

(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2018-18111
(P2018-18111A)

(43) 公開日 平成30年2月1日(2018. 2. 1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 2 B 26/10 (2006. 01)	GO 2 B 26/10	C 2 H 0 4 5
GO 2 B 27/01 (2006. 01)	GO 2 B 27/01	2 H 1 9 9
GO 2 B 27/48 (2006. 01)	GO 2 B 27/48	

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2017-212527 (P2017-212527)	(71) 出願人	000006747
(22) 出願日	平成29年11月2日 (2017. 11. 2)		株式会社リコー
(62) 分割の表示	特願2013-226837 (P2013-226837) の分割	(74) 代理人	100127111
原出願日	平成25年10月31日 (2013. 10. 31)		弁理士 工藤 修一
(31) 優先権主張番号	特願2012-279732 (P2012-279732)	(72) 発明者	齊所 賢一郎
(32) 優先日	平成24年12月21日 (2012. 12. 21)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		会社リコー内
		(72) 発明者	稲本 慎
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	佐藤 康弘
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式
			会社リコー内

最終頁に続く

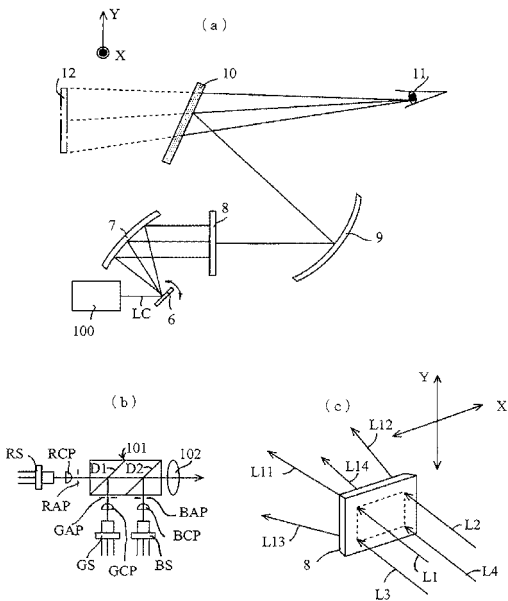
(54) 【発明の名称】 画像表示装置および移動体

(57) 【要約】

【課題】 新規な虚像形成装置の実現を課題とする。

【解決手段】 虚像形成装置は、光源部 1 0 0 と、該光源部からの光によって画像を形成するための画像形成素子 6 と、前記画像を形成する光が照射され、当該光を拡散させるレンズが 2 次元的に配列されたレンズアレイ 8 と、を備え、前記レンズで拡散された光により、交差する 2 方向で画角の異なる虚像 1 2 を形成する装置において、前記虚像は、第 1 方向における画角が、当該第 1 方向に交差する第 2 方向における画角より大きくなるように形成され、前記レンズアレイに 2 次元的に配列されたレンズは、光束断面における前記第 1 方向の長さが、前記第 2 方向の長さより大きくなるように、光を射出する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像信号により強度変調されるコヒーレントな画素表示用ビームを、2次元偏向手段により2次的に偏向させ、偏向された画素表示用ビームにより、被走査面素子を2次的に走査して、前記被走査面素子に2次元画像を形成する2次元画像表示装置用の光走査装置において、

被走査面素子は、前記画素表示用ビームのビーム径より大きく、前記画素表示用ビームを拡散させる六角形形状の微細凸レンズが密接して配列された微細凸レンズ構造を有し、

微細凸レンズ構造において隣接する六角形形状の微細凸レンズの境界部の曲率半径： r が、画素表示用ビームを構成するコヒーレント光の波長： λ よりも小さいことを特徴とする2次元画像表示装置用の光走査装置。

10

【請求項 2】

画像信号により強度変調されるコヒーレントな画素表示用ビームを、2次元偏向手段により2次的に偏向させ、偏向された画素表示用ビームにより、被走査面素子を2次的に走査して、前記被走査面素子に2次元画像を形成する2次元画像表示装置用の光走査装置において、

被走査面素子は、前記画素表示用ビームのビーム径より大きく、前記画素表示用ビームを拡散させる六角形形状の微細凸レンズが密接して配列された微細凸レンズ構造を有し、

画素表示用ビームが、2以上の光源から放射された互いに波長の異なるコヒーレント光を1ビームに合成したものであり、

20

前記微細凸レンズ構造において隣接する微細凸レンズの境界部の曲率半径： r が、画素表示用ビームを構成する複数のコヒーレント光の波長のうちの最長波長： λ_m よりも小さいことを特徴とする2次元画像表示装置用の光走査装置。

【請求項 3】

画像信号により強度変調されるコヒーレントな画素表示用ビームを、2次元偏向手段により2次的に偏向させ、偏向された画素表示用ビームにより、被走査面素子を2次的に走査して、前記被走査面素子に2次元画像を形成する2次元画像表示装置用の光走査装置において、

被走査面素子は、前記画素表示用ビームを拡散させる微細凸レンズが密接して配列された微細凸レンズ構造を有し、

30

微細凸レンズのレンズ面が非球面形状であり、レンズ面光軸が、被走査面素子の基準面に対して直交方向から傾いていることを特徴とする2次元画像表示装置用の光走査装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 の任意の 1 に記載の 2 次元画像表示装置用の光走査装置において、

六角形形状の微細凸レンズのハニカム型配列は、配列される微細凸レンズの Y 方向の上辺が、X 方向に平行となるアームチェア型配列であることを特徴とする 2 次元画像表示装置用の光走査装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 の任意の 1 に記載の 2 次元画像表示装置用の光走査装置において、

2 次元偏向手段により 2 次的に偏向された画素表示用ビームの偏向範囲を調整し、被走査面素子の走査範囲を規制する偏向範囲規制手段を有することを特徴とする 2 次元画像表示装置用の光走査装置。

40

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 の任意の 1 に記載の 2 次元画像表示装置用の光走査装置において、

被走査面素子に形成された微細凸レンズがアナモフィックなレンズであって、画素表示用ビームを拡散させる拡散角が、2次元画像の横方向において縦方向よりも広いことを特徴とする 2 次元画像表示装置用の光走査装置。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の任意の 1 に記載の 2 次元画像表示装置用の光走査装置において、

被走査面素子に形成された微細凸レンズから射出する発散光束の断面形状は、2次元画

50

像の横方向において縦方向よりも長いことを特徴とする２次元画像表示装置用の光走査装置。

【請求項 ８】

請求項 １～７の任意の １に記載の２次元画像表示装置用の光走査装置に用いられる被走査面素子。

【請求項 ９】

画像信号により強度変調されるコヒーレントな画素表示用ビームを、２次元偏向手段により２次元的に偏向させ、偏向された画素表示用ビームにより、被走査面素子を２次元的に走査して、前記被走査面素子に２次元画像を形成し、該２次元画像を虚像結像光学系により拡大虚像として結像させ、前記拡大虚像の結像位置より手前に設けた反射面素子により結像光束を観察部側へ反射させる２次元画像表示装置であって、

２次元画像を形成する光走査装置として、請求項 １～７の任意の １に記載のものをを用いることを特徴とする２次元画像表示装置。

【請求項 １０】

請求項 ９記載の２次元画像表示装置において、

運転可能な移動体の運転席前方のフロントガラスを反射面素子として、前記移動体に搭載され、前記フロントガラスの前方に結像した拡大虚像を、前記運転席から観察可能としたことを特徴とする２次元画像表示装置。

【請求項 １１】

マイクロレンズアレイと、該マイクロレンズアレイを画像表示用ビームで２次元的に走査するための走査手段とを有する２次元画像表示装置において、

前記マイクロレンズアレイを構成するマイクロレンズは、請求項 １～３の任意の １に記載の微細凸レンズであって、光軸に直交し、互いに直交する２方向において異なる曲率の凸面を有することを特徴とする２次元画像表示装置。

【請求項 １２】

請求項 １１記載の２次元画像表示装置において、

前記画像表示用ビームは、長手方向と短手方向とがある像を形成し、

前記マイクロレンズの前記凸面は、前記短手方向の曲率よりも長手方向の曲率の方が大きいことを特徴とする２次元画像表示装置。

【請求項 １３】

請求項 １１または １２に記載の２次元画像表示装置において、

マイクロレンズアレイは、各マイクロレンズが六角形形状で、各マイクロレンズが稠密に配置されていることを特徴とする２次元画像表示装置。

【請求項 １４】

請求項 １１乃至 １３の何れか １項に記載の２次元画像表示装置を有する移動体であって、

マイクロレンズアレイのマイクロレンズの拡散作用により拡散された光束の断面形状の長手方向が、地平線に対して平行となるように２次元画像表示装置が配置されている移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

この発明は、２次元画像表示装置及び２次元画像表示装置用の光走査装置および被走査面素子および移動体に関する。

【０００２】

この発明の２次元画像表示装置は、自動車、列車、船舶、ヘリコプター、飛行機など各種の、運転可能な移動体に「ヘッドアップディスプレイ装置」として搭載できる。

【背景技術】

【０００３】

光ビームを走査して２次元画像を表示する２次元画像表示装置は、ヘッドアップディス

10

20

30

40

50

プレイ装置等として提案され、実用化されつつある（特許文献 1、2）。

【0004】

このような 2 次元画像表示装置では、画像信号により強度変調される光ビームを、2 次元偏向手段により 2 次元的に偏向させる。

そして、偏向された光ビームにより、被走査面素子を 2 次元的に走査し、被走査面素子に 2 次元画像を形成する。

形成された 2 次元画像を、虚像結像光学系により拡大虚像として結像させる。

【0005】

そして、拡大虚像の結像位置よりも手前に設けた反射面素子により結像光束を観察部側へ反射させて観察する。

【0006】

2 次元画像形成に供する光ビームとしては、特許文献 1、2 に記載されたように、光エネルギー密度、指向性ともに高いレーザビームが好適である。

【0007】

しかし、レーザビームはコヒーレントであるため、スペックル等の「干渉性のノイズ」が観察画像に表れやすい。

このようなノイズを以下「干渉性ノイズ」と呼ぶ。典型的な干渉性ノイズは「干渉縞」である。

【0008】

「干渉性ノイズ」は、観察画像の像質を損ない、その視認性を悪くする。

【0009】

特許文献 1 は、干渉性ノイズを除去する方法として、以下の方法を開示している。

即ち、被走査面素子に、微小レンズ（凸シリンドリカルレンズ）を配列形成し、光走査するコヒーレントな光ビームのビーム径を、微小レンズの配列ピッチよりも小さくする。

【0010】

そして、光ビームが「微小レンズの境界部を跨いで照射しない」ように、光束の走査に同期して、光源をパルス発光させ、光ビームが微小レンズにのみ入射するようにする。

【0011】

別法として、光ビームが微小レンズの境界部を照射しないように「境界部に遮光層を形成」する。

【0012】

これ等の方法は、干渉性ノイズ除去に有効である。

しかし、光ビームの走査に同期して、光源をパルス発光させ、光ビームが微小レンズにのみ入射するようにするのは、光源と走査部の構成が複雑化する。

【0013】

また、境界部に遮光層を形成する方法では、光ビームを連続走査できるが、遮光部による遮光で、表示される拡大虚像の輝度（明るさ）の低下を招来する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

この発明は、上述した事情に鑑みてなされたものである。

即ち、この発明は、コヒーレントな光束の 2 次元走査により表示される拡大虚像の明るさを保持しつつ、干渉性ノイズの視認性を有効に軽減することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

この発明の 2 次元画像表示装置用の光走査装置は、画像信号により強度変調されるコヒーレントな画素表示用ビームを、2 次元偏向手段により 2 次元的に偏向させ、偏向された画素表示用ビームにより、被走査面素子を 2 次元的に走査して、前記被走査面素子に 2 次元画像を形成する 2 次元画像表示装置用の光走査装置において、被走査面素子は、前記画素表示用ビームのビーム径より大きく、前記画素表示用ビームを拡散させる六角形形状の

10

20

30

40

50

微細凸レンズが密接して配列された微細凸レンズ構造を有し、微細凸レンズ構造において隣接する六角形形状の微細凸レンズの境界部の曲率半径： r が、画素表示用ビームを構成するコヒーレント光の波長： λ よりも小さいことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

この発明の2次元画像表示装置用の光走査装置では、微細凸レンズの境界部に遮光領域を用いる必要が無いため、表示される拡大虚像の明るさを良好に保持できる。

【0017】

微細凸レンズをハニカム型配列とすると、干渉性ノイズの発生する方向が3方向に分離されるため、干渉性ノイズのコントラストが低くなり、干渉性ノイズとして視認されにくい。

10

【0018】

また、実際のレンズ径よりも小さい画素を実効的に表現でき、実効画素数を向上させることが可能である。

【0019】

微細凸レンズのハニカム型配列における、アスペクト比： S_Y/S_X を1より大きくすれば、X方向の拡散の度合いを、Y方向の拡散の度合いよりも大きくできる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】2次元画像表示装置の実施の1形態を説明するための図である。

20

【図2】微細凸レンズによる拡散と干渉性ノイズ発生を説明するための図である。

【図3】干渉性ノイズの除去を説明するための図である。

【図4】微細凸レンズの配列形態例を3例示す図である。

【図5】微細凸レンズの配列形態の他の例を5例示す図である。

【図6】アナモフィックな微細凸レンズを説明するための図である。

【図7】被走査面素子の例を2例説明する図である。

【図8】微細凸レンズの配列形態の別の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、実施の形態を説明する。

30

図1は、2次元画像表示装置の実施の1形態を説明するための図である。

【0022】

図1に即して説明する2次元画像表示装置は、2次元のカラー画像を表示するヘッドアップディスプレイ装置であり、図1(a)に装置の全体を説明図的に示す。

【0023】

図1(a)において、符号100で示す部分は「光源部」であり、この光源部100からカラー画像表示用の画素表示用ビームLCが放射される。

【0024】

画素表示用ビームLCは、赤（以下「R」と表示する。）、緑（以下「G」と表示する。）、青（以下「B」と表示する。）の3色のビームを1本に合成したビームである。

40

【0025】

即ち、光源部100は、例えば、図1(b)の如き構成となっている。

【0026】

図1(b)において、符号RS、GS、BSで示す半導体レーザは、それぞれR、G、Bのレーザ光を放射する。

【0027】

符号RCP、GCP、BCPで示すカップリングレンズは、半導体レーザRS、GS、BSから放射される各レーザ光の発散性を抑制する。

【0028】

カップリングレンズRCP、GCP、BCPにより発散性を抑制された各色レーザ光束

50

は、アパーチャRAP、GAP、BAPにより光束径を規制される。

【0029】

光束径を規制された各色レーザ光束はビーム合成プリズム101に入射する。

ビーム合成プリズム101は、R色光を透過させG色光を反射するダイクロイック膜D1と、R・G色光を透過させB色光を反射するダイクロイック膜D2を有する。

【0030】

従って、ビーム合成プリズム101からは、R、G、Bの各色レーザ光束が1本の光束に合成されて射出する。

【0031】

射出する光束は、レンズ102により所定の光束径の「平行ビーム」に変換される。

この「平行ビーム」が、画素表示用ビームLCである。

10

【0032】

画素表示用ビームLCを構成するR、G、Bの各色レーザ光束は、表示すべき「2次元のカラー画像」の画像信号により強度変調されている。

【0033】

即ち、半導体レーザRS、GS、BSは、図示されない駆動手段により、R、G、Bの各色成分の画像信号により発光強度を変調される。

【0034】

光源部100から射出した画素表示用ビームLCは、2次元偏向手段6に入射し、2次元的に偏向される。

20

2次元偏向手段6は、この形態例では、微小なミラーを「互いに直交する2軸」を揺動軸として揺動するように構成されたものである。

【0035】

即ち、2次元偏向手段6は具体的には、半導体プロセス等で微小揺動ミラー素子として作製されたMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) である。

【0036】

2次元偏向手段は、この例に限らず、他の構成のもの、例えば、1軸の回りに揺動する微小ミラーを2個、揺動方向が互いに直交するように組み合わせたもの等でもよい。

【0037】

上記の如く2次元的に偏向された画素表示用ビームLCは、凹面鏡7に入射し、被走査面素子8に向けて反射される。

30

【0038】

凹面鏡7の光学作用は、2次元的に偏向されて入射する画素表示用ビームLCを反射し、反射された画素表示用ビームLCの向きを、一定方向に揃えることである。

即ち、凹面鏡7により反射された画素表示用ビームLCは、2次元偏向手段6による偏向に伴い平行移動しつつ被走査面素子8に入射し、被走査面素子を2次元的に走査する。

【0039】

この2次元的な走査により、被走査面素子8に「カラーの2次元画像」が形成される。

【0040】

勿論、被走査面素子8に各瞬間に表示されるのは「画素表示用ビームLCが、その瞬間に照射している画素のみ」である。

40

【0041】

カラーの2次元画像は、画素表示用ビームLCによる2次元的な走査により「各瞬間に表示される画素の集合」として形成される。

被走査面素子8に、上記の如く形成された「カラーの2次元画像」を構成する光は、凹面鏡9に入射して反射される。

【0042】

図1には示されていないが、被走査面素子8は後述する「微細凸レンズ構造」を有している。凹面鏡9は「虚像結像光学系」を構成する。

【0043】

50

「虚像結像光学系」は、前記「カラーの２次元画像」の拡大虚像１２を結像させる。

拡大虚像１２の結像位置の手前側には、反射面素子１０が設けられ、拡大虚像１２を結像する光束を、観察者１１（図には観察者の目を示す。）の側へ反射する。

【００４４】

この反射光により、観察者１１は拡大虚像１２を視認できる。

【００４５】

図１（ａ）に示す如く、図の上下方向を「Ｙ方向」、図面に直交する方向を「Ｘ方向」とする。

【００４６】

図１（ａ）に示す場合には、Ｙ方向は通常、観察者１１にとって上下方向であり、この方向を「縦方向」と呼ぶ。

10

【００４７】

また、Ｘ方向は通常、観察者にとって左右方向であり、この方向を「横方向」と呼ぶ。

【００４８】

被走査面素子８は、上述の如く、微細凸レンズ構造を有している。

後述するように、微細凸レンズ構造は「微細凸レンズが、画素ピッチに近いピッチで密接して配列された」ものである。

【００４９】

そして、個々の微細凸レンズは、画素表示用ビームＬＣを拡散させる機能を持つ。

以下に、この「拡散機能」を簡単に説明する。

20

【００５０】

図１（ｃ）において、符号Ｌ１～Ｌ４は、被走査面素子８に入射する４本の画素表示用ビームを示している。

【００５１】

これ等の４本の画素表示用ビームＬ１～Ｌ４は、被走査面素子８に形成される２次元画像の４隅に入射する画素表示用ビームであるものとする。

【００５２】

これら４本の画素表示用ビームＬ１～Ｌ４は、被走査面素子８を透過すると、ビームＬ１１～Ｌ１４のように変換される。

【００５３】

30

仮に、画素表示用ビームＬ１～Ｌ４で囲まれる断面４辺形の光束を、被走査面素子８に入射させると、この光束は「ビームＬ１１～Ｌ１４で囲まれる発散性の光束」となる。

【００５４】

実際には、画素表示用ビームは、ある瞬間には被走査面素子８の特定部分に入射しており、微細凸レンズにより「発散性の光束」に変換される。

【００５５】

微細凸レンズのこの機能が「拡散機能」である。

【００５６】

「ビームＬ１１～Ｌ１４で囲まれる発散性の光束」は、このように発散性光束に変換された画素表示用ビームを時間的に集合した結果である。

40

【００５７】

画素表示用ビームを拡散させるのは「反射面素子１０により反射された光束が、観察者１１の目の近傍の広い領域を照射する」ようにするためである。

【００５８】

上記拡散機能が無い場合には、反射面素子１０により反射された光束が「観察者１１の目の近傍の狭い領域」のみを照射する。

【００５９】

このため、観察者１１が頭部を動かして、目の位置が上記「狭い領域」から逸れると、観察者１１は拡大虚像１２を視認できなくなる。

【００６０】

50

上記のように、画素表示用ビーム LC を拡散することにより、反射面素子 10 による反射光束は「観察者 11 の目の近傍の広い領域」を照射する。

【0061】

従って、観察者が「頭を少々動かし」ても、拡大虚像 12 を確実に視認できる。

【0062】

上記の如く、説明中の形態例において、被走査面素子 8 に入射する画素表示用ビーム LC は平行ビームであるが、被走査面素子 8 を透過した後は発散性のビームとなる。

【0063】

この発明における被走査面素子 8 は、画素表示用ビーム LC を拡散させる微細凸レンズが、画素ピッチに近いピッチで密接して配列された「微細凸レンズ構造」を有する。

10

【0064】

微細凸レンズは「画素表示用ビーム LC のビーム径」より大きい。

【0065】

微細凸レンズを「画素表示用ビーム LC のビーム径」より大きくするのは、干渉性ノイズ低減のためであり、以下これを、図 2 及び図 3 を参照して説明する。

【0066】

図 2 (a) において、符号 802 は被走査面素子を示す。

被走査面素子 802 は、微細凸レンズ 801 を配列した微細凸レンズ構造を有する。

【0067】

符号 803 で示す「画素表示用ビーム」の光束径 807 は、微細凸レンズ 801 の大きさよりも小さい。

20

【0068】

即ち、微細凸レンズ 801 の大きさ 806 は、光束径 807 よりも大きい。

なお、説明中の形態例で、画素表示用ビーム 803 はレーザ光束であり、光束中心のまわりにガウス分布状の光強度分布をなす。

従って、光束径 807 は、光強度分布における光強度が「 $1/e^2$ 」に低下する光束半径方向距離である。

図 2 (a) では、光束径 807 は微細凸レンズ 801 の大きさ 806 に等しく描かれているが、光束径 807 が「微細凸レンズ 801 の大きさ 806」に等しい必要は無い。

微細凸レンズ 801 の大きさ 806 を食い出さなければよい。

30

【0069】

図 2 (a) において、画素表示用ビーム 803 は、その全体が 1 個の微細凸レンズ 801 に入射し、発散角 805 をもつ拡散光束 804 に変換される。

【0070】

なお、「発散角」は、以下において「拡散角」と呼ぶこともある。

【0071】

図 2 (a) の状態では、拡散光束 804 は 1 つで、干渉する光束が無いので、干渉性ノイズは発生しない。

【0072】

なお、発散角 805 の大きさは、微細凸レンズ 801 の形状により適宜設定できる。

40

【0073】

図 2 (b) では、画素表示用ビーム 811 は、光束径が微細凸レンズの配列ピッチ 812 の 2 倍となっており、2 個の微細凸レンズ 813、814 に跨って入射している。

【0074】

この場合、画素表示用ビーム 811 は、入射する 2 つの微細凸レンズ 813、814 により 2 つの発散光束 815、816 のように拡散される。

【0075】

2 つの発散光束 815、816 は、領域 817 において重なり合い、この部分で互いに干渉して干渉性ノイズを発生する。

【0076】

50

図3(a)は、画素表示用ビーム824が、被走査面素子821の、2つの微細凸レンズ822、823に跨って入射している状態を示す。

【0077】

画素表示用ビーム824の光束径は、微細凸レンズ822等の大きさに等しい。

この場合、微細凸レンズ822に入射したビーム部分は発散光束826となり、微細凸レンズ823に入射したビーム部分は発散光束827となって拡散される。

【0078】

発散光束826と827とは、互いに遠ざかる方向へ拡散されるので、これらが相互に重なり合うことはなく、従って、この状態で干渉性ノイズは発生しない。

【0079】

即ち、微細凸レンズにより拡散された光束による干渉性ノイズは、画素表示用ビーム824のビーム径を、微細凸レンズ822の大きさ以下に設定すれば発生しない。

【0080】

微細凸レンズの径と、被走査面素子に入射する画素表示用ビームのビーム径の具体的な数値例を例示する。

【0081】

画素表示用ビームのビーム径を、例えば150 μ m程度に設定することは容易である。

【0082】

この場合には、微細凸レンズ構造を構成する微細凸レンズの大きさは、上記150 μ m以上の大きさ、例えば、160 μ m、200 μ m等に設定すれば良い。

【0083】

図3(a)に示す被走査面素子821では、微細凸レンズ822、823・・・は隙間なく配列されている。

【0084】

従って、隣接する微細凸レンズ面の「境界部の幅（以下「境界幅」とも言う。）は0」である。

このため、微細凸レンズ822、823に、図3(a)の如く入射する画素表示用ビーム824から発生する発散光束は、発散光束826、827のみである。

【0085】

しかしながら、実際に形成される微細凸レンズ構造では「隣接する微細凸レンズの境界幅が0となる」ことは無い。

【0086】

即ち、図3(b)に示す被走査面素子831のように、実際に形成される微細凸レンズ構造では、微細凸レンズ833、834の境界部835は「幅：0」とはならない。

【0087】

微細凸レンズ833、834の境界部835は、微視的には「曲面が滑らかに連続」しており、境界部835には曲面が形成される。

【0088】

このように境界部835に形成された曲面は、この部分に画素表示用ビームが入射すると、入射光部分に対して「微小なレンズ面」として作用する。

【0089】

従って、微細凸レンズ833、834に跨って入射する画素表示用ビーム832は、発散光束836、837とともに発散光束838も発生させる。

【0090】

発散光束838は境界部835の曲面のレンズ作用により発生し、発散光束836、837と、領域839、840において重なり合って干渉し、干渉性ノイズを発生させる。

【0091】

図3(c)は、微細凸レンズ構造における「干渉性ノイズの軽減ないし防止」を説明するための図である。

【0092】

10

20

30

40

50

微細凸レンズ構造において、微細凸レンズ 8 4 1、8 4 2 のレンズ面が緩やかに繋がった境界部 8 4 3 の曲面形状は、それ自体が「微小なレンズ面」をなしている。

【0 0 9 3】

境界部 8 4 3 の曲面形状の曲率半径を図の如く「 r 」とする。

【0 0 9 4】

ここで、説明の簡単のため、微細凸レンズ構造に入射する画素表示用ビームを「波長： λ の単色レーザ光束」とする。

【0 0 9 5】

境界部 8 4 3 の曲率半径： r が、画素表示用ビームの波長： λ よりも大きい場合（ $r > \lambda$ ）、曲率半径： r の曲面は、入射する画素表示用ビームに対してレンズ作用を及ぼす。

10

【0 0 9 6】

従ってこの場合、境界部 8 4 3 を通過するビーム成分は発散され、微細凸レンズ 8 4 1、8 4 2 により拡散された光束と重なり合って干渉し、干渉性ノイズを発生する。

【0 0 9 7】

一方、境界部 8 4 3 の曲率半径： r が、画素表示用ビームの波長： λ より小さくなると、境界部 8 4 3 は画素表示用ビームに対して「サブ波長構造」となる。

周知の如く、サブ波長構造は「サブ波長構造よりも大きい波長の光」に対してはレンズ作用を生じない。

従って、波長： λ より小さい曲率半径： r をもった境界部 8 4 3 は「レンズ」として作用せず、画素表示用ビームを直進的に透過させ、発散させることがない。

20

【0 0 9 8】

このため、境界部 8 4 3 を直進的に透過したビーム部分と、微細凸レンズ 8 4 1、8 4 2 により拡散された発散光束とは重なり合わず、干渉による干渉性ノイズは発生しない。

【0 0 9 9】

即ち、画素表示用ビームのビーム径： d 、波長： λ 、微細凸レンズの大きさ： D 、境界部をなす面の曲率半径： r の大小関係は、以下のように定めるのが良い。

$$D > d、\lambda > r$$

。

【0 1 0 0】

表示すべき 2 次元の拡大虚像がモノクロ画像である場合には、波長： λ の単色のコヒーレント光により画素表示用ビームを形成する。

30

従って、この場合には、上記 D 、 d 、 r 、 λ が上記大小関係を満足するように設定することにより、干渉性ノイズを抑制できる。

【0 1 0 1】

説明中の実施の形態のように、2 次元のカラー画像（拡大虚像）を表示する場合、画素表示用ビーム LC は、R、G、B の 3 色のビームの合成されたものである。

【0 1 0 2】

これ等の 3 ビームの波長を $\lambda_R (= 640 \text{ nm})$ 、 $\lambda_G (= 510 \text{ nm})$ 、 $\lambda_B (= 445 \text{ nm})$ とすると、これらの大小関係は「 $\lambda_R > \lambda_G > \lambda_B$ 」である。

【0 1 0 3】

従って、干渉性ノイズ防止の観点からすれば、上記境界部をなす面の曲率半径： r を、最短波長： λ_B よりも小さく、例えば、 400 nm とすればよい。

40

【0 1 0 4】

しかし、最長波長： λ_R よりも小さい曲率半径： r （例えば 600 nm ）を設定すれば、画像表示ビームの R 成分による干渉性ノイズを防止できる。

【0 1 0 5】

即ち、干渉性ノイズを有効に軽減させることができる。

【0 1 0 6】

「 r （例えば 500 nm ） $< \lambda_G$ 」とすれば、画像表示ビームの R 成分および G 成分の光による干渉性ノイズを防止できる。

画素表示用ビーム LC が「R、G、B の 3 色のビームの合成されたもの」である場合、

50

干渉性ノイズは、これら 3 色の成分について独立に発生する。

そして、これら独立した 3 色 R、G、B のビームの干渉性ノイズの「総体」が、視認される干渉性ノイズとなる。

従って、3 色の干渉性ノイズのうち、1 色でも干渉性ノイズが無くなれば、視認される干渉性ノイズは大幅に改善され、観察画像の画質向上に寄与する。

従って、干渉性ノイズの防止効果は、3 色のうちで「最も長波長の R 成分」のみでも効果があり、次いで G 成分、B 成分という順で「低減効果」が向上する。

したがって、最長波長： λ_R よりも小さい曲率半径： r （例えば 600 nm）を設定すれば、干渉性ノイズの軽減上、一定の効果を達成できる。

干渉性ノイズの視認性は、波長やビーム径・マルチ／シングルモードなどでノイズ強度は変わるが、一般的には $R > G > B$ の順で高い。

即ち、波長： λ_B の光は人間の眼の視感度が低く、干渉性ノイズは目立ちにくい。

従って、波長： λ_G よりも小さい曲率半径： r （例えば 500 nm）を設定すれば、視認性の比較的高い波長： λ_R と λ_G の光による干渉性ノイズを軽減できる。

視感度が低い波長： λ_B の光による干渉性ノイズは発生しても、さほど目立たない。

勿論、波長： λ_B よりも小さい曲率半径： r （例えば 400 nm）を設定すれば、上記の如く、干渉性ノイズを更に有効に軽減できる。

【0107】

微細凸レンズ構造を構成する微細凸レンズの大きさは、上記の如く、100 μm オーダであり、これは通常の「マイクロレンズ」として実現できる。

【0108】

また、微細凸レンズを配列した微細凸レンズ構造は「マイクロレンズアレイ」として実現できる。

【0109】

従って、以下、微細凸レンズを「マイクロレンズ」とも呼び、微細凸レンズ構造を「マイクロレンズアレイ」とも呼ぶこととする。

【0110】

マイクロレンズアレイは、一般に、マイクロレンズアレイのレンズ面アレイの転写面を持つ金型を作製し、この金型を用いて、樹脂材料に金型面を転写して作製される。

金型における転写面の形成は、切削やフォトリソグラフィなどを用いて形成する方法が知られている。

【0111】

また、樹脂材料への転写面の転写は、例えば「射出成形」で行うことができる。

【0112】

隣接マイクロレンズの境界部における曲率半径を小さくすることは、境界幅を小さくすることにより実現できる。

小さい境界幅は、隣接マイクロレンズ面の形成する境界部の「尖鋭化」することにより実現できる。

【0113】

マイクロレンズアレイ用の金型において、「隣接マイクロレンズ間の境界幅」の大きさを波長オーダまで小さくする工法は、種々の方法が知られている。

【0114】

例えば、特許文献 3 は、異方性エッチングおよびイオン加工により各マイクロレンズの曲率半径を増加させ、境界部の非レンズ部分を除去する方法を開示している。

【0115】

また、特許文献 4 は、等方性ドライエッチングを用いて、隣接マイクロレンズ間の平坦面を除去する方法を開示している。

【0116】

例えば、これらの公知の方法を用いることにより、隣接マイクロレンズ間の境界部を成す面の曲率半径が、十分に小さいマイクロレンズアレイを作製可能である。

10

20

30

40

50

即ち、上に説明した被走査面素子は、複数のマイクロレンズが相互に近接して配列した構造を有するマイクロレンズアレイとして構成できる。

隣接するマイクロレンズの境界部をなす面の曲率半径： r を640nmよりも小さいマイクロレンズアレイとして形成することにより、R成分光の干渉性ノイズを防止できる。

また、上記曲率半径： r を510nmよりも小さいマイクロレンズアレイとして形成すれば、R成分光とG成分光による干渉性ノイズを防止できる。

隣接するマイクロレンズの境界部をなす面の曲率半径： r を445nmよりも小さいマイクロレンズアレイとして形成すれば、R、G、B成分光の干渉性ノイズを防止できる。

【0117】

上には、図1に示す2次元画像表示装置（ヘッドアップディスプレイ装置）について説明した。

【0118】

図1に示す凹面鏡7は「2次元的に偏向されて入射する画素表示用ビームLCを反射し、反射された画素表示用ビームLCの向きを、一定方向に揃える機能」を持つ。

即ち、凹面鏡7は「2次元的に偏向された画素表示用ビームの偏向範囲を調整し、被走査面素子の走査範囲を規制する偏向範囲規制手段」として機能する。

【0119】

このような偏向範囲規制手段は、2次元偏向手段6により2次元的に偏向された画素表示用ビームの偏向角がさほど大きくない場合には、省略することもできる。

【0120】

次に、微細凸レンズ構造（マイクロレンズアレイ）における微細凸レンズ（マイクロレンズ）の配列形態の例を説明する。

【0121】

マイクロレンズアレイおよびマイクロレンズに対する条件は上記の如くである。

【0122】

即ち、「画素表示用ビームのビーム径より大きい微細凸レンズが、画素ピッチに近いピッチで密接して配列されて微細凸レンズ構造を構成」する。

【0123】

この条件が満足されれば、マイクロレンズの配列は適宜で良いが、具体的な形態を3例、図4に示す。

図4（a）に形態例を示すマイクロレンズアレイ87は、正方形形状のマイクロレンズ8711、8712・・・等を正方行列状に配列したものである。

【0124】

ヘッドアップディスプレイ装置において表示される2次元画像（拡大虚像）の画素数は、マイクロレンズアレイにおけるマイクロレンズの配列周期で決定される。

【0125】

図4（a）の配列の場合、X方向に隣接するマイクロレンズ8711、8712の中心間距離をX1とする。

【0126】

また、図においてY方向に隣接するマイクロレンズ8711、8721の中心間距離をY1とする。これら、X1、Y1を「1画素の実効サイズ」と見做すことができる。

【0127】

「1画素の実効サイズ」を以下において「1画素の実効ピッチ」あるいは「実効画素ピッチ」とも呼ぶ。

【0128】

図4（b）に形態例を示すマイクロレンズアレイ88は、正六角形形状のマイクロレンズ8811、8821・・・を稠密に配列したものである。

【0129】

この場合のマイクロレンズの配列では、配列されるマイクロレンズ8811等は、X方向に平行な辺を持たない。

10

20

30

40

50

【0130】

即ち、X方向に配列するマイクロレンズの上辺・下辺は「ジグザク状」になるので、このような配列を「ジグザグ型配列」と呼ぶ。

【0131】

図4(c)に形態例を示すマイクロレンズアレイ89は、正六角形形状のマイクロレンズ8911、8921・・・を稠密に配列したものである。

【0132】

この場合のマイクロレンズの配列では、配列されるマイクロレンズ8911等は、X方向に平行な辺を持っている。この場合の配列を「アームチェア型配列」と呼ぶ。

【0133】

ジグザグ型配列とアームチェア型配列を合わせて「ハニカム型配列」と呼ぶ。

【0134】

図4(c)に示すアームチェア型配列は、図4(b)に示すジグザグ型配列を、90度回転させた配列である。

ジグザグ型配列では、マイクロレンズの配列では、図に示すX2を「X方向の実効画素ピッチ」、Y2を「Y方向の実効画素ピッチ」と見做すことができる。

【0135】

アームチェア型配列では、図に示すX3を「X方向の実効画素ピッチ」、Y3を「Y方向の実効画素ピッチ」と見做すことができる。

【0136】

図4(b)で、実効画素ピッチ：Y2は、マイクロレンズ8821の中心と、マイクロレンズ8811の右側の辺の中点との距離である。

【0137】

図4(c)で、実効画素ピッチ：X3は、マイクロレンズ8911の右側に接する2つのマイクロレンズの接する辺の中点とマイクロレンズ8911の中心との距離である。

【0138】

ジグザク型配列においては、X方向の実効画素ピッチ：X2が小さいので、画像表示におけるX方向の分解能を向上させることができる。

【0139】

また、アームチェア型配列においては、Y方向の分解能を向上させることができる。

【0140】

このように、マイクロレンズをハニカム型に配列することにより、実際のレンズ径よりも小さい画素を実効的に表現でき、実効画素数を向上させることが可能である。

【0141】

上述の如く、被走査面素子の微細凸レンズ構造（マイクロレンズアレイ）において、隣接するマイクロレンズの境界部は、曲率半径：rを有する。

【0142】

曲率半径：rは、例えば、画素表示用ビームのR成分の波長： λ_R よりも小さい。

【0143】

従って、前述の如く、「R成分のコヒーレント光の干渉による干渉性ノイズ」は防止される。

【0144】

しかし、画素表示用ビームのG成分光の波長： λ_G やB成分光の波長： λ_B よりも、前記曲率半径：rが大きければ、これ等の光は境界部で拡散され、互いに干渉する。

【0145】

従って、この干渉による干渉性ノイズは発生する。

【0146】

この場合、図4(a)の「正方行列状の配列」であると、境界部での発散（拡散）は、図のXa方向およびYa方向の2方向に生じ、それぞれが干渉性ノイズの原因となる。

【0147】

10

20

30

40

50

これに対し、図 4 (b) の配列だと、境界部での発散は、8 A、8 B、8 C の 3 方向に起こる。また、図 4 (c) の場合だと、9 A、9 B、9 C の 3 方向に拡散する。

【0148】

即ち、境界部での発散は、正方行列状配列では 2 方向に発生し、ハニカム状配列では 3 方向に生じる。

【0149】

従って、干渉性ノイズの発生は、正方行列状の配列では 2 方向的、ハニカム状の配列では 3 方向的に生じる。

【0150】

即ち、発生する干渉性ノイズは、正方行列状配列では「2 方向に分散」されるのに対し、ハニカム状の配列では「3 方向に分散」される。

【0151】

干渉性ノイズを生じさせるコヒーレント光の最大強度は一定である。

従って、分散される数が多いほど「発生する干渉性ノイズのコントラスト」は弱められて視認され難く（目立ち難く）なる。

【0152】

従って、「境界部の曲率半径： r よりも小さい波長の成分による干渉性ノイズ」の発生を許容する場合には、マイクロレンズの配列は「ハニカム状配列」とするのがよい。

【0153】

なお、境界幅が前記波長： λ R より大きい場合には、 R 成分のコヒーレント光による干渉性ノイズも発生する。

【0154】

しかし、隣接する微細凸レンズの「レンズ面間の境界幅」は微小であり、微小な境界幅の部分に入射するコヒーレント光の光エネルギーは小さい。

【0155】

従って、干渉性ノイズを発生させる光エネルギーも大きくは無い。

従って、干渉性ノイズが発生したとしても、ハニカム状配列の場合は、上記の如く、3 方向に分散されることで、コントラストは弱くなる。

【0156】

従って、干渉性ノイズの視認性は有効に軽減させることとなる。

【0157】

図 1 (a) に即して説明したように、2 次元の拡大虚像 1 2 を結像する虚像結像光学系は、凹面鏡 9 により構成される。

【0158】

即ち、拡大虚像 1 2 は、凹面鏡 9 により結像される画素像の集合である。

【0159】

微細凸レンズであるマイクロレンズに「アナモフィックな機能」を持たせると、微小凸レンズの拡散機能を、互いに直交する方向において異ならせることができる。

【0160】

図 6 を参照すると、図 6 において符号 8 0 は、被走査面素子 8 に稠密に形成されたマイクロレンズ（微細凸レンズ）の個々を説明図として示している。

図 6 の例では、微細凸レンズ 8 0 は、X 方向に平行な辺を持つ「アームチェア型配列」で配列されている。

微細凸レンズ 8 0 は、そのレンズ面の曲率半径が、X 方向と Y 方向とで異なり、X 方向の曲率半径： R_x は、Y 方向の曲率半径： R_y よりも小さい。

【0161】

従って、微細凸レンズ 8 0 の X 方向のパワーは、Y 方向のパワーよりも大きい。

また、レンズ面の X 方向と Y 方向との両方に曲率を持たせたので、微細凸レンズを六角形にでき、上記の如く「干渉性ノイズの視認性」を弱めることができる。

図 6 は、1 個の微細凸レンズ 8 0 に、画像表示用ビーム LC が入射した場合を示してい

10

20

30

40

50

る。図6では、個々の微細凸レンズ80のY方向の幅がX方向の幅よりも長い。

【0162】

画像表示用ビームLCのビーム径を「Y方向に長い楕円形状」とし、Y方向における光束径を、微細凸レンズ80のY方向の径より小さくする。

このようにすれば、画像表示用ビームLCを「レンズ境界を跨がずに入射」させることが可能であり、射出する発散光束の断面形状は、X方向に長い楕円形状になる。

【0163】

微細凸レンズのY方向の長さおよびX方向の長さに拘わらず、X方向の曲率の方がY方向の曲率よりも大きければ、各微細凸レンズから射出する発散ビームの光束断面FXは、X方向よりもY方向の方が長くなる。

【0164】

上に説明したヘッドアップディスプレイ装置は、例えば、自動車等の車載用として用いることができ、X方向は「運転席から見て横方向」、Y方向は「縦方向」である。

【0165】

この場合の反射面素子10は、自動車のフロントガラスである。

この場合、フロントガラス前方に拡大虚像12として、例えば「ナビゲーション画像」を表示でき、観察者11である運転者は、この画像を運転席に居ながら観察できる。

【0166】

このような場合、表示される拡大虚像は「運転者から見て横長の画像」であること、即ち、マイクロレンズアレイに形成される2次元画像および、拡大虚像は「X方向に画角の大きい画像」であることが一般に好ましい。

【0167】

また、観測者である運転者が、左右斜め方向から表示画像を見た場合にも、表示を認識できるように、横方向には「縦方向に比して大きな視野角」が要求される。

このため、拡大虚像の長手方向（X方向）には短手方向（Y方向）に比して大きな拡散角（非等方拡散）が要求される。

【0168】

従って、被走査面素子の微細凸レンズをマイクロレンズアレイ上に形成された画像もしくは拡大虚像の短手方向よりも長手方向の方が曲率が大きいアナモフィックなレンズとし、画素表示用ビームを拡散させる拡散角を「2次元画像の横方向を縦方向よりも広く」するのが好ましい。

【0169】

このようにして、ヘッドアップディスプレイ装置の要求画角を満たす必要最小限の範囲に光を発散させ、光の利用効率を向上させ、表示画像の輝度を向上させることが可能である。

【0170】

勿論、上記のような「非等方拡散」ではなく、縦方向と横方向で拡散角が等しい「等方拡散」とする場合も可能である。

しかし、自動車等の車載用として用いるヘッドアップディスプレイ装置の場合であれば、運転者が表示画像に対して上下方向の位置から観察を行なう場合は少ない。

従って、このような場合であれば、上記のように、画素表示用ビームを拡散させる拡散角を「2次元画像の横方向を縦方向よりも広く」するのが光利用効率の面から好ましい。

【0171】

微細凸レンズ（マイクロレンズ）は、そのレンズ面を「非球面」として形成できることが従来から知られている。

【0172】

直上に説明したアナモフィックなレンズ面も「非球面」であるが、微細凸レンズのレンズ面をより一般的な非球面として形成でき、収差補正を行なうこともできる。

【0173】

収差の補正により「拡散の強度ムラ」を低減することも可能である。

10

20

30

40

50

【0174】

図4に示した微細凸レンズ構造（マイクロレンズアレイ）における個々の微細凸レンズ（マイクロレンズ）は、正方形もしくは正六角形であった。

【0175】

微細凸レンズの形状はこのように正多角形である必要はなく、図4に示したマイクロレンズ形状を1方向に引き伸ばした形状でもよい。

【0176】

この場合、正方形形状であったものは「長方形形状」となり、正六角形状であったものは、細長い変形六角形になる。

【0177】

微細凸レンズ構造の実効画素ピッチは、図4（a）～（c）の配列では、X方向につきX1～X3、Y方向につきY1～Y3であった。

このように定められるX方向の実効画素ピッチを一般に「SX」、Y方向の実効画素ピッチを一般に「SY」とするとき、両者の比： SY/SX を「アスペクト比」と言う。

【0178】

図4（a）の場合、アスペクト比は「 $Y1/X1$ 」であり、 $X1=Y1$ であるから、アスペクト比は1である。

【0179】

図4（b）の場合のアスペクト比は「 $Y2/X2$ 」であり、 $Y2>X1$ であるから、アスペクト比は1より大きい。

【0180】

図4（c）の場合のアスペクト比は「 $Y3/X3$ 」であり、 $Y3<X3$ であるから、アスペクト比は1よりも小さい。

【0181】

図5（a）～（e）に示すマイクロレンズアレイ91～95の微細凸レンズ構造では、実効画素ピッチを、図4の場合と同様に以下のように定める。

【0182】

即ち、X方向、Y方向の実効画素ピッチは、図5の「X11、Y11」、「X12、Y12」、「X13、Y13」である。

【0183】

図5（a）の微細凸レンズ構造は、長方形形状の微細凸レンズ9111、9112、・9121・・を正方行列状に配列したものであり、アスペクト比は1よりも大きい。

【0184】

図5（b）～（e）に示すマイクロレンズアレイ92～95では、微細凸レンズ構造は、ハニカム型配列である。

【0185】

図5（b）、（d）、（e）に示すハニカム型配列では、アスペクト比「 $Y12/X12$ 」、「 $Y13/X13$ 」はいずれも1より大きい。

【0186】

図5に示す微細凸レンズ構造の5例は何れも「微細凸レンズ」は、Y方向の長さがX方向の長さよりも大きい。

【0187】

このように「Y方向の長さがX方向の長さより大きい形状の微細凸レンズ」の場合、微細凸レンズの形状として、X方向の曲率をY方向の曲率より大きくするのが容易である。

【0188】

従って、前述した「X方向のパワーがY方向のパワーよりも大きくなるアナモフィックな光学機能」を実現しやすい。

【0189】

例えば、図5（a）に示す例の場合、具体例として例えば、 $X11=150\mu m$ 、 $Y11=200\mu m$ 、アスペクト比= $200/150=4/3>1$ を挙げることができる。

10

20

30

40

50

【0190】

勿論、この場合には、画素表示用ビームのビーム径は「X方向を150 μm 未満、Y方向を200 μm 未満」にする。

【0191】

図5(b)～(d)に示す微細凸レンズの配列は、何れもハニカム型配列であり、個々の微細凸レンズは「Y方向に長い形状」となっている。

【0192】

図5(b)の配列は「ジグザグ型」であり、(c)～(e)の配列は何れも「アームチェア型」である。

【0193】

図5(b)の「ジグザグ型の縦長ハニカム型配列」と、(c)の「アームチェア型の縦長ハニカム配列」は何れも使用可能であることは勿論である。

【0194】

しかし、図5(c)の配列例は(b)の配列例に対して以下の如き利点を有する。

【0195】

即ち、(b)の配列に比して、(c)の配列では、微小凸レンズにおける「X方向とY方向のサイズの差」が小さく、縦横方向における「実効画素サイズの差」が小さくなる。

【0196】

具体的な寸法を挙げる。

例えば、図5(b)において、微細凸レンズ9211、9212等のX方向のレンズ径： $R2x = 100 \mu\text{m}$ 、Y方向のレンズ径： $R2y = 200 \mu\text{m}$ とする。

【0197】

このとき、X方向の実効画素ピッチ(=X12)は50 μm 、Y方向の実効画素ピッチ(=Y12)は150 μm となる。

【0198】

同様に、図5(c)において、微細凸レンズ9311、9312等の、X方向のレンズ径： $R3x = 100 \mu\text{m}$ 、Y方向のレンズ径： $R3y = 200 \mu\text{m}$ とする。

【0199】

また、微細凸レンズ9311等の六角形形状の、上下の辺の長さは50 μm とする。

このとき、X方向の実効画素ピッチ(=X13)は75 μm 、Y方向の実効画素ピッチ(=Y13)=100 μm となる。

【0200】

従って「X、Y方向の実効画素ピッチ」は、図5(c)の配列(75 μm と100 μm)の方が(b)の配列(50 μm と100 μm)の場合よりも「互いに近い値」になる。

【0201】

図5(c)、(d)、(e)においては、X方向の実効画素ピッチをX13、Y方向の実効画素ピッチをY13としている。

これは、図5(c)～(e)のハニカム型配列(アームチェア型のハニカム配列)において、X方向の画素ピッチ、Y方向の画素ピッチが、同じように定義されることによる。

図5(d)においては、微細凸レンズ9411、9421等は、X方向に平行な上下の辺が短く、斜辺が長い。

また、図5(e)においては、微細凸レンズ9511、9521等は、X方向に平行な上下の辺が長く、斜辺が短い。

これらの図に示すように、微細凸レンズの六角形形状の変形により、X方向の画素ピッチ：X13、Y方向の画素ピッチ：Y13を調整できる。

【0202】

図5(c)の場合と同様、これら図5(d)、(e)に示す配列においても「微細凸レンズ構造が縦長構造」であることにより、X、Y方向の「実効画素ピッチの均等化」が可能である。

例えば、図8に示すマイクロレンズアレイ96のマイクロレンズ9611、9621等

10

20

30

40

50

は、図 5 (d) に示すマイクロレンズアレイ 9 5 と同様の縦長の六角形形状である。

図 8 に示すマイクロレンズ 9 6 1 1 等の配列は、図 5 (c) と同様の「アームチェア型の縦長ハニカム配列」である。

マイクロレンズ 9 6 1 1 等の六角形形状は、X 方向の実効画素ピッチ：X 1 4 が、Y 方向の実効画素ピッチ：Y 1 4 と完全に等しくなるように設定されている。

このように、アームチェア型の縦長ハニカム配列では、アスペクト比を 1 に設定することができる。

画素表示用ビームのビーム径より大きい微細凸レンズもしくは「画素表示用ビームのビーム径と同じ程度の大きさの微細凸レンズ」の場合、実効画素ピッチのアスペクト比が 1 であれば、拡大虚像として投影される画像データに対して、拡大虚像による再現性が高まる。

拡大虚像として投影される画像データのマイクロレンズアレイ上における画素ピッチと実効画素ピッチとを一致させる、もしくは、他の実効画素ピッチと比較して、実効画素ピッチを虚像として投影される画像データのマイクロレンズアレイ上における画像データの画素ピッチに近づけることができるからである。

上には、縦方向を「上下方向」、横方向を「左右方向」として説明したが、これは説明の具体性のための便宜上のものである。

実際の空間において、どの方向が縦方向かは、マイクロレンズアレイの 2 次元画像表示装置への取り付け方向、2 次元画像表示装置の車両等の移動体への取り付け方向による。

2 次元偏向手段 6 は、1 つの軸について 1 往復の揺動（第 1 軸の揺動）を行う間に、もう一方の軸について往復の揺動（第 2 軸の揺動）を複数回行うが、多くの場合、拡大虚像の長手方向である X 方向が、第 2 軸の揺動による画像表示用ビーム LC のマイクロレンズアレイに対する走査の方向に設定される。

従って、「アームチェア型」の六角形形状のマイクロレンズの X 方向に平行な上下の辺は、画像表示用ビーム LC のマイクロレンズアレイに対する走査方向とほぼ平行となり、「アームチェア型」の六角形形状の画像表示用ビームのマイクロレンズアレイに対する走査方向に最も平行に近い 2 辺の間隔、言い換えれば、画像表示用ビームのマイクロレンズアレイに対する走査方向に最も平行に近い辺とその対向する辺との間隔を、これら 2 辺に直交する方向へ拡大するように引き伸ばした形状が「アームチェア型の縦長ハニカム構造」である。

【0203】

従って、アームチェア型の縦長ハニカム配列は、輝度及び実効画素数の向上に加え、X 方向（横方向）、Y 方向（縦方向）の実効画素ピッチの差を小さくすることができる。

図 5 (c) ～ (e) に示す如き「微細凸レンズの形状」は、例えば、発散光束の発散角制御のため、任意に選択することが可能である。

【0204】

図 1 (a) に示したヘッドアップディスプレイ装置においては、画素表示用ビーム LC は、被走査面素子 8 の微細凸レンズ構造に直交入射している。

【0205】

しかし、画素表示用ビームの被走査面素子への入射形態は、このような「直交入射」に限らない。

【0206】

例えば、光源部から反射面素子に到る光学素子の配列を工夫して、ヘッドアップディスプレイ装置をコンパクト化する場合には、図 7 (a) のような入射形態が考えられる。

【0207】

即ち、図 7 (a) の例では、画素表示用ビーム LC が、被走査面素子 8 に対して傾いて入射している。

【0208】

微細凸レンズのレンズ面を「非球面」とするような場合、画素表示用ビーム LC は、非球面の光軸に対して傾いて入射することになり、非球面の機能を生かせない場合もある。

【0209】

このような場合には、図7(b)の被走査面素子8aのように、微細凸レンズMLのレンズ面光軸AXを、被走査面素子8aの基準面に対して直交方向から傾けるのが良い。

【0210】

このようにして、レンズ面光軸AXを画素表示用ビームLCの入射方向に平行、もしくはこれに近い方向とすることができる。

【0211】

なお、被走査面素子8aの基準面は、微細凸レンズMLがアレイ配列された面である。

【0212】

このようにすることにより、光学系の小型化や、光の利用効率の向上が可能となり「微細凸レンズによる画素表示用ビームの発散の方向」を均質化することが可能である。 10

【0213】

上に説明したヘッドアップディスプレイ装置は、上述の自動車への搭載に限らず、列車、船舶、ヘリコプター、飛行機など各種の、運転可能な移動体に搭載できる。

【0214】

この場合、運転席前方のフロントガラスを反射面素子とすればよい。

【0215】

勿論、ヘッドアップディスプレイ装置を、例えば「映画観賞用の2次元画像表示装置」として実施できることは言うまでも無い。

【0216】

微細凸レンズ構造の微細凸レンズは、上記の如く画素表示用ビームを拡散させるものであるが、X、Yの2方向のうち、1方向のみの拡散を行なう場合も考えられる。 20

【0217】

このような場合には、微細凸レンズのレンズ面として「微細凸シリンダ面」を用いることができる。

【0218】

なお、微細凸レンズの形状を、六角形状とすることや、その配列をハニカム型配列とすることは、従来から、マイクロレンズアレイの製造方法に関連して知られている。

【符号の説明】

【0219】

100 光源部
LC 画素表示用ビーム
6 2次元偏向手段
7 凹面鏡
8 被走査面素子
9 凹面鏡
10 反射面素子
11 観察者
12 拡大虚像

【先行技術文献】

【特許文献】

【0220】

【特許文献1】特開2009-128659号公報

【特許文献2】特開2010-145745号公報

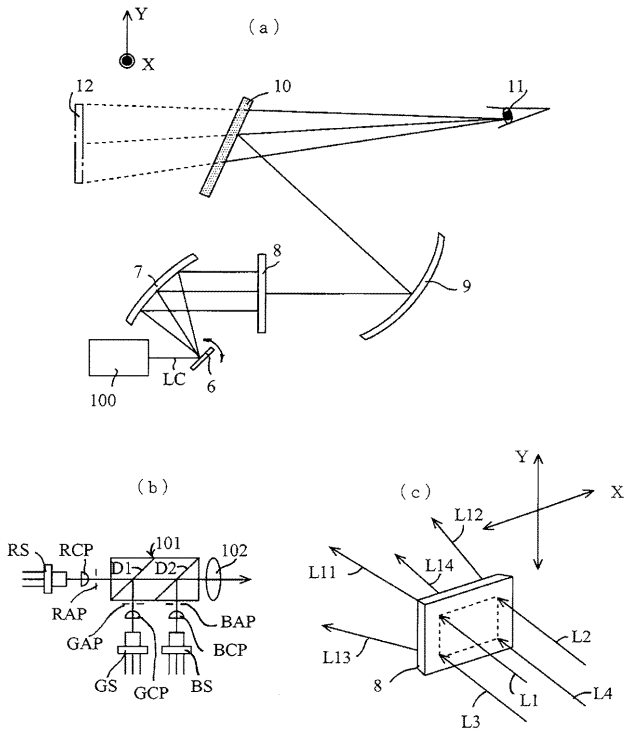
【特許文献3】特許第4200223号公報

【特許文献4】特許第5010445号公報

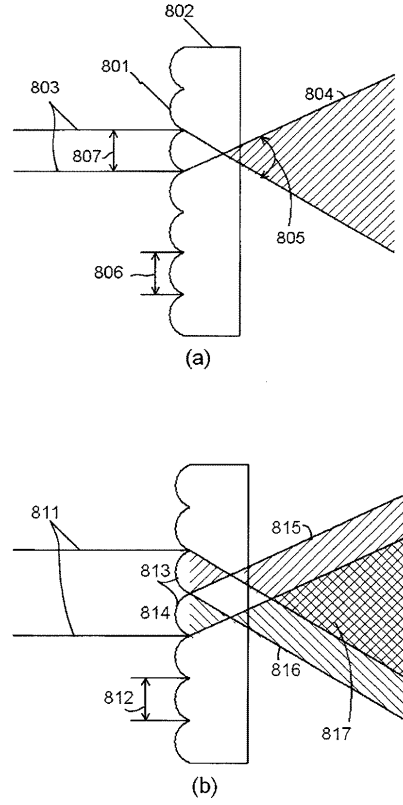
30

40

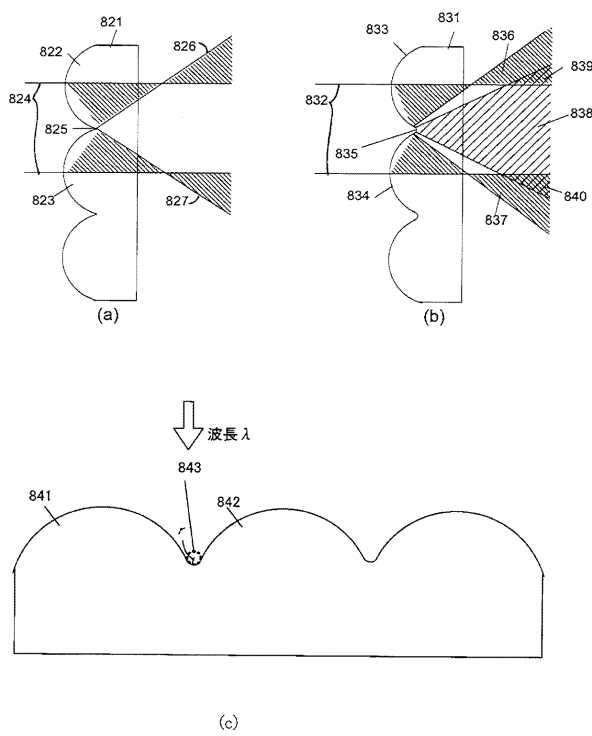
【図 1】



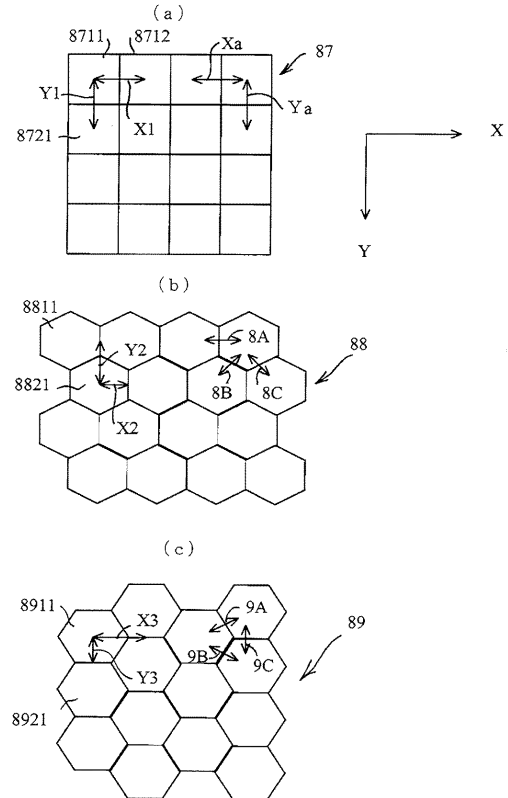
【図 2】



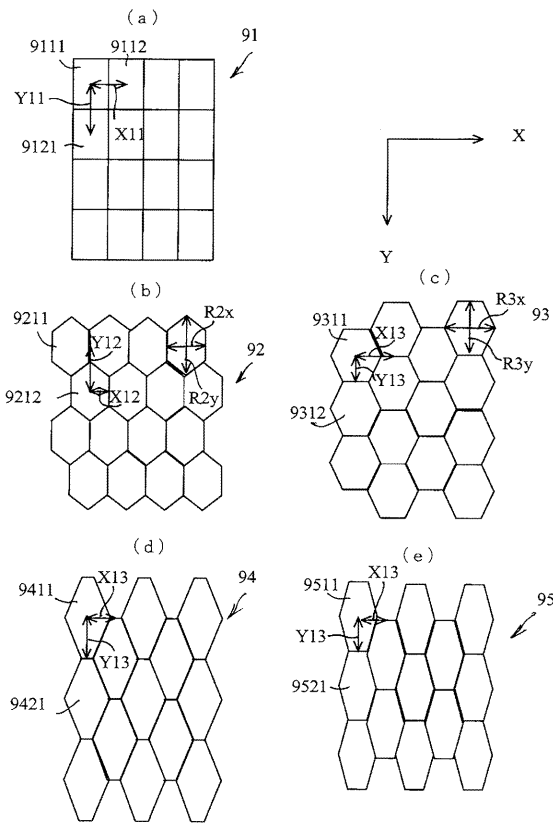
【図 3】



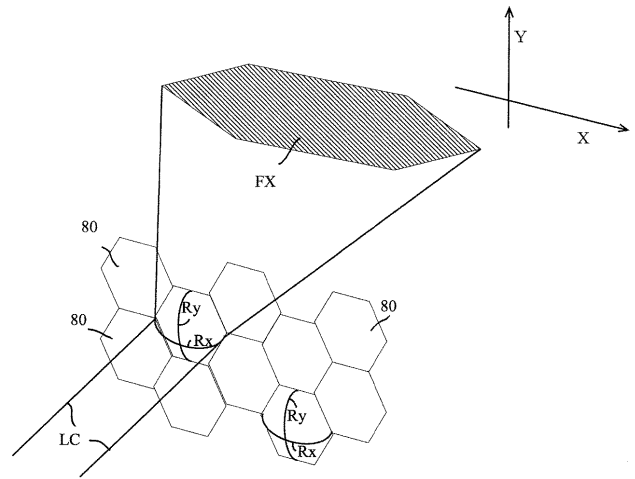
【図 4】



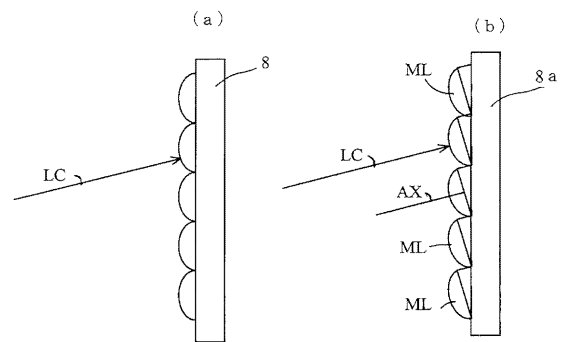
【図 5】



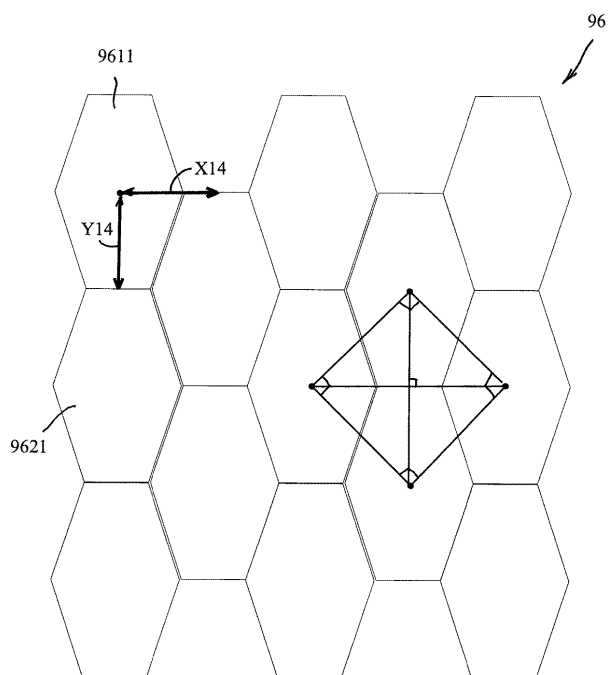
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成29年12月15日(2017.12.15)

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

この発明は、画像表示装置および移動体に関する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

この発明の画像表示装置は、自動車、列車、船舶、ヘリコプター、飛行機など各種の、運転可能な移動体に「ヘッドアップディスプレイ装置」として搭載できる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

この発明は、新規な画像表示装置の実現を課題とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

この発明の画像表示装置は、光源部と、該光源部からの光によって画像を形成するための画像形成素子と、前記画像を形成する光が照射され、当該光を拡散させるレンズが2次元的に配列されたレンズアレイと、を備え、前記レンズで拡散された光により、交差する2方向で画角の異なる虚像を形成する画像表示装置において、前記虚像は、第1方向における画角が、当該第1方向に交差する第2方向における画角より大きくなるように形成され、前記レンズアレイに2次元的に配列されたレンズは、光束断面における前記第1方向の長さが、前記第2方向の長さより大きくなるように、光を射出する。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

この発明によれば、表示される虚像の明るさを良好に保持できる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

【図1】画像表示装置の実施の1形態を説明するための図である。

【図2】微細凸レンズによる拡散と干渉性ノイズ発生を説明するための図である。

【図3】干渉性ノイズの除去を説明するための図である。

【図4】微細凸レンズの配列形態例を3例示す図である。

【図5】微細凸レンズの配列形態の他の例を5例示す図である。

【図6】アナモフィックな微細凸レンズを説明するための図である。

【図7】被走査面素子の例を2例説明する図である。

【図8】微細凸レンズの配列形態の別の例を示す図である。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

以下、実施の形態を説明する。

図1は、画像表示装置の実施の1形態を説明するための図である。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

図1に即して説明する画像表示装置は、2次元のカラー画像を表示するヘッドアップディスプレイ装置であり、図1（a）に装置の全体を説明図的に示す。

画像表示装置により表示される画像が「2次元の画像」であるので、以下、このような画像表示装置を「2次元画像表示装置」ともいう。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

画素表示用ビームLCは、赤（以下「R」と表示する。）、緑（以下「G」と表示する。）、青（以下「B」と表示する。）の3色の光のビームを1本に合成した光ビームである。

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

光源部100から射出した画素表示用ビームLCは、2次元偏向手段6に入射し、2次元的に偏向される。

2次元偏向手段6は「画像形成素子」であり、この形態例では、微小なミラーを「互いに直交する2軸」を揺動軸として揺動するように構成されたものである。

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

画像形成素子は、この例に限らず、他の構成のもの、例えば、1軸の回りに揺動する微小ミラーを2個、揺動方向が互いに直交するように組み合わせたもの等でもよい。

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

図1には示されていないが、被走査面素子8は「レンズアレイ」であり、後述する「微細凸レンズ構造」を有している。凹面鏡9は「虚像結像光学系」を構成する。

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

上記の如く、説明中の形態例において、被走査面素子8に入射する画素表示用ビームLCは平行ビームであるが、被走査面素子8を透過した後は発散性の光ビームとなる。

【手続補正 18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0117

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0117】

上には、図1の画像表示装置（ヘッドアップディスプレイ装置）について説明した。

【手続補正 19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0163

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0163】

微細凸レンズのY方向の長さおよびX方向の長さに拘わらず、X方向の曲率の方がY方向の曲率よりも大きければ、各微細凸レンズから射出する発散ビームの光束断面FXは、X方向の方がY方向よりも長くなる。

【手続補正 20】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源部と、

該光源部からの光によって画像を形成するための画像形成素子と、

前記画像を形成する光が照射され、当該光を拡散させるレンズが 2 次元的に配列された
レンズアレイと、を備え、

前記レンズで拡散された光により、交差する 2 方向で画角の異なる虚像を形成する画像
表示装置において、

前記虚像は、第 1 方向における画角が、当該第 1 方向に交差する第 2 方向における画角
より大きくなるように形成され、

前記レンズアレイに 2 次元的に配列されたレンズは、光束断面における前記第 1 方向の
長さが、前記第 2 方向の長さより大きくなるように、光を射出する画像表示装置。

【請求項 2】

前記光源部は、光ビームを射出し、

前記画像形成素子は、前記光ビームを 2 次元的に偏向する光偏向素子であって、

前記レンズアレイは、前記光偏向素子により偏向された光ビームにより、当該レンズア
レイを構成するレンズと、隣接するレンズの境界部とが順次走査されるように配置され、

前記光ビームにより照射される前記境界部をなす面の曲率半径は、前記光ビームの波長
より小さい請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記光偏向素子は、第 1 の軸について 1 回揺動を行う間に、当該第 1 の軸と交差する第
2 の軸について複数回揺動を行って前記光ビームを 2 次元的に偏向するものであり、

前記虚像における前記第 1 方向は、前記光偏向素子における前記第 2 の軸の方向に設定
されている請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記光偏向素子は、第 1 の軸について 1 回揺動を行う間に、当該第 1 の軸と交差する第
2 の軸について複数回揺動を行って前記光ビームを 2 次元的に偏向するものであり、

前記レンズアレイに 2 次元的に配列されたレンズにおける前記第 1 方向は、前記光偏向
素子における前記第 2 の軸の方向に設定されている請求項 2 または 3 に記載の画像表示装
置。

【請求項 5】

前記光源部は、互いに波長の異なる光ビームを射出する複数の光源を備え、

前記光ビームにより照射される前記境界部をなす面の曲率半径は、前記複数の光源が射
出する光ビームのうち最も大きい波長を有する光ビームの波長より小さい
請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記レンズアレイに 2 次元的に配列されたレンズは六角形形状であり、当該六角形形状
の互いに隣接するレンズの境界部をなす面の曲率半径は、前記光源部が射出する光の波長
より小さい請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

前記レンズアレイにより拡散された光を観察者の側に反射させる反射面素子を有する
請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置を備える移動体。

【請求項 8】

前記反射面素子は、フロントガラスである請求項 7 に記載の移動体。

【請求項 9】

レンズが２次元方向に複数配置され、前記各レンズから射出される光の光束断面が交差する２方向で異なるレンズアレイと、

画角が交差する２方向で異なる画像を前記レンズアレイに表示するための画像表示手段と、を備え、

前記各レンズから射出される光の光束断面の長い方向と前記画像の長い方向とが同じになるように、前記レンズアレイと前記画像表示手段を配置した画像表示装置。

【請求項１０】

前記画像表示手段は、画角が直交する２方向で異なる矩形の画像を前記レンズアレイに表示し、

前記各レンズから射出される光の光束断面の長い方向と前記画像の長手方向とが同じになるように、前記レンズアレイと前記画像表示手段を配置した請求項９に記載の画像表示装置。

【請求項１１】

前記画像表示手段は、レーザを偏向手段により偏向させて前記レンズアレイを走査する光偏向手段であり、

前記レンズアレイを構成する各レンズは、前記光束断面の長い方向の径がその方向に直交する方向の径よりも小さく、

前記レーザの前記各レンズにおける断面形状は、前記光束断面の長い方向の径がその方向に直交する方向の径よりも小さい請求項１０に記載の画像表示装置。

【請求項１２】

前記各レンズの形状は、六角形である

請求項９乃至１１のいずれか１項に記載の画像表示装置。

【請求項１３】

請求項９乃至１２のいずれか１項に記載の画像表示装置が配置され、前記レンズアレイの射出光路上に透過反射部材が配置された移動体。

フロントページの続き

(72)発明者 渡部 順

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

Fターム(参考) 2H045 AB13 BA24 DA11

2H199 DA03 DA12 DA15 DA22 DA43