図14】本発明の請求項11による立体像撮影装置の実施例である。

【図15】図14の実施例を側面から見た平面図である。

【図16】本発明の請求項13による立体像撮影装置の実施例である。

50

【図 17】本発明の請求項 15 による立体像撮影装置の実施例である。

【図 18】図 17 の実施例を側面から見た平面図である。

【図 19】本発明の請求項 25 による立体像撮影装置の実施例である。

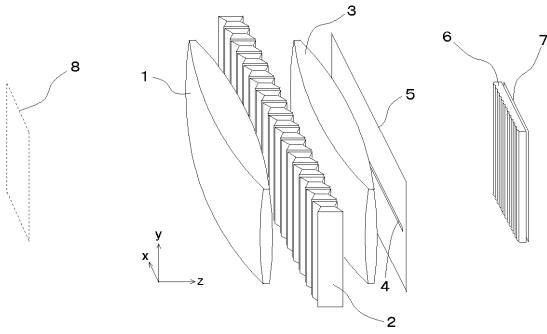
【図 20】図 19 の装置の原理を説明する平面図である。

【図 21】図 19 の実施例を側面から見た平面図である。

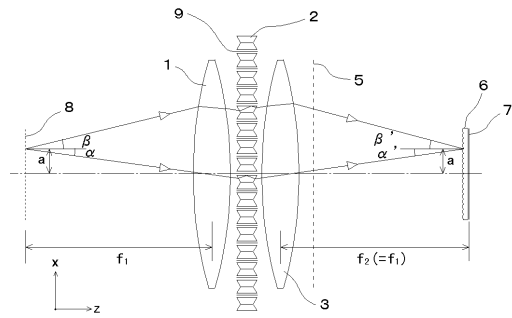
【符号の説明】

1, 14, 24	・・・	対物レンズ(凸レンズ)	
2, 15, 26	・・・	ダブルプリズム列	
3, 17, 27	・・・	第 2 の凸レンズ	
4	・・・	水平スリット	10
5, 16, 25	・・・	水平スリットを有する遮光板	
6, 19, 29, 35	・・・	レンチキュラーレンズ	
7, 20, 30	・・・	撮像面	
8, 21, 31	・・・	ピント面	
9	・・・	遮光板	
10	・・・	スリット板	
11	・・・	シリンダリカルレンズの間に遮光部を有するレンチキュラーレンズ	
12	・・・	シリンダリカルレンズ	
13	・・・	遮光部	
18	・・・	第 3 の凸レンズ	20
22, 32	・・・	ピント面から z 軸に平行に進む光線	
23, 33	・・・	レンチキュラーレンズに入射する光線	
28	・・・	凹レンズ	
34	・・・	撮影像	
36, 46	・・・	ハーフミラー	
37	・・・	凸レンズ	
38, 47	・・・	反射面群	
39, 49	・・・	水平スリット	
40, 50	・・・	水平スリットを有する遮光板	
41, 51, 57, 62	・・・	レンチキュラーレンズ	30
42, 52, 58, 63	・・・	撮像面	
43, 53, 59, 64	・・・	ピント面	
44, 55, 61	・・・	微小な反射面が並んだ反射面群	
45, 54	・・・	対物レンズ(凸レンズ)	
48, 56	・・・	第 2 の凸レンズ	
60, 66	・・・	像の明るさの勾配を表す矢印	
65	・・・	暗箱	

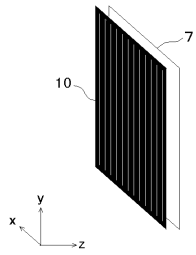
【図 1】



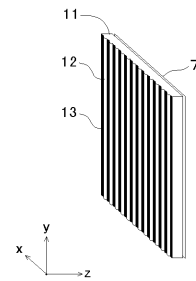
【図 2】



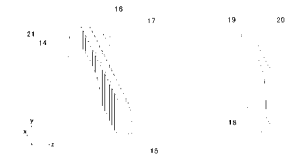
【図 5】



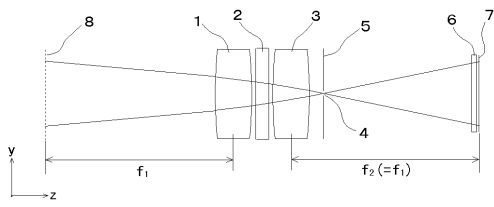
【図 6】



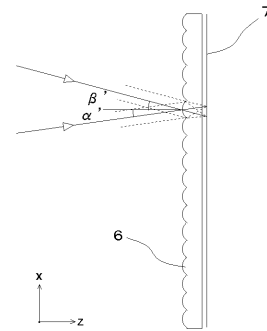
【図 7】



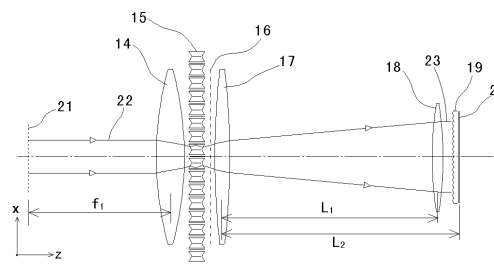
【図 3】



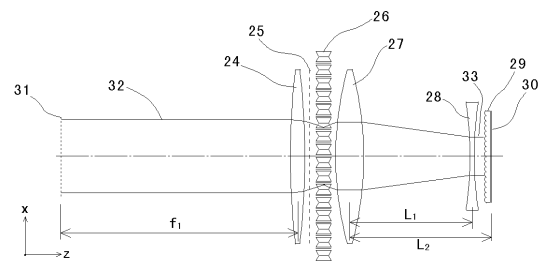
【図 4】



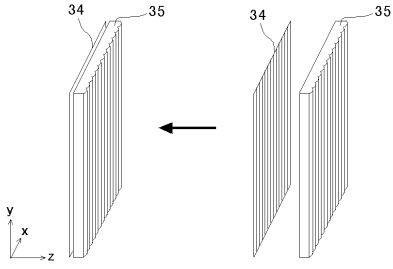
【図 8】



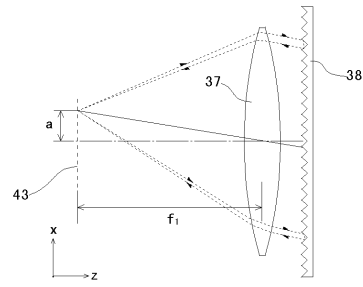
【図 9】



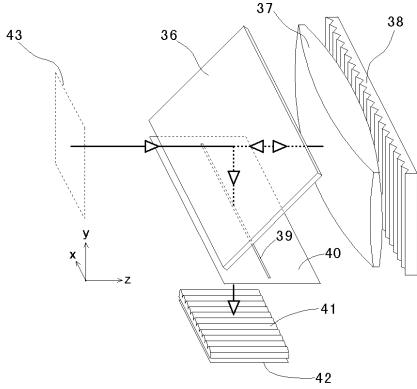
【図 10】



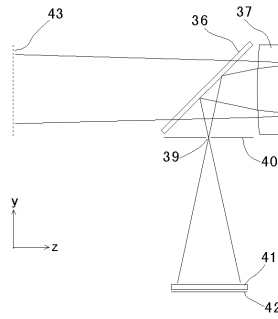
【図 12】



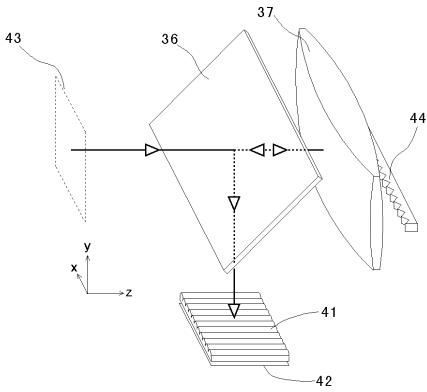
【図 11】



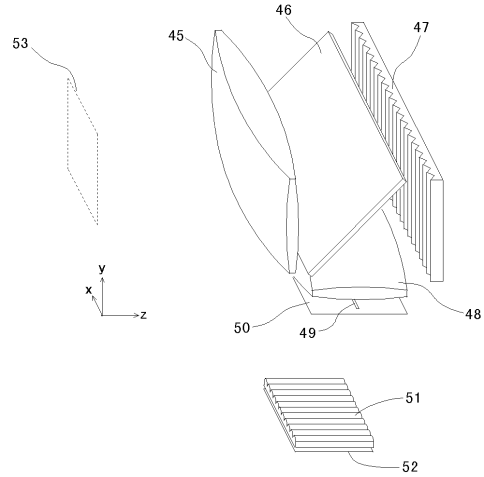
【図 13】



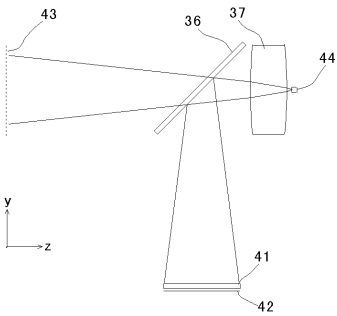
【図 14】



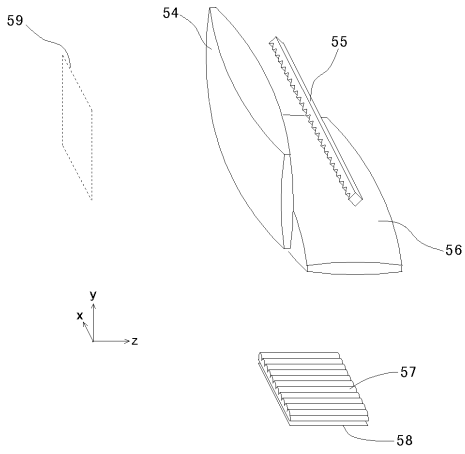
【図 16】



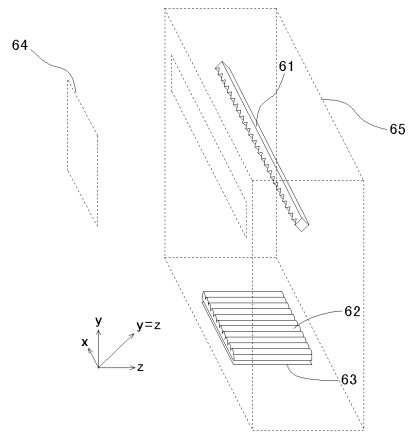
【図 15】



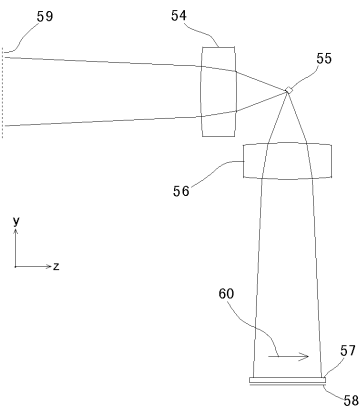
【 図 17 】



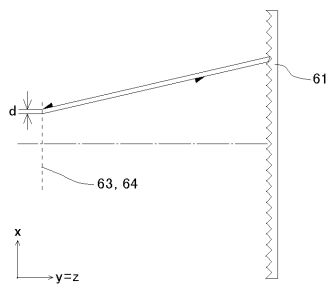
【 図 19 】



【 図 18 】



【 図 20 】



【 図 21 】

