

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-505972

(P2015-505972A)

(43) 公表日 平成27年2月26日(2015.2.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/22 (2006.01)	G02B 27/22	2H059
H04N 13/04 (2006.01)	H04N 13/04	2H199
G09G 5/36 (2006.01)	G09G 5/36 510V	5C061
G09G 5/00 (2006.01)	G09G 5/00 550C	5C082
G03B 35/24 (2006.01)	G03B 35/24	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 53 頁)		

(21) 出願番号 特願2014-540583 (P2014-540583)
 (86) (22) 出願日 平成24年10月30日 (2012.10.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年5月12日 (2014.5.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2012/056002
 (87) 国際公開番号 W02013/068882
 (87) 国際公開日 平成25年5月16日 (2013.5.16)
 (31) 優先権主張番号 61/557, 442
 (32) 優先日 平成23年11月9日 (2011.11.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/559, 300
 (32) 優先日 平成23年11月14日 (2011.11.14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ
 (72) 発明者 クルーン パート
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイ テック キャンパス
 ビルディング 44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置及び方法

(57) 【要約】

表示装置40は、1組のピクセル41R、41Lを含む表示パネル41であって、ピクセルは表示パネル上で空間的に分布され、各ピクセルは光出力を与えるためのものであり、1組のピクセルは複数の異なるピクセルサブセット41Iを含み、各ピクセルサブセットは1組のピクセルの1つ又は複数のピクセルを含む、表示パネル41と、ピクセルサブセットの1つ又は複数のピクセルを画像化し、ディスプレイの前の第1の距離に位置する仮想平面上の複数のビュー領域上にピクセル画像を形成するように構成される画像化ユニット42であって、異なるピクセルサブセットのそれぞれの少なくとも1つのピクセル画像が複数のビュー領域の同じものの上で重なり合う状態で、複数のビュー領域は互いに重なり合わず、仮想平面は眼の瞳孔の直径を有する仮想円を含み、仮想円が複数のビュー領域の少なくとも2つの少なくとも一部を囲み、仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる複数のビュー領域の少なくとも2つは、その中のピクセル画像の少なくとも1つに関して互いに異なる、画像化ユニット42とを含む。本表示システムは、視聴者の専ら

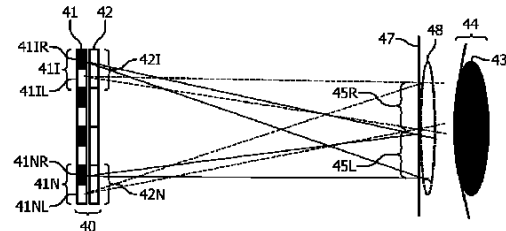


FIG. 4A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1組のピクセルを含む表示パネルであって、前記ピクセルは前記表示パネル上で空間的に分布され、各ピクセルは光出力を与えるためのものであり、前記1組のピクセルは複数の異なるピクセルサブセットを含み、各ピクセルサブセットは前記1組のピクセルの1つ又は複数のピクセルを含む、表示パネルと、

前記ピクセルサブセットの1つ又は複数のピクセルを画像化し、ディスプレイの前の第1の距離に位置する仮想平面上の複数のビュー領域上にピクセル画像を形成する画像化ユニットであって、前記異なるピクセルサブセットのそれぞれの少なくとも1つのピクセル画像が前記複数のビュー領域の同じものの上で重なり合う状態で、前記複数のビュー領域は互いに重なり合わず、前記仮想平面は眼の瞳孔の直径以下の直径を有する仮想円を含み、前記仮想円が前記複数のビュー領域の少なくとも2つの少なくとも一部を囲み、前記仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる前記複数のビュー領域の前記少なくとも2つは、その中の前記ピクセル画像の少なくとも1つに関して互いに異なる、画像化ユニットとを含む、表示装置。

10

【請求項 2】

前記ピクセルサブセットの1つ又は複数のピクセルの第1のピクセルの前記光出力が、1/30秒、1/45秒、又は1/60秒以下の再構成時間間隔内に、第1の光出力から前記第1の光出力と異なる第2の光出力に、及び/又はその逆に再構成可能であり、

前記画像化ユニットが、前記ピクセルサブセットの1つ又は複数のピクセルの第1のピクセルを第1の時間間隔内に前記ビュー領域の第1のものに画像化するように、及び前記第1のピクセルを前記第1の時間間隔とは異なる第2の時間間隔内に前記ビュー領域の第2のものに画像化するように再構成可能であり、前記第1の時間間隔及び前記第2の時間間隔は前記再構成時間間隔よりも短い、

20

請求項1に記載の表示装置。

【請求項 3】

ピクセルサブセットが2つのピクセルを含み、それぞれのピクセルが前記複数のビュー領域の1つにしか画像化されない、請求項1に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記ピクセルサブセットの複数のピクセルがs列及びt行のピクセルアレイ状に配置され、s及びtは整数である、請求項3に記載の表示装置。

30

【請求項 5】

前記複数のビュー領域が3つのビュー領域を含み、前記仮想円が前記3つのビュー領域の少なくとも一部を囲む、請求項1乃至4の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記3つのビュー領域が、前記仮想平面上に二次元パターンを形成するように配置される、請求項5に記載の表示装置。

【請求項 7】

前記複数のビュー領域の少なくとも2つが前記仮想円によって完全に囲まれる、請求項1乃至6の何れか一項に記載の表示装置。

40

【請求項 8】

ピクセルサブセットごとのピクセル数が、前記複数のビュー領域内のビュー領域の数と同じである、請求項3に記載の表示装置。

【請求項 9】

前記画像化ユニットが、

それぞれ1つだけのピクセルサブセットの前記ピクセルの1つ又は複数の少なくとも一部を画像化するための複数の画像化サブユニットであって、各画像化サブユニットはレンズ、ミラー、及び/又はプリズムの形をとる光学要素を含む、画像化サブユニットを含む、請求項1乃至8の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 10】

50

１つだけのピクセルサブセットの前記ピクセルの１つ又は複数の前記少なくとも一部を画像化するための複数の画像化サブユニットがある、請求項 9 に記載の表示装置。

【請求項 1 1】

前記画像化サブユニットが第 1 の光学要素及び第 2 の光学要素を含み、前記第 1 の光学要素が１つだけのピクセルサブセットの前記ピクセルの１つ又は複数の前記少なくとも一部の前記光出力を前記第 2 の光学要素に導くためのものであり、前記第 2 の光学要素が前記第 1 の光学要素から受け取られる前記光出力の少なくとも一部を前記仮想平面に導くためのものである、請求項 9 又は 1 0 に記載の表示装置。

【請求項 1 2】

前記光学要素がレンズであり、前記画像化サブユニットが画像化サブユニットのアレイ状に配置される、請求項 9 乃至 1 1 の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 1 3】

各ピクセルが互いに異なる色を有する複数のサブピクセルを含み、前記サブピクセルが、少なくとも部分的に重なり合うように前記表示パネル上で互いの上にスタックされる、請求項 1 乃至 1 2 の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 1 4】

各ピクセルが互いに異なる色を有する複数のサブピクセルを含み、前記サブピクセルが重なり合わないよう前記表示パネル上で空間的に分散される、請求項 1 乃至 1 3 の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 1 5】

ピクセル内のサブピクセル数が、１つだけのピクセルサブセットの前記ピクセルの１つ又は複数の前記少なくとも一部を画像化する画像化サブユニットの数に等しい、請求項 1 4 に記載の表示装置。

【請求項 1 6】

各ピクセル又はサブピクセルが、照明部分の一次元又は二次元アレイとして構成される複数の照明部分を含む、請求項 1 乃至 1 5 の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 1 7】

ピクセルサブセット間の距離が、ピクセルサブセットのピクセル又はサブピクセル間の距離よりも大きい、請求項 1 乃至 1 6 の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 1 8】

前記画像化ユニットが、前記ピクセルサブセットの１つ又は複数のピクセルを画像化し、前記仮想平面上の更なる複数のビュー領域上に更なるピクセル画像を形成するためのものでもあり、前記異なるピクセルサブセットのそれぞれの少なくとも１つの更なるピクセル画像が前記更なる複数のビュー領域の同じものの上で重なり合う状態で、前記更なる複数のビュー領域は互いに重なり合わず、前記仮想平面は眼の前記瞳孔の前記直径を有する更なる仮想円を含み、前記仮想円の中心と前記更なる仮想円の中心との間の距離は、視聴者の左眼の前記瞳孔の中心と右眼の前記瞳孔の中心との間の前記距離に対応し、前記更なる仮想円が前記更なる複数のビュー領域の少なくとも２つの少なくとも一部を囲み、前記更なる仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる前記更なる複数のビュー領域の前記少なくとも２つは、その中の前記更なるピクセル画像の少なくとも１つに関して互いに異なる、請求項 1 乃至 1 7 の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項 1 9】

前記 1 組のピクセルが更なる複数の異なるピクセルサブセットを含み、前記更なる複数のピクセルサブセットの各ピクセルサブセットは、前記 1 組のピクセルの１つ又は複数のピクセルを含み、

前記画像化ユニットが、前記更なる複数のピクセルサブセットのうちの或るピクセルサブセットの前記１つ又は複数のピクセルを画像化し、前記仮想平面上の更なる複数のビュー領域上に更なるピクセル画像を形成するためのものでもあり、前記異なるピクセルサブセットのそれぞれの少なくとも１つの更なるピクセル画像が前記更なる複数のビュー領域の同じものの上で重なり合う状態で、前記更なる複数のビュー領域は互いに重なり合わず

10

20

30

40

50

、前記仮想平面は眼の前記瞳孔の前記直径を有する更なる仮想円を含み、前記仮想円の中心と前記更なる仮想円の中心との間の前記距離は、視聴者の左眼の前記瞳孔の中心と右眼の前記瞳孔の中心との間の前記距離に対応し、前記更なる仮想円が前記更なる複数のビュー領域の少なくとも2つの少なくとも一部を囲み、前記更なる仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる前記更なる複数のビュー領域の前記少なくとも2つは、その中の前記更なるピクセル画像の少なくとも1つに関して互いに異なる、請求項1乃至17の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項20】

前記第1の仮想円の中心と前記第2の仮想円の中心との間に、ビュー領域が存在しない前記仮想平面上の領域がある、請求項18又は19に記載の表示装置。

10

【請求項21】

前記表示装置が立体表示装置であり、前記仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる前記複数のビュー領域の少なくとも2つと、前記更なる仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる前記更なる複数のビュー領域の前記少なくとも2つとが、前記ピクセル及びその中の更なるピクセル画像の少なくとも1つに関して互いに異なる、請求項19又は20に記載の表示装置。

【請求項22】

前記複数のピクセルサブセットがk行及びl列有するピクセルサブセットのアレイ状に配置され、k及びlは整数である、請求項1乃至21の何れか一項に記載の表示装置。

20

【請求項23】

前記複数のピクセルサブセット及び前記更なる複数のピクセルサブセットがk行及びl列有するピクセルサブセットのアレイ状に配置され、k及びlは整数であり、前記アレイの全体を通し、前記複数のピクセルサブセットの前記ピクセルサブセットは奇数lの列内にあり、前記更なる複数のピクセルサブセットの前記ピクセルサブセットは偶数lの列内にある、請求項22に記載の表示装置。

【請求項24】

前記画像化ユニットが、

前記ピクセルサブセットのピクセルを前記仮想円及び/又は前記更なる仮想円内の前記複数のビュー領域の異なるものに時系列的に画像化するように再構成可能であり、且つ/又は

30

前記複数のピクセルサブセット及び前記更なる複数のピクセルサブセットの前記ピクセルを前記複数のビュー領域及び前記更なる複数のビュー領域に時系列的に画像化するように再構成可能である、

請求項1乃至23の何れか一項に記載の表示装置。

【請求項25】

眼の瞳孔の位置を求めるための追跡システムと、

眼の前記瞳孔の前記位置に依存して前記画像化ユニットを制御するための画像化ユニット制御システムと

を含み、これにより、視聴者の前記眼の1つ又は複数の瞳孔と一致するときに前記仮想円及び/又は前記更なる仮想円が、前記瞳孔の1つ又は複数が位置を変えるとときにこれらの瞳孔とはば一致させ続けられる、請求項1乃至24の何れか一項に記載の表示装置。

40

【請求項26】

前記表示装置が、前記表示パネルに画像データを与えるためのディスプレイコントローラを更に含み、前記画像データは複数の副画像を符号化し、前記複数の副画像の第1のものは3Dシーンの第1の視点に対応し、前記複数の副画像の第2のものは、眼の前記瞳孔の幅の差をつけて前記第1の視点に係る前記3Dシーンの第2の視点に対応し、各ピクセルサブセットには前記第1の副画像の一部及び前記第2の副画像の一部が与えられる、請求項1乃至25の何れか一項に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、視聴者にフリーフォーカスを提供する表示装置及び方法に関する。とりわけ本発明は、排他的にはないが立体表示装置及び方法に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

今日入手可能な 2 D ディスプレイ (T V 、コンピュータモニタ、及び携帯端末の表示画面) 及び 3 D (自動) 立体ディスプレイ (立体画像を知覚するために視聴者による支援を使用する必要のないディスプレイ) の大半は、現実の世界のシーンを目にするときのように、視聴者が自分で選んだ画像の一部に自然な方法で (再び) 焦点を合わせることを可能にしない画像表示を視聴者に提供する。

10

【 0 0 0 3 】

特定の視点から見たとき、現実の世界のシーンでは一般に視聴者の近くに位置する物体と、視聴者から更に離れて位置する他の物体とがあり、即ちシーンには奥行きがある。例えば或るシーンでは、人物の形をとる近くの物体が、背景にある家の形をとる更に離れた物体の前に立っている場合がある。視聴者が近くの物体に焦点を合わせた場合、一定の程度の範囲内で、奥行きが異なる他方の物体の焦点が合わない。調節、即ち焦点の変化を生じさせるためにその人の眼の水晶体の屈折力を調整することにより、視聴者はそのシーンのどの物体に焦点を合わせるのかを選択することができ、従ってくっきりと見ることができる。現実の世界のシーンでは、視聴者はフリーフォーカスを利用できる。

【 0 0 0 4 】

20

前述のように、現在のディスプレイの大半は、このフリーフォーカスの任意選択肢を視聴者に与えない。結局のところ、現実の世界のシーンは通常、一定の奥行き距離を有する特定の物体の焦点が合っている一方で、シーンの他の物体の焦点が合っていないように捕捉 (記録) され、表示される。従って、例えばこのシーンの例の人物は、焦点が合った状態で捕捉され表示され得る一方で、家はそうでない可能性がある。このコンテンツを表示するディスプレイの視聴者は、コンテンツをくっきりと知覚するために画面に焦点を合わせる必要があり、それにより、焦点が合った状態で記録された物体だけがその視聴者によってくっきりと知覚される。焦点が合っている物体と同じ奥行き位置を他の物体がシーン内で有さない場合、再調節を行っても他の物体の焦点が合うことはない。従って、視聴者はフリーフォーカスを利用できず、幾らか不完全な視聴体験を与えることになる。

30

【 0 0 0 5 】

(自動) 立体ディスプレイにおいて、フリーフォーカスがないことは視聴者にとっての更なる問題の原因である。概して、立体ディスプレイ及び自動立体ディスプレイは、立体画像により奥行き情報を視聴者に与え、即ち視聴者の左眼と右眼とが、視聴者の眼の距離によって相互に関係する異なる視点から見られるシーンの像を認める。レンチキュラベースの自動立体ディスプレイの一例が、米国特許第 6 0 6 4 4 2 4 号の中で開示されている。

【 0 0 0 6 】

入手可能な異なる視点の情報は、異なる奥行きにあるシーンの物体が、例えば表示画面に位置すると感知されるだけでなく、表示画面の前後に位置すると感知される奥行き感を視聴者に与える。しかし、シーンを表す画像コンテンツ (物体) がそのようにして画面の前後に感知されるはずである一方で、画像内にフリーフォーカス情報がないことは、画像内の物体の実際の奥行き位置に焦点を合わせる必要があるにもかかわらず、ディスプレイの画面に焦点を合わせる (自身の眼の水晶体を調節する) ことを視聴者に強いる。このことは、視覚的な不快感を引き起こし得る所謂輻輳調節矛盾の原因となる。

40

【 0 0 0 7 】

両眼連動とは、視聴者の 2 つの眼の視軸が平行である程度であり、この軸は、視聴者により近い物体ではより集束する。人間の自然な視覚では、両眼連動量と、所与の距離にある物体をくっきりと見るのに必要とされる調節量との間に直接的関連がある。米国特許第 6 0 6 4 4 2 4 号の中にあるような従来の (自動) 立体ディスプレイは、両眼連動を動的

50

に変えながら固定面（表示画面）上の調節を保つことにより、この両眼連動と調節との間のつながりを切り離すことを視聴者に強いる。輻輳調節については、国際公開第2006/017771号の中でより詳細に説明されている。

【0008】

従って、表示するコンテンツに自由に焦点を合わせる能力を提供するディスプレイは、シーンのより自然な又はより完全な（2D又は3D）画像を提供するだけでなく、3Dディスプレイにおける輻輳調節問題によって引き起こされる不快感を減らすこともできる。無限遠に焦点を合わせ、無限遠におけるコンテンツはくっきりしているはずだが、画面の奥行きにおけるコンテンツはディスプレイベゼルと同程度にぼやけるはずである。

【0009】

今日ではプレノプティックカメラが知られており、プレノプティックカメラは、生成される画像コンテンツ内に焦点情報があるように、シーンの2D画像を記録することができる。しかし、適切なソフトウェアを用いて2Dディスプレイ上でかかるコンテンツを表示することは、2D画像のどの奥行領域がくっきりと見られ得るのかについての選択を視聴者に与え得るが、これはソフトウェアによる表示画像の調整を用いて行われなければならない。従って、本発明の文脈におけるフリーフォーカスは提供されない。国際公開第2006/017771号は、様々な焦点距離を有する画像パウエル（image vowels）を用いて画像を生成するために可変焦点ミラー又はレンズを用いるシステムを提供することによってこの問題に対処しようと試みる3Dディスプレイを開示する。

【0010】

ホログラフィックディスプレイもこの問題に対処する。ホログラフィは、光の中のシーンの完全な捕捉及び再現である。ホログラフィは電磁波の回折に基づく。ホログラフィックディスプレイは、高解像度、及び輝度だけでなく光の位相も制御する能力の両方を必要とする。

【0011】

計算ホログラフィとは、仮想シーンの回折パターンの再現である。完全なホログラムを計算するには、ピクセル-ボクセルの各組合せが考慮に入れられなければならない。少なくともフルHDピクセルと同数のボクセルがあるべきであること、及び画面の解像度がフルHD解像度の何倍もあることとすると、このことは計算の複雑性を驚異的なものにする。

【0012】

SeeRealという企業は、視標追跡と共にビームステアリングを用いて瞳孔位置に対してのみ正しいホログラムを作り出すホログラフィックディスプレイを提供する、より実用的なホログラフィックディスプレイの解決策を開発した。この解決策は、Advances in Lasers and Electro Optics, pp. 683-710, ISBN 978-953-307-088-9, 2010内のS. Reichelt et al., "Holographic 3-D Displays - Electro-holography within the Grasp of Commercialization"の中で報告されている。

【0013】

狭いビーム幅はより大きいピクセルピッチ（30～70 μm）を可能にし、製造の実現可能性を高めるだけでなく、計算コストを数桁減らしもする。しかし、必要とされる1兆浮動小数点演算/秒（1TFLOP: 1 trillion floating point operations per second）は依然として普通でないように思われる。

【0014】

256ビューを構築するためにレンチキュラディスプレイのマルチプロジェクションを使用し、視聴者の眼の瞳孔ごとに2つのビューを提供する、256ビューのスーパーマルチビュー立体ディスプレイが、ASO Optics Express, vol/ 18, No. 9 page 8824 to 8835の中でYasuhiro Takaki及びNichiyo Nagoによって記載されている。このディスプレイは、16個の別々のフラットパネル3Dディスプレイを必要とする。

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、視聴者が表示画面に焦点を合わせるのではなく画像によって伝えられる奥行き（又はその近く）に焦点を合わせた状態で、更に、計算の複雑性が減らされた状態で表示画像が処理されることを可能にするやり方で、現実の奥行感覚を得させる表示装置に対する需要に対処する。

【0016】

3Dディスプレイで使用されるとき、本発明は、輻輳調節問題の視覚的な不快感を減らすことも目指す。本発明は、比較的平らなフォームファクタを有する表示画面を用いてその狙いが達成されることを可能にする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記の目的は、本発明による表示装置及び方法によって実現される。本発明は独立請求項によって定められる。従属請求項は有利な実施形態を提供する。

【0018】

ピクセルセットは、必須ではないが、好ましくはディスプレイの全ピクセルを含む。空間的に分散されたピクセルとは、ピクセルが表示パネル内で互いの上ではなく、隣同士に配置されることを意味する。

【0019】

異なるピクセルサブセットとは、かかるピクセルサブセットが表示パネルの異なる領域上に位置することを意味する。好ましくは、或るピクセルサブセットのうちの1つ又は複数のピクセルが、1つのピクセルサブセットにしか属さず、そのため、全てのピクセルサブセットが互いに完全に異なり、表示パネル上で異なる空間的位置を有する。或いは、複数のピクセルサブセットに属する少なくとも1つのピクセルがある場合、これらのサブセットは互いに部分的にのみ重なり合うことができる。

【0020】

画像化ユニットは、表示パネル上に、即ちピクセルと仮想平面との間に配置され得る。その場合、例えばOLEDやプラズマ表示パネルに見られるように、直接発光するピクセルが使用されても良い。或いは、例えばLCDパネルの透過ピクセル等の透過ピクセルを有するパネルの場合、画像化ユニットがピクセルと照明ユニット（バックライト又はレーザシステム）との間に位置しても良い。

【0021】

仮想平面は、表示システムの前の視野の範囲内にあり、表示システムの有効距離にある。

【0022】

仮想円及び/又は更なる仮想円は、視聴者の眼の瞳孔を表すことができる。

【0023】

画像化ユニットは、仮想平面上のビュー領域にピクセル画像を与える。ピクセル画像の領域は、ビュー領域とほぼ等しい。これらのビュー領域の2つの少なくとも一部が仮想円の範囲内にある。つまりこれらのピクセル画像は、眼を動かす必要なしに眼の瞳孔に入ることができる。

【0024】

それらのビュー領域は、表示パネル上に表示されるシーンの副画像を構築するために使用され得る。このために、ピクセルサブセットのそれぞれの中に、複数のビュー領域の同じものに画像化される少なくとも1つのピクセルがあり、そのため、各ビュー領域は互いにほぼ完全に重なり合う複数のピクセル画像を含む。この複数のピクセル画像のそれぞれ（従って各ビュー領域）は、副画像を表すことができる。

【0025】

1つのビュー領域のピクセル画像は仮想平面上で空間的に分解されないが、それらのピクセル画像は、表示パネル上の様々なピクセルサブセットのピクセルから生じ、即ちそれ

10

20

30

40

50

らのピクセル画像は様々な方向から仮想平面に到達する。その結果、仮想平面を通過した後、それらのピクセル画像は再び空間的に分解されるようになる。

【0026】

従って、仮想平面が透明であると考え、表示パネルと仮想平面との間の距離よりも大きい距離表示パネルから隔てて投影平面を置くことで、複数のピクセル画像パターンが見られ得る。これらのピクセル画像パターンのそれぞれは、表示パネル上に表示される副画像を表すことができる。

【0027】

副画像が或るシーンのビューだが異なる視点からのビューに対応する場合、仮想平面の位置において仮想円内に配置される（眼の）水晶体は、副画像内のそれらの物体の奥行き（副画像内の視差）に基づき、シーンの物体をその網膜上に選択的に合焦させることができる。従って、フリーフォーカスが有効にされる。

【0028】

焦点を合わせ直す効果は、視聴者の眼の網膜及び水晶体の距離に匹敵する距離、仮想投影平面から離れた距離において投影平面が仮想平面の背後に配置されるときにピクセル画像パターンの焦点を合わせ、複数焦点状態にある視聴者の眼の強度に匹敵する強度を有するレンズを使用することにより、模倣され得る。すると、ピクセル画像パターンからの異なるピクセルの組をレンズの様々な焦点状態において重ね合わせることが可能になる。視聴者の眼の視覚能力を模倣する他の光学的構成も同じ目的で使用され得る。

【0029】

（重なり合う）ピクセル画像を表すビュー領域は、好ましくは全て等しく及び／又は同じ形状を有する。形状は正方形、長方形、不等辺四辺形、三角形、又は円とすることができる。周囲のビュー領域は、隣接して間に隙間を残さない場合があるが、両方のビュー領域の一部が依然として第1の仮想円に含まれる限り、それらがフリーフォーカス効果に同時に寄与しなければならない場合、幾らかの隙間を間に残す場合もある。

【0030】

本発明の一実施形態では、様々なビュー領域を時系列的に与えるために1つのピクセルサブセットが使用され得る。従って、仮想円で（少なくとも部分的に）囲まれるビュー領域内に少なくとも2つの異なるピクセル画像を全て1/30秒以下、1/45秒以下、又は1/60秒以下の1つの再構成時間内で作成するために、ピクセルサブセットのピクセルの光出力が次から次へと変えられても良い。副画像が逐次的に眼に与えられるという事実にも関わらず、この時間は副画像から1つの画像を合成する機会を眼に与えるのに十分短い。ピクセルが複数のビュー領域にわたって分割される必要がないので、その間にも（副）像の解像度は高く保たれ得る。各ピクセルサブセットが1つのピクセルしか有さない場合、（副）像内の解像度は、1組のピクセルによって決定される元の解像度である最大値に保たれ得る。好ましくは、画像のちらつきを減らし且つ／又は眼のフリーフォーカス能力を最適化するために、再構成時間の間隔は可能な限り短い。従って、好ましくはこの間隔は1/45秒未満、更には1/60秒未満である。

【0031】

第1の時間間隔及び第2の時間間隔は、好ましくは再構成時間間隔内の単一の連続した間隔である。

【0032】

本発明の別の実施形態では、ピクセルサブセットが2つのピクセルを含み、それぞれのピクセルは複数のビュー領域の1つにしか画像化されない。この場合、ビュー領域の少なくとも2つが、ピクセルサブセット内の空間個別的なピクセルによって生成される。従って、ピクセルはビュー領域の数にわたり、即ちそれ故に、ピクセル画像パターン（副画像）にわたり少なくとも部分的に分割される必要がある。ピクセルサブセットのそれぞれに関するこれらの2つのピクセルの光出力は、様々なピクセル画像パターンを提供するために変えられる必要はない。このことは、ビューにわたりピクセルを分割することにより解像度が幾らか失われるという代償を払い、ピクセルのコンテンツ変化速度を緩和する。そ

10

20

30

40

50

のような表示装置では、固定された（再構成できない）画像化ユニットで十分である。そのような表示パネルの製造は、より容易又は安価であり得る。

【0033】

ピクセルサブセット内に複数のピクセルを有するディスプレイでは、それらのピクセルが s 列及び t 行のピクセルアレイ状に配置されても良く、 s 及び t は整数である。このアレイはピクセルの二次元分布を有することができ、三角形、長方形、正方形、又は六角形のピクセル分布等が例として与えられる。好ましくは、分布は長方形又は正方形である。

【0034】

整数 s 及び t は、2、3、4、5、6、7、8、9、若しくは10、又は11以上とすることができる。整数 s 及び t は、等しくなくても良いが、複数の重複領域が例えば4、9、16、25、36、49、64、81、又は100の重複領域を含むように等しいことが好ましい。より好ましくは、パターン（アレイ）の形状が長方形であり、更に好ましくは、列と行とが互いに90度の角度を作り出す正方形である。

【0035】

本発明のディスプレイでは、3つのビュー領域を含む複数のビュー領域があっても良く、その3つのビュー領域の少なくとも一部を仮想円が囲む。仮想円（眼の瞳孔）ごとにより少ないビュー領域を用いるよりも、更なる奥行きレベル及び f 又は焦点の合わせ直し易さに関する改善されたフリーフォーカス効果が作り出され得る。好ましくは、3つのビュー領域は、仮想平面上に二次元パターンを形成するように配置される。そのようにすることは、画像内の2つの次元に沿ったフリーフォーカスを画像内の物体に与える。二次元パターンは、好ましくは規則的分布内の領域を含み、三角形、長方形、正方形、又は六角形の分布等が例として与えられる。より好ましくは、パターンが、重複領域の長方形又は正方形の分布を有する。好ましくは、この二次元パターンは、 m 列及び n 行の重複領域を有する重複領域のアレイ形式にあり、 m 及び n は整数である。整数 m 及び f 又は n は、2、3、4、5、6、7、8、9、若しくは10、又は11以上とすることができる。整数 m 及び n は、等しくなくても良いが、複数の重複領域が例えば4、9、16、25、36、49、64、81、又は100の重複領域を含むように等しいことが好ましい。より好ましくは、パターン（アレイ）の形状が長方形であり、列と行が互いに90度の角度を作り出す正方形であればなお良い。

【0036】

好ましくは、本発明の装置では、複数のビュー領域の少なくとも2つが仮想円によって完全に囲まれる。ピクセルの全ての光が円内に入り、従って視聴者の眼の瞳孔に入ることができるので、このことは表示システムの改善された輝度をもたらす。優れた画像輝度を相変わらず体験しながら、光出力のパワーを減らし又は最小限に抑えることができ、従って優れた画像輝度を有する電力効率の良い表示システムを実現する。好ましくは、複数の重複領域の3番目の領域も更には全てが仮想円内に完全にある。全てのビュー領域が仮想円内にある場合、このことは、（視聴者の眼の瞳孔の寸法を有する仮想円で囲まれる領域において）視聴者の眼にのみ自らの出力を与えることができる表示システムを提供する。従ってこの表示システムは、見ることが発生しない重複領域は提供せず、フリーフォーカス効果を作り出す用途のために出力パターンを使用する際に効率的である。

【0037】

本発明の表示装置は、好ましくは全てのピクセルサブセットについて、複数のビュー領域内のビュー領域の数と同じ、幾つかのピクセルをピクセルサブセットごとに有する。このことは、均一のピクセル数を有する画像パターンをピクセルに与える。

【0038】

表示装置の画像化ユニットは複数の画像化サブユニットを有することができ、各画像化サブユニットは、1つだけのピクセルサブセットのピクセルの1つ又は複数の少なくとも一部を画像化するためのものであり、各画像化サブユニットはレンズ、ミラー、及び f 又はプリズムの形をとる光学要素を含む。

【0039】

複数の画像化サブユニットは、好ましくは画像化サブユニットのアレイ状に配置される。このアレイは、表示パネル上のピクセルのサブユニットのアレイに対応する。

【0040】

好ましくは、各画像化ユニットは、レンズを用いて画像化が行われ得る1つ又は複数のレンズを含む。レンズは、仮想円上に一次元のビュー領域パターンを与えるために円柱形とすることができ、及び/又は仮想平面上に例えば二次元のビュー領域パターンを与えるために球形でも良い。周囲のピクセルサブセットの光出力が互いの導光ユニットに入ることができないように、画像化ユニット及び/又は画像化サブユニットはピクセルの真上に位置することができる。或いは、或るピクセルサブセットからの光が、別の(ことによると周囲の)ピクセルサブセットの光出力を導くように意図される導光ユニットに入るのを防ぐために、周囲の導光ユニットとの間に1つ又は複数の遮光要素があっても良い。

10

【0041】

或る代替形態では、導光ユニットの数がピクセルサブセットの数に等しい。従って、この実施形態では、各ピクセルサブセットが独自の画像化サブユニットを有する。

【0042】

ピクセルサブセットごとに、複数の画像化サブユニットがあっても良い。ピクセルの1つ又は複数の少なくとも一部は、ピクセルがサブピクセルを有するカラーピクセルである場合1つ又は複数のサブピクセルを意味することができ、又はサブピクセルがあろうとなかろうとピクセル領域の一部を意味し得る。

【0043】

より多くの画像化サブユニットを有することは、個々のピクセルサブセット又は個々のピクセルサブセットの一部を画像化するより多くの自由をもたらすことができる。

20

【0044】

本発明のディスプレイの改変形態では、画像化サブユニットが第1の光学要素及び第2の光学要素を含み、第1の光学要素及び第2の光学要素は、第1の光学要素が1つだけのピクセルサブセットのピクセルの1つ又は複数の少なくとも一部の光出力を第2の光学要素に導くためのものであり、第2の光学要素が第1の光学要素から受け取られる光出力の少なくとも一部を仮想平面に導くためのものであるように構成される。画像化ユニットのこのセットアップは、表示装置の比較的平らなフォームファクタと共に正しい有効距離を作り出すのに有利である。

30

【0045】

本発明の表示装置はピクセルを有することができ、各ピクセルは互いに異なる色を有する複数のサブピクセルを含み、サブピクセルは、少なくとも部分的に重なり合うように表示パネル上で互いの上にスタックされる。

【0046】

好ましくは、サブピクセルが完全に重なり合う。ピクセル及びそのサブピクセルは、スタックされた有機発光デバイス(OLED: Organic Light Emitting Device)ピクセルであり得る。このようにしてピクセルは、有色出力を依然として提供できるとき、表示パネル上で最小限のスペースしか取らない。従って、カラーピクセルの解像度は、1組のピクセルによって決定され得る。ピクセルの全てのサブピクセルがビュー領域上で重なり合って画像化されるので、画像化による色割れはない。従って、視聴者が焦点を合わせ直すことは、認められるカラーパターンの変化をもたらさない。このことは、視聴者の眼が焦点を合わせ直すときに改善された色の均一性をもたらす。

40

【0047】

或いは、ピクセル、又は各ピクセルは、互いに異なる色を有する複数のサブピクセルを含み、それらのサブピクセルは表示パネル上で空間的に分散される。このことは、スタックピクセルを有する表示パネルと比べたとき、製造がより容易な表示パネルを実現する。この種の表示装置内では、ピクセル内のサブピクセル数が、好ましくは1つだけのピクセルサブセットのピクセルの1つ又は複数の少なくとも一部を画像化する画像化サブユニットの数に等しい。つまり、或るピクセルのサブピクセル画像の1つ又は複数、1つに利

50

用できる異なる画像化サブユニットによりビュー領域上で重ね合わせることができる。従って、視聴者が焦点を合わせ直すことは、認められるカラーパターンの変化をもたらさない。従ってこのことは、視聴者の眼が焦点を合わせ直すときに改善された色の均一性をもたらす。サブピクセルを空間的に分散させることには、例えばスタックサブピクセルの改変形態に比べ、表示パネルがより容易に製造でき且つノ又はアドレス指定等できるという利点もある。

【0048】

本発明の表示システムでは、各ピクセル又はサブピクセルが、照明部分の一次元又は二次元アレイとして構成される複数の照明部分を含み得る。このことは、視標追跡及びビームステアリングの実施をより容易にする。好ましくは、隣接する照明部分間の間隔は、照明部分の同じ間隔方向に沿ったサイズよりも大きい。

10

【0049】

添付の特許請求の範囲の何れか一項に記載の表示システムであり、ピクセルサブセット間の距離は、同じピクセルサブセットのピクセル間の距離よりも大きい。ピクセルのこの配置は、複数の画像化サブユニットを有する画像化ユニットを使用するとき有利とすることができ、かかる画像化サブユニットはピクセルサブセットにつき1つある。

【0050】

視聴者の両眼に表示を行うことができる本発明のディスプレイでは、ピクセルサブセットが、時系列的態様で更なる仮想円にも画像化される。従って、仮想円に配置されるとき、それぞれの眼にフリーフォーカスが与えられる一方で、1組のピクセルによって決定される解像度は片眼の複数のビュー領域上でしか分割されない。

20

【0051】

ビューパターンのピクセル画像が2つの仮想円間で異なる場合、眼は同じ情報を受け取り得る。従ってその表示装置は、両眼のためのフリーフォーカスを有するモノディスプレイである。或いは、及び好ましくは、立体表示装置としての使用に適したものにするために、眼が異なる情報を受け取る。

【0052】

再構成及びタイミングに関して言えば、異なる眼に対する出力は、ピクセル画像が片眼のビュー領域に時系列的に与えられるのと同様の態様で与えられ得る（請求項2に記載の裏付けを参照されたい）。時系列的な画像化を行うために、再構成可能な光学ユニットがこの種の表示装置に使用されても良い。

30

【0053】

複数の眼のための表示装置の別の実施形態では、1組のピクセルが更なる複数の異なるピクセルサブセット（41E）を含み、更なる複数のピクセルサブセットの各ピクセルサブセットは、1組のピクセルの1つ又は複数のピクセルを含み、画像化ユニット（42）は、更なる複数のピクセルサブセットのうちの或るピクセルサブセットの1つ又は複数のピクセルを画像化し、仮想平面上の更なる複数のビュー領域上に更なるピクセル画像を形成するためのものであり、異なるピクセルサブセットのそれぞれの少なくとも1つの更なるピクセル画像が更なる複数のビュー領域の同じものの上で重なり合う状態で、更なる複数のビュー領域は互いに重なり合わず、仮想平面は眼の瞳孔の直径を有する更なる仮想円を含み、仮想円の中心と更なる仮想円の中心との間の距離は、視聴者の左眼の瞳孔の中心と右眼の瞳孔の中心との間の距離に対応し、更なる仮想円が更なる複数のビュー領域の少なくとも2つの少なくとも一部を囲み、更なる仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる更なる複数のビュー領域の少なくとも2つは、その中の更なるピクセル画像の少なくとも1つに関して互いに異なる。

40

【0054】

これは両眼用のディスプレイであり、それぞれの眼について複数の異なるピクセルサブセットがある。従って、1組のピクセルによって決定される解像度は、両眼にとって利用可能なピクセルの分割に基づき下げられる。焦点を合わせ直す効果を得るために、このディスプレイは、片眼に時系列的にパターンを与えることと組み合わせられても良い。

50

【 0 0 5 5 】

少なくとも2つの仮想円にビュー領域を与える表示装置では、第1の仮想円の中心と第2の仮想円の中心との間に、ビュー領域が存在しない仮想平面上の領域がある。従って、ピクセルの効率的使用が実施可能であり、その結果、視聴者の眼がない位置にビュー領域は提供されない。

【 0 0 5 6 】

少なくとも2つの仮想円にビュー領域を与える表示装置では、表示装置が立体表示装置でも良く、仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる複数のビュー領域の少なくとも2つと、更なる仮想円内に少なくとも部分的に囲まれる更なる複数のビュー領域の少なくとも2つとが、ピクセル及びその中の更なるピクセル画像の少なくとも1つに関して互いに異なる。

10

【 0 0 5 7 】

本発明の表示装置では、複数のピクセルサブセットが k 行及び l 列有するピクセルサブセットのアレイ状に配置され、 k 及び l は整数である。更に、好ましくは、ピクセルサブセットが規則正しい態様で表示パネル上に分散される。好ましくは、それらのピクセルサブセットは、ピクセルサブセットの行及び列のアレイ状に配置される。好ましくは、各ピクセルサブセットが同数のピクセルを含む。

【 0 0 5 8 】

複数の仮想円にビューを与えるための複数のピクセルの組を有する表示パネルでは、複数のピクセルサブセット及び更なる複数のピクセルサブセットが k 行及び l 列のピクセルサブセットのアレイ状に配置され、 k 及び l は整数であり、アレイの全体を通し、複数のピクセルサブセットのピクセルサブセットは奇数 l の列内にあり、更なる複数のピクセルサブセットのピクセルサブセットは偶数 l の列内にある。

20

【 0 0 5 9 】

視聴者の左眼のための複数のパターン（副画像）及び右眼のための更なる複数のパターン（副画像）が、今では表示パネル上で均等且つ規則正しく分散される。

【 0 0 6 0 】

ディスプレイ及び/又は視聴者が互いに対して回転する場合、列が行で置換されても良い。これはディスプレイを横向きのビューから縦向きのビューに回転させる場合に有利であり得る。

30

【 0 0 6 1 】

この交替は、例えばGPS、慣性、ジャイロスコープ装置、又は視標追跡装置を使用して指示されるディスプレイの向きの変化によって与えられる任意の外部入力によって引き起こされ得る。

【 0 0 6 2 】

本発明の表示装置では、画像化ユニットは、ピクセルサブセットのピクセルを仮想円及び/又は更なる仮想円内の複数のビュー領域の異なるものに時系列的に画像化するように再構成可能であり、且つ/又は複数のピクセルサブセット及び更なる複数のピクセルサブセットのピクセルを複数のビュー領域及び更なる複数のビュー領域に時系列的に画像化するように再構成可能である。或る代替形態では、これが機械的に再構成可能な光学ユニットを使用して行われ得る。例えばそのユニットは、機械力を作用させることにより短くされ又は伸ばされ得る光学要素を含み得る。機械力は、圧電装置によって与えられても良い。別の代替形態では、光学要素が電気光学的に再構成可能であり得る。好ましくは、このために光学ユニットは、GRIN又はエレクトロウェットティングユニットとして機能する光学要素を含む。従って、1つ又は複数の光学要素は、GRINレンズ又はエレクトロウェットティングミラー若しくはレンズで作られ得る。

40

【 0 0 6 3 】

添付の特許請求の範囲の何れか一項に記載の表示装置は、眼の瞳孔の位置を求めるための追跡システムと、眼の瞳孔の位置に依存して画像化ユニットを制御するための画像化ユニット制御システム（76）とを含み、それにより、視聴者の眼の1つ又は複数の瞳孔と

50

一致するときに仮想円及び／又は更なる仮想円が、瞳孔の１つ又は複数が位置を変えるとときにそれらの瞳孔とほぼ一致させ続けられる。

【００６４】

視標追跡は片眼の位置を追跡することができ、制御は、１つの仮想円を同じ眼の瞳孔の周縁と一致させ続けるためであり得る。位置とは、表示パネルまでの瞳孔の距離、並びに／又は表示パネルの前の水平位置及び／若しくは垂直位置までの瞳孔の距離、又はその３つの任意の組合せを意味し得る。

【００６５】

従って、仮想円が眼の瞳孔の周縁と一致するように第１の位置に配置される眼（の瞳孔）が更なる位置に動く場合、位置が変えられた瞳孔に光出力の向きが変えられる。視聴者は動かす自由を有する。

10

【００６６】

或いは、視標追跡は、少なくとも２つの眼の位置を追跡することができ、制御は、或る仮想円が或る眼の瞳孔から別の眼の瞳孔に移動するように出力光を移すためであり得る。この実施形態は、１人の視聴者及び／又は複数の視聴者の複数の瞳孔（眼）に同じ若しくは異なる出力を時系列的に与えるために有用である。

【００６７】

本発明の表示装置は、表示パネルに画像データを与えるためのディスプレイコントローラを有することができ、画像データは複数の副画像を符号化し、複数の副画像の第１のものは３Ｄシーンの第１の視点に対応し、複数の副画像の第２のものは、眼の瞳孔の幅の差をつけて第１の視点に関係する３Ｄシーンの第２の視点に対応し、各ピクセルサブセットには第１の副画像の一部及び第２の副画像の一部が与えられる。

20

【００６８】

表示装置は、この画像データを受け取るように適合される。言い換えれば、画像化ユニットにより瞳孔の同じ領域と一緒に画像化される異なるピクセルに、単一の視点から見られる３Ｄシーンに対応する画像データが与えられるように、ピクセルに画像データが与えられる。異なる視点から見られる３Ｄシーンの少なくとも２つの副画像が、１つの仮想円（或いは１つの瞳孔）に与えられる。複数の仮想円にビュー領域を与えるディスプレイでは、複数のピクセルサブセット、ピクセルサブセット、及び複数のビュー領域に関する従属請求項の特徴が、更なる複数のピクセルサブセット、更なる複数のビュー領域、並びに更なる仮想円にも等しく当てはまり得る。

30

【００６９】

Tokyoディスプレイと異なり、画像のビューは瞳孔の方向に送ることができ、それによりフリーフォーカス効果を実現するのに必要なビューの数を減らすことができる。本発明は、より多くのビューがレンダリングされなければならないという点でレンチキュラシステムよりも複雑なシステムを提供する。瞳孔追跡バージョンでは、瞳孔の追跡、ビームステアリングの面で更なる複雑さもある。しかし本システムは、計算上はリアルタイムホログラフィックシステムよりもはるかに単純であり、放射光の位相を制御する必要がない。

【００７０】

図面の全体を通して、同じ参照番号は同じ特徴を示す。図面は概略図を示し、相対寸法は事実通りに実際を表さない。

40

【図面の簡単な説明】

【００７１】

【図１Ａ】シーンを見るとき眼がどのように動くのかについての略図の側面図である。

【図１Ｂ】シーンを見るとき眼がどのように動くのかについての略図の平面図である。

【図２Ａ】通常の２Ｄディスプレイにより視聴者の１つ又は複数の眼の網膜に示される内容の概略的透視図である。

【図２Ｂ】通常の３Ｄ立体ディスプレイ又は自動立体ディスプレイにより、視聴者の２つの眼のそれぞれの網膜に示される内容の概略的透視図である。

【図３】眼の瞳孔ごとに３Ｄシーンの２つのビューしか使用せずに本発明によるフリーフ

50

フォーカスを提供する 2 D 又は 3 D ディスプレイにより、視聴者の片方の眼の網膜に示される内容の概略図である。

【図 4 A】本発明による表示装置の概略的平面図であり、かかる装置がどのように動作できるかを示す。

【図 4 B】図 4 A のディスプレイのセットアップの概略的透視図であり、図 4 A のディスプレイの動作を示す。

【図 4 C】本発明による表示装置を概略的に示し、かかる装置が、ビューを生成するための各ピクセルサブセット内の 1 つのピクセルを使用して 3 D シーン（画像）の 2 つのビュー（副画像）を眼の 1 つの瞳孔にどのように提供できるのか、これらのビューを様々なビュー領域にどのように時系列的に提供できるのかを示す。

10

【図 4 D】3 D シーン（画像）の複数のビュー（副画像）を視聴者の 2 つの眼に与えることができる本発明による表示装置を概略的に示し、異なる眼のビューは同じピクセルサブセットを用いて生成され、それぞれの眼はビューを時系列的に認める。

【図 4 E】3 D シーン（画像）の複数のビュー（副画像）を視聴者の 2 つの眼に与えることができる本発明による表示装置を概略的に示し、異なる眼のビューは異なるピクセルサブセットを用いて生成される。

【図 5 A - D】例えば図 4 A ~ 図 4 E の表示装置等、本発明による表示装置のためにビューのレンダリング及び / 又はピクセル割当がどのように行われ得るのかを概略的に示す。

【図 6 A - C】本発明による表示装置を用いて眼の瞳孔に与えられ得る様々なビュー領域のパターンを示す。

20

【図 7 A - C】本発明によるディスプレイの光学ユニットがどのように設計され且つ / 又は動作され得るのかを概略的に示す。

【図 7 D - E】表示パネル上のピクセルの配列及び光学ユニットのあり得る設計を示す。

【図 8 A - G】ピクセルがサブピクセルを有する、本発明によるディスプレイの表示パネル及び光学ユニットの一部の概略図、及びそれらのサブピクセルがビュー領域にどのように与えられ得るのかの概略図である。

【図 9】光学ユニットの撮像ユニット、及びその撮像ユニットがどのように動作できるのかについての概略図である。

【図 10 A - B】サブピクセルを有するピクセルを伴う又は伴わない表示パネルを有する、図 9 による光学ユニットの実装形態を示す。

30

【図 11 A - B】GRIN レンズがどのように動作でき、本発明によるディスプレイ内にどのように実装され得るのかを概略的な態様でそれぞれ示す。

【図 12 A - B】眼の瞳孔に与えられ得るビュー領域を示す。これらのビュー領域は、表示パネル上のピクセルサブセット内のピクセルパターンを表すこともできる。

【図 13 A - B】アドレス指定されるときに同じ出力を与える複数の照明部分に細分されるピクセル又はサブピクセルを示し、それが単純な電気接続によってどのように実現され得るのかを示す。

【図 14】追跡システム、ディスプレイコントローラ、及び光学ユニットコントローラも有する本発明による表示装置を示す。

【発明を実施するための形態】

40

【0072】

本発明は、視聴者がフリーフォーカス効果を体験できる表示装置を提供する。

【0073】

かかるディスプレイでは、光学ユニットにより瞳孔の或る所与のビュー領域に画像化されるピクセルの組合せの光出力が一緒になって、単一の視点から見られる 3 D シーンの副画像を規定することができる。これは、このビュー領域上に画像化されるビューが、及びビュー領域の少なくとも一部を認めるように眼の瞳孔が位置する場合、眼の網膜上にそのビューから形成される副画像が、シーンに対して横方向に間隔が置かれた視点からの 3 D シーンのビューに対応すること、又は 3 D シーンに対する共通の視軸に沿った様々な奥行き位置からの 3 D シーンのビューに対応することを意味する。「視点（ビューポイント）」

50

」という用語は、しかるべく理解されるべきである。

【0074】

従って、瞳孔に与えられる光は、現実の世界で視聴者の片方の眼によって同時に見られ得る視点に関する3Dシーンの少なくとも2つのかかる副画像を含み得る。

【0075】

それに加え、副画像によって表されるシーン内の異なる奥行きにある物体をくっきりと知覚するために、眼は再調節することにより、少なくとも2つの副画像の異なる部分を網膜上で重ね合わせる可能性を有する。このことは、2Dディスプレイ及び/又は3Dディスプレイによって表示される画像を見ることを向上させ得る。

【0076】

本発明の手法の基礎を成す概念の一部は、プレノプティックカメラの概念に似ている。この主題に関する初期の論文の1つが、Adelson et. Al. "Single Lens Stereo with a Plenoptic Camera", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence", vol. 14, No. 2, Feb. 1992である。この研究が発展され、今やプレノプティックカメラは市販されている。

【0077】

プレノプティックカメラでは、画像センサ面上にマイクロレンズアレイが設けられる。各マイクロレンズは1組のピクセルの上に重なる。マイクロレンズは、様々な方向から入ってくる光を、下にある1組のピクセルの様々なピクセルに導く。このようにして、各マイクロレンズの下と同じ位置の1組のピクセルが、特定の視野方向から見られるシーンの画像を一緒になってもたらす。様々な視野方向画像を画像処理することにより、奥行き情報が得られ得る。固定された視野方向からの単一画像ではなくシーンの部分的な3Dモデルが事実上得られるので、この追加情報は焦点を合わせ直す機能及び他の多くの画像操作を実行するために使用され得る。しかし、プレノプティックカメラによって記録される画像は、かかる画像を表示するディスプレイへの適切な適応なしではフリーフォーカス効果を与えない。

【0078】

次に本発明をより詳細に説明する。そのために、図1～図3を参照し、本発明が解決しようとする問題の一部及び本発明の概念の一部が最初に説明される。

【0079】

図1A及び図1Bは、現実の世界の(3D)シーンを見るときの人間の単一の眼の働きを側面及び上部のそれぞれから説明するために使用される。シーン1は、眼3から遠く離れておりシーンの右側にある小さく黒い矢印2、及び眼3により近くシーンの左側にある大きく白い矢印4を含む。これらの矢印はシーン内の異なる奥行きにある。眼3の瞳孔及び水晶体は1つの要素5として概略的に示されており、その結果、簡潔にするために、瞳孔の大きさは全水晶体が入射光にさらされる程大きいと仮定される。眼の網膜は、面6によって概略的に示されている。

【0080】

眼の焦点は、大きく白い矢印4に合わされている。眼は1つしか描かれていないため、眼の両眼連動は図面内では考慮されていない。更に、眼の3Dシーンに対する共通の視軸(上記参照)に沿った眼の凝視も図示されていない。大きく白い矢印は、水晶体5により網膜6上にくっきりと画像化される。従って、矢印4の全ての箇所が瞳孔5の全域に光を反射し、それらの光線は眼により網膜上のくっきりと反転された像になって全て完全に画像化される。矢印4の上端及び下端の光線が、水晶体5の正反対の部分に導かれる実線として図示されている。矢印の端は、水晶体により網膜6上の個々の点7に焦点が合わせられる。視聴者は矢印4をくっきりと認める。

【0081】

しかし、白い矢印4の焦点が合っているとき、小さく黒い矢印2の焦点は合っていない。矢印の底10の2つの光線が点線で図示されている。これらの光線は、網膜6の前の点8において焦点が合っていることが見て取れる。黒い矢印は網膜6がある面に一意に画像

10

20

30

40

50

化されないで、矢印の点 10 が画像化される網膜の領域 9 がある。点ではなくこの領域は、小さく黒い矢印の焦点が合っておらず、視聴者によってくっきりと見られていないことを意味する。

【0082】

視聴者は、小さく黒い矢印 2 が網膜上の 1 組の一意の点に画像化されるようにするために、焦点を合わせ直す（再調節する）必要がある。しかし視聴者が焦点を合わせ直すと、矢印 4 の焦点が合わなくなり、ぼやけて見える。但し、この状況は図示されていない。

【0083】

図 2 A は、通常の 2 D ディスプレイにより視聴者の眼に示される内容を図示する。かかるディスプレイ上に表示される画像 20 は、シーン 1 の矢印 2 及び矢印 4 を有し、この画像は図 1 A 及び図 1 B の 3 D シーン 1 の或るビューを表す（ビューの定義は上記を参照されたい）。実際、全ての視聴者がディスプレイの前の様々な位置から同じビューを見る。画像 20 は、眼の水晶体 5 により網膜 6 上にくっきりと焦点が合わせられる。ここでも瞳孔の領域が水晶体の領域と同程度大きいと仮定される。全画像が全て視聴者の眼から同じ距離（視聴者の眼から表示画面までの視距離）で示されるので、網膜上でくっきりと再現される。

【0084】

単一の奥行きを有する 1 つの平面像（シーンの 1 つのビュー）しかないで、矢印 2 や矢印 4 等の異なる奥行きの物体についてフリーフォーカス能力は提供されない。この原理は、任意の種類の通常の 2 D ディスプレイの場合における視聴者の両方の眼にも当てはまる。画像 20 のコンテンツが作成され且つ / 又は提示される態様は、画像のどの部分（物体）がくっきりと見られるのか、及びどの部分（物体）がぼやけて見えるのかを決定する。

【0085】

図 2 B は、米国特許第 6 0 6 4 4 2 4 号に記載のもの等、従来の立体ディスプレイ又は自動立体ディスプレイにより 2 つの眼に示される内容を図示する。図 2 A に関して記載されたのと同様の態様で左眼の網膜 6 L 上に焦点が合わせられた画像 20 L を表示する形で、左眼の水晶体 5 L にシーンの左ビューが与えられる。同時に、右眼の網膜 6 R 上に焦点が合わせられた画像 20 R を表示する形で、右眼の水晶体 5 R に同じシーン 1 の右ビューが与えられる。両方の画像が、視聴者の眼の異なる視点（人間では互いの距離が約 6 cm である）に対応する同じシーン 1 の異なるビューを表すので、矢印 2 と矢印 4 との間等、画像 20 L 及び画像 20 R 内の物体間の（シーン 1 内の異なる奥行き位置に起因する）距離は異なり、即ち視差が作り出される。この視差から、視聴者は奥行きを知覚することができる。奥行きの知覚は、とりわけ 2 つの異なるビューを脳が解釈することから生じる。

【0086】

図 2 B のディスプレイの視聴者が自らの眺めをある物体から別の物体に（例えば矢印 2 から矢印 4 に）変えるとき、その人の眼の両眼連動もそれに応じて変化する。この変化から、視聴者は奥行きの変化を知覚する。しかし、現実の世界とは対照的に、図 2 A の 2 D ディスプレイの状況のように、全ての画像情報が依然として表示パネル上で眼ごとの 1 つのビュー内にくっきりと表示されているので、この両眼連動の変化は眼の水晶体の調節の変化に付随して起きることがない。図 2 A と図 2 B との状況の唯一の違いは、後者では両方の眼の画像が視差を有することである。

【0087】

その結果、この場合も焦点を合わせ直すことができない。更に、人間の通常の立体視では両眼連動と眼の調節とが連結されるのに対し、図 2 B のディスプレイではそれらが切り離されるので、今度は不自然な立体視体験もある。

【0088】

図 3 は、本発明の単純な実装形態を用いて視聴者の眼に示される内容を図示する。図 3 の表示装置は、1 つの眼にとっての 2 つの異なる視点から見られるシーンを表す、或るシーン（画像）の 2 つのビュー（副画像）を提供する。具体的には、副画像 30' は、眼の

水晶体 5 の左の領域に与えられるシーン 1 の第 1 の副画像を表す。副画像 30' は、眼の水晶体 5 の右の領域に与えられるシーン 1 の第 2 のビューを表す。左の水晶体の領域と右の水晶体の領域とは互いに重複しない。ここでも、瞳孔の領域が水晶体と同程度大きいと仮定される。例え副画像の全ピクセルの光が水晶体 5 の同一領域（側）を通してしか入らなくても、各ビュー（副画像）30' 又は 30'' の完全な像が水晶体により網膜上に形成される。眼の一定の調節が、2つの網膜像の一部をほぼ重ね合わせる。図 2 B の（自動）立体の場合における左ビュー及び右ビューと同様に、第 1 のビュー（副画像）30' 及び第 2 のビュー 30'' は、それらのビューが向けられる眼の水晶体の 2 つの部分間の視点の差に応じて僅かに異なる。例えば、一方が瞳孔の左の部分の中央における点からの 3D シーン 1 のビューとして考えられても良く、他方が瞳孔の右の部分の中央における点からの 3D シーンのビューとして考えられても良い。これらのビューは、右眼及び左眼のビュー（副画像）が異なるのと同じように異なるが、その程度はより小さい。図 3 にビュー間の差（視差）が誇張して示されている。

10

20

30

40

50

【0089】

視聴者の眺めが白い矢印 4 に向けられるとき、眼は白い矢印 4 に焦点を合わせることができ、焦点を合わせることになり（自然な習性）、このことは、水晶体 5 がビュー（副画像）30' 及び 30'' の白い矢印を例 6' にあるように重なる態様で網膜上に画像化することを意味する。しかし、その結果、ビュー 30' 及び 30'' の両方における矢印 2 と矢印 4 との間の視点に関する距離差（視差）が原因で、眼のこの焦点状態では、両方のビュー（副画像）30' 及び 30'' の黒い矢印 2 を重なり合うように網膜 6 に画像化することはできない。従って、2つの白い矢印が完璧に重なり合いくっきりとした眺めを与える一方で、小さい方の黒い矢印 2 は、シーン 1 を自然に見る際に生じるのと同じ焦点外れのぼやけを与え、その理由は、脳がそれらの二重像を 2 つの別々のくっきりとした物体ではなく単一のぼやけた物体として解釈できるからである（自然界と同様に、焦点が合っていない物体は 1 組の非整列像として網膜上に現れる）。視聴者の眺めが黒い方の矢印 2 に移るときに矢印 2 の焦点を合わせるには、副画像 30' 及び 30'' 内の 2 つの異なる矢印 2 が網膜の同じ点上にくっきりと画像化される（像が重なり合う）ように、眼が焦点を合わせ直す（再調節する）必要がある。今度は、大きく白い矢印 4 の焦点が合わなくなる。

【0090】

眺めに応じて焦点を調整する可能性を有することは、2つの眼による人間の視覚に見られる両眼連動と調節との間の連結が、本発明によるディスプレイで使用され得ることを可能にする。

【0091】

フリーフォーカス効果は、2D 画像では 1 つの眼に有効だが、風景の 2D 又は 3D 視覚化では 2 つの眼にも有効である。上記では、（眼の瞳孔によって定められる）水晶体の開度が水晶体自体と同程度大きいと仮定された。現実の世界では、開度を決定するのは瞳孔の直径、即ち光が眼に入ることができる領域である。以下、瞳孔の開度が光条件によって変わり得ることを知り、瞳孔はその本来の意味で使用される。

【0092】

本発明によるディスプレイによってもたらされるフリーフォーカス効果の原理についての上記の説明では、1つの瞳孔当たり 2 つのビューしか使用されず、即ち瞳孔は 2（左右のピンホール）によって表されている。それぞれのピンホールはくっきりとした（ビューの）副画像を網膜上に生み出すが、それらの副画像は僅かに異なる視点に由来するので、副画像の一部の合焦又はぼやけが片方の眼の中で、眼の焦点に依存する形で引き起こされる。瞳孔がより多くの領域に分割されればされるほど、即ち 1 つの瞳孔当たりより多くのビュー（副画像）が与えられれば与えられるほど、本発明は自然界をより綿密に再現する。極端に言えば、瞳孔は、それぞれが一意の像を網膜に示す（無限の）ピンホールアレイと考えることができる。

【0093】

現実的な観点から、瞳孔につき多数のビューを使用する必要なしに自然界を可能な限り上手く再現することが望ましい。結局のところ、各ビューにはディスプレイからの1組のピクセル出力が与えられる必要があり、ディスプレイの利用可能なピクセルをビューの数にわたって分散させることは、全体的に不所望の解像度の低下（利用可能なピクセル数の低下）をビューごとにもたらし得る。様々なビュー（副画像）を時系列的に表示することは空間的分散の減少を助け得るが、これはディスプレイ内の1組のピクセルにより様々なビュー（副画像）が与えられ得る速度に対して更なる制約を課す。本発明は、フリーフォーカス効果を有効にするのに必要な更なるビューの量を許容可能な数に保つことができながら、フリーフォーカス効果を与えるディスプレイを提供する。

【0094】

図4A及び図4Bは、図3に関して上記で説明された原理を実装する本発明による表示装置を示す。表示装置40は、Nのピクセルサブセットに細分された1組のピクセルを有する表示パネル41を含む。各ピクセルサブセットは、例えばピクセル41IR（黒）及び41IL（白）を含むサブセット41I、並びにピクセル41NR及び41NLを含む41Nについて示されているように2つのピクセルを有する。この表示装置は、複数Nの画像化サブユニット（透明な長方形で示されている）を含む画像化ユニット42を有し、そのうち2つが参照番号42I及び42Nで示されている。この場合では、画像化ユニットが表示パネル41上に、及び視聴者と表示パネルとの間に配置されている。透過ピクセルがある場合、画像化ユニットは表示パネルの後ろにあっても良い。明瞭にするために、画像化ユニット42は図4Bには示されていない。特定のピクセルサブユニットのピクセルを画像化するために、画像化サブユニットが1つだけある。

【0095】

ディスプレイの前には、仮想円48と共に仮想平面47が示されている。仮想円の中心は、表示パネルに対する垂線上に置かれても良い。仮想円は、視聴者の眼の瞳孔を表し得る。

【0096】

従って、各ピクセルサブセット41I～41Nが、そのそれぞれの画像化サブユニット42I～42Nにより、仮想円48内の仮想平面47上に画像化される。画像化サブユニット42Iは、ピクセル41Rを仮想円48内の仮想平面47上のビュー領域45Lに画像化し、ピクセル41Lを仮想円48内の仮想平面47上のビュー領域45Rに画像化する。ビュー領域41L及び41Rは互いに重なり合わない。他のサブセットの2つのピクセルも、他の画像化サブユニットにより、これらのビュー領域45L及び45Rの何れか一方に類似した態様で導かれる。画像化ユニットの具体的な設計にもよるが、これらのビュー領域は仮想円の中で位置的に交替されても良い（例えば図5A及び図5B並びに係る説明を参照されたい）。

【0097】

ディスプレイから仮想平面に進む際のビーム広がり、表示装置の標準的有効距離にある仮想円（瞳孔）の領域に対応する大きさでピクセルサブセットが画像化されるように設計される。このために、各ピクセルによって発せられる光が平行にされても良い。例えば、ピクセル開口部は1～10ミクロンとすることができ、表示面から仮想平面までのデフォルトの距離は3mである。ビームは、瞳孔部の大きさに対応するサイズ、例えば0.5mm～2.5mmに広がる。ディスプレイは、設計された距離あたりの有効距離範囲を有する。例えば3mの設計では、放射光の角拡散は十分浅く、表示装置から約1.5m～5mの範囲内で効果を見ることができる。

【0098】

画像化42は、ピクセルの光を仮想円48に向けて集束させ、表示パネルの面積は仮想円の面積よりも広い。これは、複数Nのピクセルサブセットのうち、各サブセットの1つのピクセルが同じビュー領域に向けられるような態様で行われ、即ち全ての左ピクセル41L（図4A及び図4Bでは白で示される）は、ビュー領域45R上で互いに重なり合うように複数Nの画像化サブユニットによって画像化され（図4A内の点線による光線を参

10

20

30

40

50

照)、全ての右ピクセル41R(図4A及び図4Bでは黒で示される)は、ビュー領域45L上で重なり合うように導かれる(図4Aの実線による光線を参照)。

【0099】

従ってビュー領域45L及び45Rのそれぞれは、パネル上に表示されるビュー(副画像)と一緒に定めてピクセルの重複画像を含む。表示されるこれらのビュー(副画像)は、図3の画像30'及び30''に対応し得る。

【0100】

更なる投影スクリーン、例えば46が仮想平面47の後ろに配置される場合、そのスクリーン上で認められる画像パターン41L'及び41R'は、ビュー領域の空間的に分解されていないピクセル画像が、その平面を通過した後に再び空間的に分解され、表示されるビュー(副画像)を表すことを示す。更なる投影面が、瞳孔43が仮想円48の領域に重なる状態で水晶体を仮想平面47の位置に有する眼44の網膜である場合、これらの副画像41L'及び41R'は図3の画像6に対応する。個々のピクセル画像は表示パネル上に分散される異なるピクセルサブセットから生じるので、重なり合うピクセルが再び空間的に分解されるようになるのは、個々のピクセル画像がディスプレイにより様々な方向からビュー領域に送られていることに起因する。

【0101】

(仮想平面上の或るビュー領域内で重なり合う)ビュー又は副画像のピクセルは、単一の視点から見られる3Dシーンのビュー(副画像)と一緒に定めて。従って、異なる1つの視点から見られる3Dシーンの少なくとも2つのビューが仮想円(故に瞳孔)内に到達する。副画像30'及び30''を表すパターン41L'及び41R'の特定のピクセルを重ね合わせて、図3に関して説明された状況6'又は6''の何れかに到達するために眼の焦点状態が使用され得るので、それにより図4A及び図4Bの表示装置は、図3に関して説明された原理によるフリーフォーカスを提供する。

【0102】

空間的に異なるパネルのピクセルを用いてピクセルサブセットごとに(瞳孔ごとに)複数のビューMが生成される図4A及び図4Bによるディスプレイでは、副画像の解像度は、因子Mによりピクセル式の解像度から低下する。これはMのビューを時系列的に生成することで避けられ得る。

【0103】

従って、図4Cの表示装置の例では、サブセット41I~41Nのそれぞれについて、ピクセルサブセットごとに1つのピクセルがあり(M=1)、1つのピクセルサブセットの出力が、画像化サブユニット42I~42Nのうちの1つによってのみ画像化される。これは、第1の時間間隔内で第1のピクセル出力が仮想円48内の仮想平面47上のビュー領域45Lに導かれ、第1の時間間隔の後に続く第2の時間間隔内で、第2のピクセル出力がもう一方の領域45Rに導かれるような態様で行われる。従って、図4A及び図4Bの表示装置に関して説明された様々なビュー、副画像が、今度は時系列的態様で仮想円48内の仮想平面47に、従って眼の瞳孔に与えられる。時間間隔が1/30秒未満である場合、眼(脳)は同時に到達するものとして画像を解釈することができ、その結果フリーフォーカスをまた使用することができる。このディスプレイは、第1の出力及び第2の出力を仮想円上の様々なビュー領域に導くために十分速く再構成され得る、再構成可能な画像化ユニットを必要とする場合がある。そのような画像化ユニットを実装する態様が以下で説明される。

【0104】

このディスプレイの利点は、各副画像が今や表示パネルの本来の解像度を有することである。時間間隔内でのピクセルのリフレッシュを可能にする高速表示パネルが要求される。LCDタイプの表示パネルでも不可能ではないが、固有の速いピクセル応答時間のために、アクティブマトリクス及び多くの場合パッシブマトリクス有機発光ダイオード(OLED)ピクセル表示パネルがより適切であり得る。

【0105】

10

20

30

40

50

例えば図 4 A 及び図 4 C のもの等、本発明の表示パネルのピクセルでは副画像の解像度が画像部分の数に対応し、即ちディスプレイの本来の解像度は、副画像ごとに知覚される画像解像度よりも $K \times M$ 倍高い必要があり、 M はピクセルサブセットごとのピクセル数であり (M は眼ごとのビューの数を表す因子であり)、 K は画像コンテンツが同時に与えられる瞳孔の数である。因子 K は選択を表す。1 つの眼に画像を与えるディスプレイが 1 つある場合があり、1 つのディスプレイが画像を (1 人の視聴者の) 両眼に与える場合もあり、又はディスプレイ当たり複数の視聴者がいる場合は更に多くの眼に与える場合さえある。

【0106】

例えば図 4 D に示されている表示装置では、フリーフォーカスが図 4 A 及び図 4 B の表示装置について説明されたのと同じ態様で作られ得る。しかしこれは、何れもフリーフォーカスを利用できる両眼のための完全な画像を構築するために、視聴者の眼の 2 つの瞳孔 44 L 及び 44 R に対応し得る、同じ仮想平面 47 上の 2 つの異なる仮想円 48 L 及び 48 R 内で時系列的態様によって行われる。複数の仮想円がある場合、表示パネルに対する垂線が 2 つの仮想円の中心間の距離の中間を横断するようにそれらの仮想円は配置され得る。従って画像化ユニットは、ピクセルサブセットのピクセルをまず 1 つの仮想円 48 L (瞳孔 44 L) 上に画像化し、次いでもう一方の仮想円 48 R (瞳孔 44 R) に画像化する。タイミング条件は、図 4 C のディスプレイについて説明されたタイミング条件と事実上同じだが、今度はその条件が瞳孔ごとの画像の代わりに異なる眼の画像に当てはまる。このディスプレイは、第 1 の出力及び第 2 の出力を仮想円上の様々なビュー領域に導くために十分速く再構成され得る、再構成可能な画像化ユニットを必要とする場合がある。しかし、この設計では、方向制御を可能にするために画像化サブユニットの全てが一緒に制御され得る。ディスプレイがモノ画像を表示するためのものである (両眼が同じビューを見る) 場合、ピクセルサブセットの出力は両方の眼について変更される必要がない。他方で、ディスプレイが立体表示装置として機能することを目的とする場合、左眼及び右眼 (仮想円) の画像が異ならなければならない、即ち存在する眼の距離に対応する視差がなければならない。従って後者の場合、モノディスプレイとは対照的に、図 4 C の時系列的ディスプレイの場合と同様に、ピクセルコンテンツがリフレッシュされて 2 つの眼のための立体的に異なる画像を生成する必要がある。図 4 A のディスプレイにあるように、フリーフォーカス効果はピクセルサブセットごとの異なるピクセルから作り出されるので、フリーフォーカス効果にリフレッシュは不要であることに留意されたい。従って、副画像の解像度は、元の解像度をピクセルサブセットごとのピクセル数 M で割ったものである。再構成可能な画像化ユニットを実装する態様が以下で説明される。

【0107】

不図示の更なる例では、図 4 C に関して説明されたようにフリーフォーカスが両眼に時系列的に与えられる。従って、図 4 D のディスプレイに関して説明されたように、左眼用の画像と右眼用の画像とがやはり時系列的態様で生成される。この例は、再構成可能な画像化ユニットを必要とする場合もある。全ての画像が時系列的態様で生成されるので、この例には、完全に元の表示パネルのピクセル解像度を視聴者に提供する利点がある。しかしその結果、脳がフレーム時間内に完全な画像を解釈するのに十分短い時間内に全ての画像が眼に運ばれなければならないので、この例は高速表示パネルを必要とし得る。ディスプレイがモノディスプレイか立体ディスプレイかに応じて、ピクセルデータのリフレッシュ時間が調整されなければならないことに留意されたい。平面ディスプレイは、左眼及び右眼のためのピクセルリフレッシュを必要とせず、ピクセルのリフレッシュ速度を緩和するのに対し、立体ディスプレイは速いリフレッシュ速度を必要とする。従って、立体ディスプレイは、1 つの画像フレーム時間内に 4 つの異なるピクセル出力を生成する必要がある。

【0108】

表示装置は 1 人の視聴者用でも、複数の視聴者用でも良い。複数の視聴者では、視聴者が時系列的態様で処理され得る。時系列的態様で処理することは、当然ながら視聴者ごと

の照明負荷サイクルを減らすが、直接発光する明るいピクセル（レーザ照明、O L E D、E L ピクセル等）では光効率がこれを可能にする。

【 0 1 0 9 】

空間分解能と時間分解能との間でトレードオフが行われ得る。空間分解能はNによって表されても良く、時間分解能はMによって表されても良い。これは視聴者の数が前もって分からないTV等の用途で特に重要である。表示装置は、視聴者（更には瞳孔）のそれぞれを個々に供給することができ（一度に1つの瞳孔では $M = 1$ 、又は一度に1人の視聴者では $M = 2$ ）、全ての利用者により低い解像度の画像を供給することができ（ $M = 2 \times$ 視聴者の数）、又はそれらの2つの間のトレードオフを供給することができる。

【 0 1 1 0 】

図4Eの例では、全てのビュー（副画像）が左の円48L（左の瞳孔44L）のビュー領域45LL、45LR、並びに右の円48Rの45RL及び45RRに与えられる（右の瞳孔44Rはパネル上の異なるピクセルを使用して生成される）。複数のピクセルサブセットが2つあり（49L及び49R）、それぞれ複数のピクセルサブセットごとにNのピクセルサブセットを含み、ピクセルサブセットごとに $M = 2$ のピクセルを有する。従って副画像の解像度は因子M及びNによって下げられるが、ピクセル出力のリフレッシュが全ての代替形態の中で最も遅い必要があるため、原則として再構成可能な光学ユニット及び/又は表示パネルを必要としないので、これは実装が最も簡単な画像化ユニットの例の1つを表し得る。

【 0 1 1 1 】

本発明の上記のディスプレイは、画像を表示するときに視聴者にフリーフォーカスを与えることができる。しかしこのことは、システムによって表示されるコンテンツが眼ごとの所要の複数のビュー情報（視差を伴う副画像30'及び30''）を有さなければならぬことを必要とし、又はレンダリング技法を用いたかかるビュー情報の生成を可能にしなければならない。かかるコンテンツは、パネルのピクセルにその固有の光出力値（濃淡値及び/又は色等）が与えられることを可能にし、光出力値はこのビュー情報に基づくものである。従って、例えば図3のビュー30'及び30''の情報、図4A及び図4Bのディスプレイ上で表示されても良い。その場合、ビュー30'及び30''は、ピクセルパネル及び画像化ユニットの具体的な設計を考慮に入れ、パネル内のピクセルサブセットの或る一定の組にマップされなければならない。

【 0 1 1 2 】

本発明のディスプレイに関するレンダリング及びピクセル割当は、自動立体ディスプレイでの画像のレンダリングと類似点がある。本質的に、ピクセルと光線が瞳孔に当たる位置との間の光線が再構築される。この光線をコンテンツ（画像+奥行き、ボクセル、三角形等）に当たるまで追跡することにより、ピクセルは、追跡されているコンテンツの色及び/又は濃度を帯びるようになる。

【 0 1 1 3 】

そのようなスクリーンで最も可能性が高い形式である画像プラス奥行きのコンテンツでは、このレンダリングは、奥行きマップに基づいて入力画像をワープさせることによって行われ得る。これは例えば表示システム内で既に実施されているが、代わりに表示システム及び/又は表示パネルの外側で行われても良い、非常に効率的なプロセスである。

【 0 1 1 4 】

米国特許第6064424号に記載のもの等、レンチキュラ自動立体ディスプレイでは、レンダリングがビューごとに別々に行われ、その後出力が結合されて1つのビューマスク画像を形成する。レンチキュラディスプレイは、9~45程度のビューを有する。本発明のシステムは、瞳孔ごとのビューを表すためにピクセルサブセットごとに与えられるビューの数（例えば9、16、又は25）に基づく幾つかのビューを必要とし、必要に応じて、様々なルックアラウンド位置（即ち立体シーンの大域的視点の数）のそれぞれについて1組の異なるビューが求められる。瞳孔にとっての異なる視点は、局所的視点と見なされ得る。シーンの大域的視点の数は同じく9~45ビューとすることができる。レンチキ

10

20

30

40

50

ュラ自動立体ディスプレイと比べた処理の複雑さは、本質的にサブセット内のピクセル数によって増加する。この更なる複雑さは、ホログラフィックディスプレイに関する複雑さの付加的要因よりもはるかに少なく、本発明で使用するために標準的なレンチキュラ実装を拡張することは容易である。

【0115】

瞳孔当たり2つのピクセル（ビュー）の例をとり、左のピクセルは、右のピクセルのための視点の3mm（程度）左の視点からの画像の一部と見なされ得る。この場合もやはり、（上記のように）瞳孔が横に並んだ2つのピンホールであると考えられる場合、システムは各ピンホールによって見られるビューを生成する必要がある。左右の眼（ここでは視点が6センチメートル程度離れている）のための画像を生成するために、3Dシーンからの同じ画像レンダリングが実施される。ぼやけ又は焦点外れは、如何なる個々の画像内にも存在せず、それは網膜の複数の領域に画像化されるシーン内の同じ物体についての脳の解釈である。それぞれの画像は、所与の位置からのシーンの平らな2Dビューに過ぎない。

【0116】

図5Aは、このプロセスを幾らかより詳細に説明するのに役立つ。図5A内の参照の一部は、図1～図4の参照に関係する。図5A内の光学ユニットは明瞭にするために図示されておらず、単純にするために、画像化ユニットの構造を詳しく述べることなしに、光線によって示されるようにピクセルを画像化すると仮定される。従って図5Aでは、シーン1を視聴者の眼3によって見られる矢印2及び矢印4で表す。これらの矢印は、シーン1内の異なる奥行き52及び53にある。眼には、水晶体5及び網膜6がある。図4A及び図4Bに関して説明されたディスプレイが、表示パネル41で表されている。図面の便宜上、パネル41は途切れているものとして描かれている。この途切れは、実際の例には当てはまらない。表示パネルはピクセルサブセットを有し、そのうちサブセット41I、41II、及び41IIIが示されている。サブセット41I、41II、及び41IIIのそれぞれは2つのピクセルを有し、一方のピクセルが白い長方形で示されており、もう一方のピクセルは黒い長方形で示されている。全てのサブセットの白いピクセルは、瞳孔に第1のビューを与え、黒いピクセルは他方を与える。

【0117】

眼に与えられるビュー内の奥行きを表すために、視差を有する副画像が作成され、ディスプレイ上に表示されても良い。光線追跡を使用し、シーンのコンテンツがピクセルにマップされても良い。従って、実線で描かれた共通軸54及び55は、矢印4がそこから見られ得る2つの方向（視点）に基づく、矢印4の左ビュー及び右ビューを画像化することを表す。これらの2つの方向は領域45R及び45Lの正しいものに導かれる必要があり、つまり左ビュー55は領域45Lに導かれる必要があり、右ビュー54は領域45Rに導かれる必要がある。従って、サブセット41IIIの2つのピクセルは、矢印4の1つの物点の2つのビューを表し、これらのピクセルは、それらの物点を表す濃度及び妥当な場合は色を有するものとする。同様に、矢印2から生じ、この矢印2の2つのビューを表す光線が、やはり正しい領域45R及び45Lに行き着いていることが見て取れる。これらの光線は、サブセット41Iの白いピクセル及びサブセット41IIの黒いピクセルのそれぞれに割り当てられる必要がある。従って矢印2の場合、矢印2の同じ物点に関する異なるビューの光出力が異なるピクセルサブセットから生じ、即ち矢印4の状況と比較し、同じシーンの像点の2つのビューが更なる2つのピクセルによって分けられる。これは、光線が矢印4の奥行きと異なる奥行きから発生することに起因する。少なくとも2つの奥行きについて、シーンの全ての物点に対してかかるマッピングが行われなければならない。

【0118】

図5Aでは、視線方向が共通の視軸50に沿って矢印4に向けられていると考えられたい（この視線による眼の水晶体の旋光度（rotation）は不図示である）。眼の水晶体5の焦点は矢印4に合っている。従って、矢印4の異なるビュー45R及び45Lの実線によ

る光線 5 4 及び 5 5 は、サブセット 4 1 I I I のピクセルが共通するように点 7 において焦点が合っており、そのため矢印 4 はくっきりと知覚される。しかし、眼のこの水晶体の焦点状態は、4 1 I の白いピクセルと黒いピクセル 4 1 I I とが網膜上で重なり合わないことを意味する。その代わりに、それらのピクセルは網膜の前の点 8 において重なり合う一方で、網膜領域 9 において空間的に分解され、この領域内で網膜上に二重像を与える。脳はそれを焦点が合っていない矢印 2 として解釈する。

【 0 1 1 9 】

上記の説明によれば、眼の水晶体は、線 5 1 に沿って視線方向を矢印 2 に移すときに焦点を合わせ直すことができる。眼の水晶体 5 は、焦点を合わせ直し（水晶体の力を緩和し）、今度は矢印 2 がくっきりと見られるようにサブセット 4 1 I 及び 4 1 I I の所要のピクセルを網膜 6 上で重ね合わせる。その結果、サブセット 4 1 I I I のピクセルは網膜 6 の後ろでのみ焦点が合い、両方のピクセルが空間的に分解される網膜上の領域を与える。今度は、矢印 4 がぼやけた焦点外れの矢印として知覚される。

10

【 0 1 2 0 】

従って、眼が見ている奥行層に応じてかかるコンテンツを表示するとき、所望のフリーフォーカス効果がある。但し、或るシーン内の 1 つの奥行きにおける情報は、1 つの瞳孔に当たる全てのビュー内にあることに留意されたい。眼は、シーンの特定の物点について瞳孔に運ばれる全てのビューのピクセルを重ね合わせることにより、或る特定の奥行きにおけるシーンの物体に焦点を合わせることに決める。別の奥行きにある物体については、眼は焦点を合わせ直し、特定の瞳孔に運ばれる全てのビューから生じる 1 組の別のピクセルを重ね合わせる。

20

【 0 1 2 1 】

正確なピクセル割当は、画像化ユニットが機能する態様によって決まる。図 4 A のディスプレイを表す図 5 B のディスプレイでは、ピクセルサブセット内の異なるピクセルの光が視聴者の瞳孔に当たる前に交差するように、画像化サブユニットがピクセル出力の向きを変える。具体的には、ビューピクセル 4 1 R（例えば 4 1 I R）の点線による光線によって表される出力が、同じピクセルサブセット 4 1 I 内にあるビューが設定されたピクセル 4 1 L（例えば 4 1 I L）の実線による光線によって表される出力と交差する。

【 0 1 2 2 】

これには、ピクセルに対する正しい副画像の詳細なマッピングが必要である。

30

【 0 1 2 3 】

図 5 C では、同一ピクセルサブセットのピクセルの光が瞳孔に当たる前に交差しないように、出力の向きを変えるように光学ユニットが構築される。従って、瞳孔の右の領域上で右ビュー情報を相変わらず得るために、ピクセルのマッピングがしかるべく変えられる必要がある。

【 0 1 2 4 】

図 3、図 4、及び図 5 A に関して上記で説明されたディスプレイは、フリーフォーカス効果を作り出すために瞳孔当たり 2 つのビューしか与えないということに関して、本発明の最も単純な形態をとる。図 5 に見られるようなレンダリングでは、奥行層が 2 つしかない。図 5 A に記載されるようなディスプレイを用いて更に多くの奥行層が表され得るが、4 7 及び 4 8 の奥行層の間の奥行層をカバーするピクセルが残っていないため、かかる追加の奥行層は奥行層 4 8 の左側の領域に限定される。更に、層 4 7 は近くのピクセルによって表され、より近い奥行きも表すことができない。追加の層は、図 5 A の矢印 2 についてのように、2 つのビューのピクセルが一層離れることを必要とする。

40

【 0 1 2 5 】

瞳孔当たりより多くのビューが使用される場合、更なる奥行きが作り出され得る。より多くのビューは、フリーフォーカス効果を得るために自然界をより上手く再現することになるので（上記参照）これは好ましいことである。図 6 A ~ 図 6 C は、瞳孔上の幾つかのあり得るビュー配置を非限定的に示す。これらのビュー配置は、パネル上の各ピクセルサブセット内でも表され得るが、瞳孔ごとのビューの時系列的提供が完全に又は部分的に使

50

用される場合、それは必ずしも当てはまらなくても良い。

【0126】

図5Dは、4ピクセルのサブセットを成して配置されるピクセルを有する表示パネルを示す。ピクセルサブセットのそれぞれは、画像化サブユニット59を有する。ピクセルサブセットと画像化サブユニットとは、 n 行($a_1 \sim a_n$ まで)及び m 列($b_1 \sim b_m$ まで)を成して配置される。このディスプレイは、図4Aに関して説明されたように動作するとき、4つのビュー領域を仮想円(眼の瞳孔)に与えることができる。その場合の1つのビュー領域は、各ピクセルサブセットの同じ数字(例えば1の数)が重なり合う状態で全てのピクセルを有する。従って、それぞれがピクセル1、2、3、又は4を含む4つの副画像が眼に与えられる。1つの副画像のピクセルは、全てピクセルサブセット内の同じ相対位置から来る。従って、副画像内のピクセル分布は、全ての副画像について規則正しく同じになる。

10

【0127】

本発明の表示装置は、眼の瞳孔を模倣し得る仮想円領域内に少なくとも2つのビューを与える。一般に人間では、瞳孔は暗闇の中で開くが明かりの中では狭まる。狭いとき、直径は3mm~5mmである。暗闇の中では、瞳孔は開いた瞳孔の最大長4mm~9mmに達する。従って円の直径は、好ましくは9mm、8mm、7mm、6mm、5mm、又は4mmから選択される任意の値とすることができる。より好ましくは、円の直径は3mm、4mm、及び5mmから選択される任意の値である。明るい条件の中でさえ、沢山の視聴者がフリーフォーカス効果を体験することができる。更に好ましくは、値が3mm未満、例えば2mm更には1mmであるように選択される。この場合、瞳孔の寸法に影響を与える如何なる照明条件にもかかわらず、ディスプレイのほぼ全ての視聴者がフリーフォーカス効果を体験することができる。

20

【0128】

ビューの重複領域は、仮想円(瞳孔)領域よりも大きくても良い。2つのビュー領域の少なくとも一部が円領域の中にある限り、ディスプレイはその効果を有する。これは図4~図5のディスプレイに当てはまると描かれていたが、そのディスプレイのビューは、ビュー領域62I及び62IIを含む投影領域64が瞳孔63よりも大きいように、図6Cにあるような形状を有していた可能性もある。このことは、1つ又は複数の瞳孔に光を導く制約をある程度緩和し、且つ/又はビューの境界線に沿った少なくとも1つの方向にディスプレイのフリーフォーカス効果を失うことなしに移動する幾らかの自由を視聴者に与える。しかし、瞳孔上の両方の種類のビュー領域についてピクセルごとの光出力パワーが変わらない場合、より少ない光が眼に入ることになる。従って、ビュー領域の少なくとも2つが仮想円(瞳孔)の寸法内にあることが好ましい。

30

【0129】

いずれにせよ、瞳孔ごとの異なるビュー(従って異なる重複領域)が互いに重なるとフリーフォーカス効果の低下を引き起こすので、瞳孔ごとの異なるビューは互いに重なり合ってはならず、結局、かかる効果は瞳孔上の異なるビューの異なるコンテンツに基づく。

【0130】

仮想円上のビュー又はビュー領域は、ビュー領域のアレイ形式のパターンを平面上に形成することができる。これは、一次元又は二次元のパターン/アレイであり得る。図6Aは、水平X方向に瞳孔63ごとに4つのビュー62I、62II、62III、及び62IVを有する一次元のビュー配置を示す。或いは、3、5、6、7等の数のビューがX方向にあっても良い。複数のビューは、X方向ではなくY方向にあっても良い。瞳孔ごとにかかる数のビューを1つの方向(X又はY)にのみ有することは、その方向に沿ったビュー内の物体情報に基づくフリーフォーカス効果をもたらす。従って、焦点の合わせ直しは、行われる場合は全ての方向に対して始まるが(結局眼の水晶体は、眼筋によって動かされるときこれらの方向にほぼ左右対称的である)、焦点を合わせ直す誘因は、瞳孔ごとの複数のビューの1つの方向における制約からのみ生じ得る。これは、1つの方向に対照物を有さない物体(その方向に沿った1つの奥行きにある物体)に焦点を合わせるのが困難

40

50

であることを意味する。そのような状況では、別の方向にも情報があることが好ましい場合がある。二次元パターンにおいて、全ての方向に効果を有し、最適な状態で焦点を合わせ直せるようにするために、独立したX方向及びY方向に沿って3つ以上のビューが瞳孔上に画像化されなければならない。従って、X方向に沿った瞳孔ごとのビュー数に加え、Y方向に沿って瞳孔ごとに2、3、4、5、6、7等のビューがあっても良い。X方向及びY方向のビュー数の任意の組合せが、本明細書により明確に言及され可能である。好ましくは、X方向にあるのと同程度のビューがY方向にある。このことは、全ての方向に均等な焦点の合わせ直し効果を与える。この後者の状況が、瞳孔63当たりそれぞれX方向及びY方向に4ビューあり、合計16ビューを瞳孔ごとに与える例に関する図6Bによって表されている。同様に、X方向及びY方向に等しい数のビューがある状態で、瞳孔ごとに4、9、25、36、49、64等のビューがあっても良い。

10

【0131】

或いは、眼ごとのビューは、X軸又はY軸に対して0度～180度の角度を作る軸上で与えられても良い。例えば、X軸に対して45度の角度を作る軸に沿って複数のビューが与えられても良い。このことはX軸及びY軸の両方において焦点を合わせ直すことをもたらし得るが、この場合もやはり、眼ごとの異なるビューが軸に沿って与えられる当該軸に沿って方向付けられるシーンの物体についてはその限りでない。

【0132】

先に記載されたような本発明の表示システムは、カラーピクセルを有するカラー表示装置とすることができる。従って各ピクセルは、フルカラー表示を作成するのに必要な全ての色を表すことができ得る。かかる任意選択機能は、例えば互いの上にスタックされる赤緑青等のカラーサブピクセルを用いて実現され得る。このようにして、所謂スタックカラーRGBピクセルが得られる。スタックピクセルは、OLED等の直接発光素子を使って実現され得る。article on P1219: Highly efficient stacked OLED employing New Anode Cathode layer by J.X. Sun et. al. in the SID 95 Digest 799や、article of H. M. Zhang et. al. in J. Phys. D: Appl. Phys. 41, No 10, 5108 in 2008及びその中で引用される参考文献等、入手可能な数多くの参考文献からかかるピクセルの作成態様を当業者は知るので、本明細書ではかかるピクセルの詳細な説明は与えない。ピクセルのそれぞれをスタックピクセルで置換することにより、本発明ではスタックカラーピクセルが簡単な態様で実装され得る。カラーサブピクセルをアドレス指定するために必要なもの以外何も変える必要なしに、この実装形態は他の変更が加えられることを必要としない。従って、図3～図5のディスプレイでは、ピクセルのそれぞれがスタックカラーピクセルであり得る。

20

30

【0133】

或いは、及び通常のディスプレイでしばしば使用されるように、カラーピクセルは空間的に分解された赤(R)、緑(G)、及び青(B)のサブピクセルを含むことができる。これらの異なる色は互いの上にスタックされないが、ディスプレイ面上で隣同士に分布する。本発明では、これらが正規カラーピクセルと呼ばれる。

【0134】

スタックされる場合及びスタックされない場合の両方において、ピクセルのRGBサブピクセルに加えて、他の又は同じ色を有する更なるサブピクセルがピクセル内で使用されても良い。具体的には、RGBW又はRGBYピクセルを作成するように、白(W)及び/又は黄(Y)が追加されても良い。

40

【0135】

正規カラーピクセルの場合、カラーピクセル内のサブピクセルの配置は任意の適切なものであり得る。最も一般的な配置は、等しく大きく一緒になって正方形領域を形成する、長方形のR、G、及びB領域を含む。

【0136】

本発明のディスプレイでRGBカラーピクセルを実装するやり方を示すために、図8Aは、図4のディスプレイの一部である表示装置80を示す。ディスプレイは、単一のカラ

50

ーピクセル 8 3 R 及び 8 3 L を有する、ピクセル化された表示パネル 8 1 を有する。別段の定めがない限り、これらは図 8 の全体について参照できる。

【 0 1 3 7 】

レンズ 8 2 は、画像化ユニットの画像化サブユニットを表す。この画像化サブユニットはレンズとして図示されているが、本明細書に記載の本発明による他の構造が代わりに使用されても良い。画像化サブユニット 8 2 ごとに、ピクセル 8 3 R 及びピクセル 8 3 L のサブセット 8 3 がある。ディスプレイ全体では、複数の図 8 A のユニット、即ち複数のピクセルサブセットがあるが、明瞭にするためにそれらは図示されていない。図 8 A のディスプレイは、図 4 A に関して説明された態様で視聴者の瞳孔に 2 つのビューを与え、一方のビューはピクセル 8 3 R によって与えられ、もう一方のビューはピクセル 8 3 L によ

10

【 0 1 3 8 】

第 1 の任意選択肢が図 8 B のディスプレイによって示され、このディスプレイでは、ピクセル 8 3 R がサブピクセル赤 8 3 R R、緑 8 3 R G、青 8 3 R B に細分され、ピクセル 8 3 L がサブピクセル赤 8 3 L R、緑 8 3 L G、青 8 3 L B に細分されている。従って、ピクセル化された表示パネル 4 1 は、交互に配置される R G B R G B の連続カラー（フィルタ）配置を有し得る。この例は、図 8 C に示されるように、並びに図 4 A 及び図 5 に関して説明された態様で仮想円（瞳孔 8 4）に与えられるビューパターンをもたらす。図 8 C では、ビュー 8 5 L が、複数のピクセルサブセットの対応する各ピクセルの空間的に分離された有色領域赤 8 5 L R、緑 8 5 L G、及び青 8 5 L B を含み、ビュー 8 5 R が、複数のサブピクセルの対応する各ピクセルの空間的に分離された有色領域赤 8 5 R R、緑 8 5 R G、及び青 8 5 R B を含む。従って、同色の全てのサブピクセルが重なり合う。これは本発明のディスプレイに色を取り入れる容易なやり方だが、シーンフィルタ内の物体の奥行きに応じて重なり合うように眼が全てのビューのピクセルのアンサンブルを選択する図 4 及び特に図 5 A に関して説明された原理に従い、眼の水晶体が網膜上で像を再構成することによる色割れが網膜上で起こる場合がある。空間的に分解されたピクセルを有する通常のカラー T V やモニタを見るときのように、網膜上の全てのピクセルは、その色に関して空間的に分解される。従って、十分に小さい場合、色割れが問題にならない場合もある。

20

30

【 0 1 3 9 】

有色だが色割れが減らされた本発明のディスプレイ 8 0 は、図 8 E に示されるビューパターンを瞳孔上に作り出す場合、図 8 D のディスプレイによって実現され得る。この場合、ピクセル化された表示パネル 8 1 は R G B R G B のサブピクセル配置に関して言えば図 8 B のパネルと同一だが、実際には画像化ユニット 8 2 が今度はピクセルサブセットごとに 3 つの画像化サブユニットを含み、それぞれの画像化サブユニットは、各瞳孔にとっての 2 つのビューに 2 つのサブピクセルしか画像化されない。これらの画像化サブユニットは個々に設計 / 制御され得るので、図 8 E に見られるように、サブピクセルがビュー領域上で 3 つずつ重なり合うようにされても良い。従って、より詳細には、3 つの画像化サブユニット 8 2 I の 1 つによって画像化される 2 つのサブピクセルのそれぞれは、視聴者の瞳孔 8 4 上の領域 8 5 L 又は 8 5 R の一方をもたらす。このようにして、サブピクセル赤 8 3 L R、青 8 3 L B、及び緑 8 3 L G の光が図 8 E の 8 5 L をもたらす。同様に、サブピクセル赤 8 3 R R、青 8 3 R B、及び緑 8 3 R G の光が図 8 E の 8 5 R をもたらす。重複するサブピクセルは、ビューのピクセルを形成することができ、そのようにして、ビュー上に分布する全ての重複ピクセルから眼の水晶体（瞳孔）8 4 が網膜画像を再構築するときピクセル内の色割れが生じない。

40

【 0 1 4 0 】

図 8 D からは、ピクセルのサブピクセルが、図 8 B のディスプレイにあるように互いに隣り合うものとしてまとめられるのではなく、パネル 4 1 上で分散されることも見て取れる。従って、特定のビューに対するサブピクセルの割当はしかるべくある必要があり、図

50

８Ｂのディスプレイの割当とは異なる。ユニット８２Ｉも、図８Ｃの瞳孔上のパターンが再現されるように構成され又は制御され得ることを指摘しておく。

【０１４１】

図８Ｄのディスプレイの更なる修正形態が図８Ｆに示されている。この事例では、表示パネル内のサブピクセルの色の順序がＲＲＧＧＢＢに変えられている。図８Ｄのディスプレイのように、ピクセルのサブピクセルが分散され、図８Ｅによって表されるように１つのピクセルの３つの色が瞳孔に与えられるビューパターン内で重なり合う。従って、図８Ｄのディスプレイと比較して、ビューに異なるサブピクセルを割り当てることを犠牲にし、ディスプレイ内のカラーフィルタは幅が２倍広くても良く、より大きい形状を有することができ、その結果より容易に製造すること及びことによると関連するより安価に製造することを可能にする。

10

【０１４２】

図８Ｇは、有色だが色割れがない別のディスプレイを更に与える。この事例では、ピクセル化された表示パネルが図８ＤのパネルのようにＲＧＢＲＧＢのピクセルを有する。図８Ｄのディスプレイのように、図８Ｇのディスプレイは、ピクセルサブセットごとに３つの画像化サブユニット８２Ｉ、８２ＩＩ、及び８２ＩＩＩを有する画像化ユニットを有し、各ピクセルサブセットは４ピクセルを有する。従ってこのディスプレイは、視聴者の瞳孔に４つのビューを例えば図６Ａに示されるようなパターンで与える。従って、図８Ｇのパネル８１上のピクセルはこの場合もやはり分散され（そのピクセルのサブピクセルがパネル上で隣り合わない）、そのサブピクセルの出力が図８Ｅにあるように瞳孔上で重なり合うように瞳孔上のビュー領域にその出力を与えるが、今度は２つのビュー領域ではなく４つのビュー領域に与える。ここでも色割れがかくして回避される。しかし、図８Ｄのディスプレイに比べ、導光サブユニットがより大きい寸法を有するので、図８Ｇのディスプレイには製造がより容易であるという利点があり得る。

20

【０１４３】

概して、等しい数の独立に設計可能な又は制御可能な画像化サブユニット、及びピクセルごとのカラーサブピクセル数を使用するとき、色割れが回避され得ると定めることができる。ビューの数は、画像化サブユニットの１つによって画像化されるサブピクセルの数に対応することができる。

【０１４４】

本発明のディスプレイの画像化ユニットは、１つ又は複数の画像化サブユニットを有し得る。画像化ユニット及び／又は画像化サブユニットは、ミラー、プリズム、レンズ等の１つ又は複数の光学要素を概して含む。好ましくは、光学要素はレンズ及び／又はプリズムである。最も好ましいのはレンズである。これらのレンズは、凸の、凹の、円形の屈折面、及び／又は放物面の屈折面等、そのレンズ面に任意の種類の形状を有することができる。レンズ面は、部分的に若しくは完全に円柱形とすることができ、又は部分的に若しくは完全に球形でも良い。画像化ユニット内の隣り合うレンズの縁は直線とすることができ、互いに隣接し、画像化ユニットの面上で正方形様の、長方形の、又は六角形のレンズ外辺部を形成する。

30

【０１４５】

図３～図５の表示装置等、本発明の表示装置では、画像化ユニットは、例えばそれぞれがレンズ等の光学要素を含む画像化サブユニットのアレイであり得る。画像化サブユニットのアレイとしてレンズのアレイを有するかかるディスプレイ７０が図７Ａに示されている。画像化ユニットは、表示パネル７１上にある。画像化ユニット７２'では、レンズのピッチ７４がピクセルサブセット７３のピッチ７５よりも小さい。このことは、概略的に図示されているように、ディスプレイの光が光線錐７６により瞳孔に向けて集束することをもたらす。表示装置の垂線７１によって示されているように、瞳孔４３を有する視聴者の眼４４は視界の中心にあり、そのため画像化ユニットが位置７２'にあるとき光錐を受け入れる。

40

【０１４６】

50

集束する光錐の向きは、画像化ユニットの位置を水平方向に動かすことによって変えられ得る。従って、例えば画像化ユニットを位置 7 2 ' ' に置くことにより、光が円錐 7 7 に一致して導かれる。位置を変えても集束量が同じままであるように、ピクセルサブセットのピッチに対するレンズのピッチを変えることなしに、画像化ユニットはまとめて移動される。

【 0 1 4 7 】

視標追跡器が使用される場合、位置を変えることは瞳孔の位置に依存して行われても良く、これについては以下で説明される。

【 0 1 4 8 】

ピクセルサブセットのピッチ 7 5 に対してレンズのピッチを変えることは集束量、即ち円錐の方位角を変え、これにより、垂線に沿ってフリーフォーカス情報の位置を調整できるようにする。これも視標追跡器によって求められる瞳孔の位置情報に依存して行われ得る。

10

【 0 1 4 9 】

ピッチの変更は、ピッチを変える方向に沿って光学ユニットを僅かに引っ張ることによって引き起こされ得る。位置を変えること及び / 又はピッチを変えることは、例えばマイクロメカニカルマシンに基づく機械的制御装置を用いて機械的に行われても良い。かかる制御装置は、好ましくは画像化ユニットを位置変えし、又は引っ張るための圧電装置を有する。このような機械的に制御可能な画像化ユニットの例が、米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 7 0 6 4 5 A 1 号に詳しく記載されている。これらは本発明のディスプレイに実装され得る。

20

【 0 1 5 0 】

しかし、以下に記載されるように、レンズを電氣的に位置変えすること、サイズ変更すること、及び / 又は形状変更することも使用され得る。とりわけこの点において、所謂グレーデッドインデックス、又はエレクトロウェットティングレンズ若しくはミラーが有用である。

【 0 1 5 1 】

或るピクセルサブセットの光が、そのピクセルサブセット用ではない画像化サブユニットに入ること（これは例えば周囲のピクセルサブセット及び周囲の画像化サブユニットについて発生し得る）を防ぐために、複数の任意選択肢が存在する。1つの任意選択肢は、画像化ユニットをピクセルの真上に置くことである。もう1つの任意選択肢は、画像化サブユニットの間に遮光機構（トレンチや黒色面）を設けることである。更に別の任意選択肢は、ピクセルの光を与えないスペースをピクセルサブセットの周りに有すること（即ちピクセルサブセットの周りに暗領域を有するために）である。この一例が図 7 B 及び図 7 C に示されている。画像化ユニット 7 2 を図 7 B の位置 7 2 ' から図 7 C の位置 7 2 ' ' に変えるとき、「間違っ」ピクセルサブセットの光がそれぞれの画像化サブユニットに入ることはない。

30

【 0 1 5 2 】

より好ましい他の光学ユニットについて以下で説明される。

【 0 1 5 3 】

ディスプレイ技術に関し、2つの基本的な既存の可能性がある。

40

【 0 1 5 4 】

第 1 の可能性はレーザ TV である。この場合、ピクセルパネルがレーザ TV ユニットで置換される。例えば米国特許第 7 3 7 5 8 8 5 号は、2DレーザTVの前に配置されたマイクロレンズアレイの使用を開示する。レーザは、レンチキュラをスキャンしながら規則的なパターンで全てのビューに行く。本発明のシステムで使用するためのこのディスプレイの実装形態は、好ましくは円柱レンズではなく球形レンズを有するように（光学ユニットである）マイクロレンズアレイを構成する。しかし、表示される画像コンテンツは異なる。視空間の小さな部分しか瞳孔でカバーされないの、レーザ照明は視野のごく一部でのみ活性状態にあれば良い。このために、スキャニングミラーが非直線運動で動く（即ち

50

所要の位置に直接移動する)ことができ、又は合計スキャン時間のほんの一部にわたってのみレーザが変調されても良い。これらの手法の組合せが使用されても良い。

【0155】

第2の、及び好ましい任意選択肢は、例えばOLEDやLCD等の直接発光型及びバックライト付きディスプレイである。直接発光型ディスプレイは、とりわけ光出力が表示装置の視野のごく一部にしか導かれないので、本発明のディスプレイにおいて消費電力がより低いという利点を与える。更に、これらは表示装置を比較的平らなフォームファクタで製造する可能性を与える。

【0156】

先に記載され、特に図7A～図7Cに関して説明されたような本発明の表示システムに従い、図7Dは、球形レンズを含む画像化ユニットを有する前から見たディスプレイを示し、ピクセルサブセットごとに1つのレンズがあり、各ピクセルサブセットは16ピクセル(X方向に4ピクセル、Y方向に4ピクセル)を含む。従って、片眼に16ビューが与えられ得る。表示パネル上にはピクセルがない領域もある。このパネルはピクセル化された表示パネル発光体システムであり、LCD又はOLEDベースとすることができる。或いは、ディスプレイに追加されるこれらのレンズは、ピクセル当たり1つの発光体(ピクセル)及びレンズシステムを用いて設計されても良い。

【0157】

導光ユニットは、好ましくは1つ又は複数の導光要素(部品)を有し、そのうちの少なくとも1つはビームステアリングを可能にすることができ、これによりピクセルの光出力が、可能な視標追跡及び表示装置に対する眼の動きに応答して視聴者の瞳孔に効率的に導かれ得る。1つの例が、図8に関して上記で既に説明されている。本発明のディスプレイのピクセル画像化に使用され得る詳細なビームステアリングについて、機械的に制御可能な画像化ユニットに関する米国特許出願公開第2005/0270645 A1号の中で説明されている。原理は電氣的に制御可能な画像化ユニットと同様であり、その場合はレンズが光学-電氣的に動かされ得る。

【0158】

本発明のディスプレイのためのこのビームステアリングが、視聴者に対する所要の光強度及び所要の追跡範囲と共に、並びにクロストークを回避した状態で全て可能であることを実証するために、図9に示されるような画像化サブユニットを有するあり得る画像化ユニットの理論的概要が以下で示される。

【0159】

図9は、光学ユニットの導光ユニット90を示し、ユニット90は、発光体(E)(例えばディスプレイ又はピクセルサブセットのピクセル若しくはサブピクセル)93の出力を瞳孔(P)94に導くための2つのレンズ91及び92を含む。ここでも距離は縮尺通りではない。隣接する導光要素との間の光学的クロストークを阻止するために、黒いライニング(不図示)が設けられても良い。

【0160】

とりわけシミュレーション目的で、ビームステアリングのためにレンズの1つをもう一方のレンズに対して動かす能力を有する2レンズシステムが仮定される。この分析では、レンズ当たり1つの発光体が仮定され得るが、実際には更に多く使用されても良い。具体的には、ピクセルサブセットが発光体93によって表されても良い。しかしこの事例では、分析目的で、レンズシステムは1ピクセルの1つのビュー(即ちピクセルサブセットのうちの1ピクセル)に関係する。

【0161】

発光体93は、光学的方向付けユニットのピッチ(w)96よりもはるかに小さい幅(w_E)95を有する。ピッチ96は、ピクセルサブセットのピッチである。但し、分析目的のこの事例では導光ユニット90ごとに1ピクセル(発光体93)しかないため、導光ユニットのピッチ96はピクセルのピッチでもある。このレンズシステムは、指定された幅(w_p)97の人間の瞳孔上に、焦点が合い拡大された像を作り出すように設計され

10

20

30

40

50

る。システムの拡大率は、 $m = w_p / w_e$ である。

【0162】

この理論的分析では、ビームステアリングの機械的態様が仮定される。他の態様については以下で説明される。例えばレンズ91を破線に沿って動かすことにより、ビームがステアリングされ得る。異なる導光ユニットのレンズ91は移動できると仮定される。レンズを動かすことは、単純化するために行われるが、唯一の実装形態ではない。代替的な解決策は、レンズが個々に動く必要がある場合に好ましいことがある、回転プリズム及びエレクトロウェットティングプリズムである。

【0163】

光学的特性を分析するために、光線転送行列が使用されることを可能にする近軸近似及び完璧なレンズを用いて単一のピクセルがモデル化される。このモデルでは、光線がベクトル (x, θ) で表され、但し x は位置であり θ は光軸に対する角度である。近軸近似では、 $\sin \theta \approx \theta$ であり、そのため θ は光線の傾斜であると見なされるべきである。

【0164】

焦点距離 f を有するレンズの光線転送行列は以下の通りである。

【数1】

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

【0165】

或る媒体内を距離 d 進む光線は、以下の行列によって表される。

【数2】

$$\begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

【0166】

光線が発光体93からレンズ91及びレンズ92を介して瞳孔94に当たるまで進む経路が、以下の単一行列 M によって表される。

【数3】

$$M = \begin{pmatrix} 1 & d_{BP} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_B} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & d_{AB} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_A} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & d_{EA} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

【0167】

距離 (d_{AB}) 98は、レンズ91とレンズ92との間の距離である。距離 (d_{BP}) 99は、レンズ92と瞳孔94との間の距離であり、距離 (d_{EA}) 100は発光体93とレンズ91との間の距離である。

【0168】

この光学システムは、瞳孔上に焦点が合わせられ、拡大率 m を有するべきである。これは、 $m_{11} = m$ 及び $m_{12} = 0$ により、 2×2 の行列 M を制限することによって実現される。焦点距離を消去し、この問題に対する最も一般的な解は以下の通りである。

【数4】

$$f_A = \frac{md_{AB}d_{EA}}{md_{AB} + d_{BP} + md_{EA}} \quad (4)$$

$$f_B = \frac{d_{AB}d_{BP}}{d_{AB} + d_{BP} + md_{EA}} \quad (5)$$

$$M = \begin{pmatrix} m & 0 \\ \frac{d_{BP} + m(d_{AB} + md_{EA})}{md_{BP}d_{EA}} & \frac{1}{m} \end{pmatrix} \quad (6)$$

10

20

30

40

50

【 0 1 6 9 】

システムが有用であるために、ビームは大幅にステアリングされる必要があり、それはステアリングがディスプレイの視野角を決定するからである。実際には別の解決策が選択されても、この概念を証明するために、レンズ 9 1 はレンズ 9 2 の光軸（矢印 9 1）に対して動かされる。x_E において発光体を離れる光線のための光線追跡公式は以下の通りであり、

【 数 5 】

$$\begin{pmatrix} x_P \\ \theta_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & d_{BP} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_B} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & d_{AB} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \dots$$

(7)

10

$$\dots \left(\begin{pmatrix} dx_A \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_A} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & d_{EA} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_E - u \\ \theta_E \end{pmatrix} \right)$$

u は変位である。

【 0 1 7 0 】

x_E = 0 及び u = w / 2 を代入することで、以下のように最大ビームステアリングが得られる。

【 数 6 】

20

$$x_P = \frac{w_\Delta \left(\frac{d_{AB}(f_B - d_{BP})}{f_B} + d_{BP} \right)}{2f_A} \quad (8)$$

【 0 1 7 1 】

最小ビームステアリング

【 数 7 】

$$x_P = -A/2 d_{BP}$$

30

を求めるために M を更に制限し、

A は開き角のタンジェントであり、3つの設計パラメータを制限する単一解が以下の通り見つかる。

【 数 8 】

$$f_A = \frac{d_{EAM} w_\Delta}{A d_{BP}} \quad (9)$$

$$f_B = \frac{d_{BP} w_\Delta}{A d_{BP} - (m-1) w_\Delta} \quad (10)$$

$$d_{AB} = \frac{(d_{BP} + d_{EAM}) w_\Delta}{A d_{BP} - m w_\Delta} \quad (11)$$

40

【 0 1 7 2 】

注目すべきことに、f_B は d_{E A} 1 0 0 に依存しない。f_B は、アプリケーション仕様にのみ依存する。w_{9 6} と比較したときの高い f_B は、作られるには強すぎるレンズをもたらすので、レンズ 9 2 は最大視角を直接制限する。レンズの F 値は

【数 9】

$$\varphi = \frac{f}{D'} \quad (12)$$

として定義され、Dはレンズの直径であり、fは焦点距離である。この場合、 $D = w$ が成立する。レンズが実用的であるために、 f_A 及び f_B はレンズのF値を規定することによって設定される。このことは、システムを以下のように完全に規定する。

【数 10】

$$f_A = w_{\Delta} \varphi_A \quad (13)$$

$$f_B = w_{\Delta} \varphi_B \quad (14)$$

$$d_{EA} = \frac{\varphi_A(d_{BP} + (m-1)w_{\Delta}\varphi_B)}{m\varphi_B} \quad (15)$$

$$d_{AB} = \frac{w_{\Delta}((m-1)w_{\Delta}\varphi_A\varphi_B + d_{BP}(\varphi_A + \varphi_B))}{d_{BP} - w_{\Delta}\varphi_B} \quad (16)$$

【0173】

黒いライニングに当たる放射光は吸収され、ディスプレイの輝度に寄与しない。

【0174】

システムの効率を推定するために、このシステムが、幅 w の露出したランバート発光体に対し、レンズ及び幅 w_E の小さい発光体を有するシステムと比較される。瞳孔に当たらない光を「非効率」と見なし、幅 w_P 上で距離 d_{BP} において見られる幅 w の露出した発光体の効率は以下の通りである。

【数 11】

$$E_{bare} = \left(w_{\Delta} \sin \tan^{-1} \frac{w_P}{2d_{BP}} \right)^2 = \frac{w_P^2 w_{\Delta}^2}{4d_{BP}^2 \left(1 + \frac{w_P^2}{4d_{BP}^2} \right)} \quad (17)$$

【0175】

目的とされる値を得るために、レンズ91の開口部が光出力を限定することが確認され得る。従って、発光体の幅 w_E 、及び距離 d_{EA} において開口部 w_A を有する画像化サブユニットを備えるシステムの効率は以下の通りである。

【数 12】

$$E_{system} = \left(w_E \sin \tan^{-1} \frac{w_{\Delta}}{2d_{EA}} \right)^2 = \frac{w_E^2 w_{\Delta}^2}{4d_{EA}^2 \left(1 + \frac{w_{\Delta}^2}{4d_{EA}^2} \right)} \quad (18)$$

【0176】

(17)と(18)とを組み合わせ、相対的効率は以下の通りである。

【数 13】

$$E_{rel} = \frac{E_{system}}{E_{bare}} = \frac{w_E^2(4d_{BP}^2 + w_P^2)}{w_P^2(4d_{EA}^2 + w_{\Delta}^2)} \quad (19)$$

【0177】

10

20

30

40

50

d_{EA} を除き、全ての変数は応用によって規定され、 d_{EA} の値は効率を最大化するために最小化されるべきである。等式(15)を通じて、これは残っている唯一の変数 A を最小化することに等しい。どちらのレンズも可能な限り強いものとする。

【0178】

相対的効率は、本システムの輝度(cd/m^2)を露出した発光体と比較する。消費電力を比較するために、光度(cd)が重要である。発光体はピクセルのピッチよりも小さく、効率性の違いについて補償が必要であり、そのため次式が成立する。

【数14】

$$I_{rel} = \frac{I_{system}}{I_{bare}} = \frac{w_E^2 E_{bare}}{w_A^2 E_{system}} = \frac{w_P^2 (4d_{EA}^2 + w_A^2)}{w_A^2 (4d_{BP}^2 + w_P^2)} \quad (20)$$

10

【0179】

以下の表1は、2つの典型的だが異なる状況、つまりテレビと携帯電話との値の例を示す。

【0180】

どちらの場合も、視聴者によって見られる最終画像のFullHD解像度(1920×1080 ピクセル)が、水平及び垂直に 6×6 に空間的に分割された36ビューを含んで仮定される。従って、マイクロレンズごとに36ピクセルある。各ピクセルは、或るシーンの画像の1つのビュー、即ちシーンピクセルを表す。この事例では、その各ピクセルが(スタックされた)赤緑青の発光体である。この事例では、発光体、サブピクセル、及びピクセルが正方形である。

20

【0181】

表1では、 d_{BP} はディスプレイと視聴者との間の距離であり、 w_P は瞳孔上に投影されるサブピクセルの幅であり、 w_A はピクセルのピッチであり、 w_E は発光体の幅であり、 m は光学倍率であり、 f_A 及び f_B は焦点距離であり、 d_{EA} は発光体と可動マイクロレンズ91との間の距離であり、 d_{AB} はマイクロレンズ91とマイクロレンズ92との間の距離であり、 E_{rel} は(幅 w の露出した発光体と比較した)相対輝度であり、 I_{rel} は相対光度であり、 A は合計開き角である。

【0182】

30

【表1】

表1

応用	d_{BP} [m]	w_P [mm]	w_A [μm]	w_E [μm]	m ×	$f_A = f_B$ [μm]	d_{EA} [mm]	d_{AB} [μm]	E_{rel} ×	I_{rel} ×	A °
TV I	3	1	81	2	500	81	6.1	163	0.923	0.00066	45
TV I	3	1	81	5	200	81	15	162	0.968	0.0039	45
TV I	3	1	81	10	100	81	30	162	0.984	0.015	45
TV II	3	6×1	486	6×2	500	486	6.5	1 mm	0.640	0.00095	47
TV II	3	6×1	486	6×5	200	486	15	988	0.829	0.0045	46
TV II	3	6×1	486	6×10	100	486	30	980	0.909	0.017	45
電話	0.5	6×1	50	6×1	1000	50	0.55	105	0.582	0.025	48
電話	0.5	6×1	50	6×2	500	50	1.0	103	0.753	0.077	46
電話	0.5	6×1	50	6×5	200	50	2.5	101	0.889	0.4	46

40

【0183】

テレビの場合、典型的な値が、3 mの最適視距離及びアスペクト比が16:9であり42"のディスプレイ対角線について仮定される。

【0184】

第1の副次的実験(TVI)は、サブピクセルごとのレンズシステムによって計画される。

【0185】

50

従ってこの画面は、 11520×6480 (71MP - 両方向にFullHD解像度の6倍)の固有の2D解像度、及び $81\mu\text{m}$ のレンズピッチを有する。

【0186】

第2の実験(TVII)は、共用レンズシステムと共にピクセルごとに発光体システムを有する。画面は同じサブピクセルの解像度を有するが、 1920×1080 のレンズ及び $486\mu\text{m}$ の対応するレンズピッチしか有さない。

【0187】

携帯電話の場合、典型的な値が、0.5メートルの最適視距離及び50mm当たり1000ピクセルに対応する $50\mu\text{m}$ のピクセルピッチについて仮定される。

【0188】

適切なパラメータを用いて、本発明はどちらの応用でも実行可能である。

【0189】

「大きい」発光体のサイズでは、これらの用途でディスプレイがより厚くなる。これらの制約は携帯電話の場合に最も大きい影響を有し、携帯電話では、ディスプレイを組み込むかかる装置の許容可能な厚さに鑑みて狭い範囲の発光体のサイズしか許容できない。例えば最後の行は、2.5mmの間隔 d_{EA} を必要とする。

【0190】

TVの場合、トレードオフは、生産費と厚さとの間のトレードオフに影響される可能性が高い。

【0191】

このモデルを使用し、発光体に当たる光線の小部分を数値的に推定するために、光線が瞳孔から画面まで追跡されている。これらの実験は、 $f_A = 162\mu\text{m}$ 、 $f_B = 81\mu\text{m}$ 、 $d_{EA} = 12\text{mm}$ 、及び $d_{AB} = 245\mu\text{m}$ でTVIの事例について行われている。結果は表2に示されており、画面に対する角度に比例して効率が低下することを示す。

【0192】

【表2】

表2

視距離 (dBP)	位置(x_p)	角度(A)	効率
3 m	0	0°	92%
3 m	0.10 m		89%
3 m	0.25 m		79%
3 m	0.50 m		62%
3 m	0.75 m		47%
3 m	1.00 m		32%
3 m	1.25 m		15%
3 m	1.50 m	45°	0%

【0193】

視角に伴うこの効率の変化は補償され得る。ビームステアリングの角度に基づき、発光体の出力に関する自動利得が設定され得るように、発光体が優に10倍明るくても良い。これは、(例えば選択線の電圧を操作することにより)ハードウェアによって、又はビューレンダリングプロセスを調整することによりソフトウェアによって実施され得る(これ

には高ダイナミックレンジのディスプレイが必要である)。

【0194】

最大視角の近くで、画面を突然(0利得)又は遷移と共に(最大利得又は利得曲線)黒くするように、利得が設定され得る。高ダイナミックレンジ(HDR: high dynamic range)コンテンツでは、中心から外れた視聴について不十分な輝度が発生する可能性がある。出力される色が範囲外である場合、色誤差を防ぐために適切なクリッピング態様が適用されても良い。適切な(及び既知の)クリッピング態様の一例を以下に示す。

【数15】

$(R, G, B) \in [0, 1]^3$ が成立した状態で

$$(R', G', B') = \frac{(R, G, B)}{\max_{c \in \{R, G, B\}} c} \quad (21)$$

10

【0195】

上記の解説は、システムの所要の光学性能が実現され得ることを実証する。

【0196】

図10A又は図10Bに示されているように、かかる画像化ユニットを本発明のディスプレイ内に実装することが行われ得る。

【0197】

図10Aは、図7Bにあるような表示パネルを有する表示システム70を示す。光学ユニット72は、レンズ91及びレンズ92を有する図9に従って構築される。このシステムは、図7Bに関して説明されたように2つのビューを与える。

20

【0198】

図10Bは、図8Gにあるような表示パネルを有する表示システム70を示す。光学サブユニット82は、レンズ91及びレンズ92を有する図9に従って構築される。このシステムは、図8Gに関して説明されたように4つのビューを与える。

【0199】

図10のこれらのディスプレイで使用されるパネルは、ピクセルサブセットの間に黒い領域を有する図7Dにあるようなピクセル配置を有することができ、そのうちの2つが図示されている。図示のピクセルサブセット内のそれぞれの発光体は、ピクセル(白黒表示)又はサブピクセル(カラー表示)とすることができる。サブピクセルの数は、図8A～図8Gに関して説明された例の何れか1つに従って選択されても良い。レンズを動かすこと又は引っ張ることによるビームステアリングは、レンズ91及びレンズ92を相対的に動かすことにより、米国特許出願公開第2005/0270645 A1号に記載されているように行われても良い(その参考文献の中の図2、3、4、6等を参照されたい)。

30

【0200】

同様のやり方で他のパネルが光学ユニットと共に実装されても良い。

【0201】

本発明の表示装置は、ビームステアリング及び/又は視標追跡なしに使用され得る(以下参照)。しかし好ましくは、ディスプレイに対する視聴者の移動を補正するために、ビームステアリング及び視標追跡が使用される。

40

【0202】

或る応用例では、離れた所から画面を見るために、本発明がビームステアリング及び視標追跡と共に実施される。任意選択的に、及び好ましくは、ビームステアリングの性能を改善するために、ビームステアリングと視標追跡との間でフィードバックが提供される。

【0203】

ビームステアリングの解決策については、P.F. McManamon, "A Review of Phased Array Steering for Narrow-Band Electrooptical Systems", in Proceedings of the IEEE, vol. 97 (6), 2009の中で提示されている。光学ユニットに関する潜在的に適切な解決策は以下の通りである。

50

- 例えば固定されたレンズ間の、マイクロプリズム等のMEMSソリューション
- エレクトロウェットティングマイクロプリズム
- 屈折率分布型レンズ
- ステップモータ等の圧電駆動システム

【0204】

所要の移動量を有する適切な圧電駆動ソリューションが、例えば走査顕微鏡法及びD V D光学制御システムから知られている。

【0205】

全てのマイクロレンズが一度に1つの瞳孔にだけ画像を与えるためのものである場合、マイクロレンズアレイを単一ユニットとして扱うことが可能になる。そうすることで駆動機構を単純化することができ、例えば駆動機構は、マイクロレンズアレイ全体及び表示パネルのピクセルアレイの相対位置を制御するだけで良い。同様に、マイクロプリズム又は制御可能なレンズが使用される場合、放射ビームの方向への共通のシフト (common shift) を実施するために、これらは全て同時に制御され得る。この目的に適した1つの光学ユニットが、図7に関して説明されている。

【0206】

本発明のビームステアリングの好ましい実装形態では、全画面 (又は画面の大部分) が一度に制御され得るように構築されるプリズムの圧電制御を使用する。

【0207】

別の好ましい実装形態では、エレクトロウェットティング又はGRINに基づく、電氣的に制御されるレンズ又はレンズ面を使用する。従って、図7の光学ユニットのレンズ、又は例えば図7若しくは図9の導光要素90を有する光学ユニットのレンズ91及び/又はレンズ92は、GRINレンズで作られても良い。かかるレンズがどのように設計され、且つ/又は構築され得るのかについては、例えば国際公開第2007/072289号及び国際公開第2007/072330号の中で開示されている。かかるGRINレンズは、J. Opt. Soc. Am. A, pp. 3467- 3477, 2007の中で開示されているように更に設計され得る。特に、MSc. Engineering Physics thesis Multi-electrode liquid-crystal-based gradient index lenses for 2D/3D switchable displays of June 2009 by Steven L. Nyaberoに記載の多重電極GRINレンズが、本発明の光学ユニット内のGRINレンズに使用され得る。この論文内の図3、6は、本発明の光学ユニットに使用され得る単純な多重電極GRINレンズの概略的な一例を示す。本明細書に示される参考文献も、本発明の光学ユニットを制御するために使用され得るかかるレンズの動作について詳しく説明する。参考文献内のこれらの詳細な説明に鑑みて、GRINレンズの構造及び動作について本明細書では詳しくは繰り返さず、1つの例に関して簡潔に説明されるだけである。この説明は、他の種類のGRINレンズの実装に関する手引きも与える。

【0208】

より詳細には、図11Aは、1枚のGRINレンズの2つの図面を示す。このレンズは、ガラス層110の間に液晶材料111を含む。レンズの片側には (例えば酸化ケイ素で作られる) 電気誘電体層112があり、独立にアドレス指定可能な複数の電極113が定められる。これらの電極に電気信号 (電圧) を与えることにより、LC材料に自らの電気ディレクタ (LC層内の複数の小さい黒線で図示されているLC分子の電気双極子) を再調整させることができる。左の図では、レンズが電極113aと電極113nとの間のLC層内で形成される。

【0209】

レンズの位置を調整することは、電極に沿ってレンズを形成するために与えられる電圧のパターンをずらすことによって行われ得る。従って、例えば右の図では、レンズを形成するための同じパターンが同数の電極に与えられるが、今度はレンズが電極113aではなく電極113dから始まる。従って、左の図の状況に比べてレンズが右にずれている。レンズ機能を与える電極の数及び/又は電極ごとの電圧値に関してレンズごとのパターンが変えられる場合、例えば図7又は図9の画像化ユニットのステアリングに必要とされる

ビームステアリングを実現するために、レンズの大きさ及び形状も調整され得ることが明らかである。レンズ 9 1 及びレンズ 9 2 を相対的に動かすことによる、米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 7 0 6 4 5 A 1 号に記載されているようなビームの方向変え（その参考文献の中の図 2、3、4、6 等を参照されたい）が、今度は固体レンズを機械的に動かすことなく行われ得る。

【0210】

先に述べたように、GRIN レンズの詳細な構造はその論文内で、又は未公開の国際出願 PCT / 1 B 2 0 1 1 / 0 5 2 1 4 9 号、代理人内部整理番号 2 0 1 0 P F 0 0 0 7 7 の中で見つけることができる。後者の出願の中で記載されているレンズは、起こり得る回折効果を減らし又はなくす、電極を覆うキャッピング層も有する。例えば PCT / 1 B 2 0 1 1 / 0 5 2 1 4 9 号の図 3 内で与えられる例を参照されたい。

10

【0211】

図 1 1 B は、幾つかの光学効果を減らすための追加の接地電極層を有する、互いに積層された図 1 1 B の 2 つのレンズシステムから実質的に成る有利な GRIN レンズシステムを示す。図 1 1 B の要素は、X 電極と接地電極との間に又は Y 電極と接地電極との間に挟まれる LC 層にそれぞれ基づく、2 枚のレンチキュラレンズの積層を含む。殆どの GRIN の設計は、LC の片面を覆う 1 つの大きい接地電極を有するので、この構造は有利であり得る。接地電極は、強いて言うならレンチキュラシート間で共用される。但し、必要に応じて独立したものが使用されても良い。X 電極及び Y 電極の組は、マイクロアレイレンズを得るために互いに対して 90 度回転される。

20

【0212】

2 枚のレンチキュラ GRIN レンズが組み合わせられることは必須ではない。代わりに、それらのレンズは、ガラス又は他の何らかの透明材によって隔てられても良い。更に、焦点を合わせるための従来のガラス製又はポリカーボネート製のマイクロアレイレンズを追加し、GRIN レンズにステアリング可能なプリズム形状を使用することが可能である。

【0213】

図 1 1 B の光学ユニットでは、LC 材料の近くの X 電極及び / 又は Y 電極 (ITO) が、例えば PCT / 1 B 2 0 1 1 / 0 5 2 1 4 9 号又は論文内で多重電極 GRIN レンズに関して説明されているように異なる電圧に設定される。LC 材料内のイオンに起因する荷電効果を回避するために、極性が 1 0 0 H z ~ 1 k H z の周波数で切り替えられる。電気に応じて LC 分子を配向する電極間に電界が生じる。液晶は複屈折であり、そのため屈折率は光の方向に対する分子の向きによって決まる。その結果、屈折率の勾配が形成される。光は屈折率によって曲げられる。曲がる量は、LC の厚さに対して直線性を有する。電極に設定される電圧が適切な場合、LC 材料内の分子の配向パターン、従って屈折率勾配が LC 材料のレンズ機能をもたらす。このようにして、光は LC 層を通過した後、或る距離において焦点が合わせられ得る。

30

【0214】

ビームステアリングを組み込むために、本発明でエレクトロウェットングレンズが使用されても良い。エレクトロウェットングレンズについては、例えば米国特許第 7 6 1 6 7 3 7 号の中で説明されており、本発明のディスプレイにそれらを組み込むことについて本明細書で更に詳しく説明されることはない。上記の説明は、レンズがピクセルに対してどのように配置されるべきか等についての手引きを与えるのに対し、参考文献は、かかるレンズを構築し使用するやり方の詳細を提供する。

40

【0215】

電極上の電気制御信号（電圧）のパターンを変えることにより、レンズ層の 1 つ又は複数の焦点距離を適合することに加え、ビームをステアリングするためにレンズ機能をオン / オフするだけでなく、GRIN レンズ面を動かし且つ / 又は非対称に歪ませることがここでも可能である。図 9 の装置等の装置において、例えばレンズの移動がどのようにこのビームステアリングを生じさせるのかについては、図 9 及び図 7 A に関して上記で説明さ

50

れている。

【0216】

ディスプレイの前の1つ又は複数の瞳孔を追跡するために、視標追跡器が使用される。より多くのビューを有しそれらを瞳孔の周りに投影することと、より正確な視標追跡器を有することとの間にトレードオフがある。

【0217】

上記で参照された論文、“Holographic 3-D Displays - Electro-holography within the Grasp of Commercialization”の中にあるように、例えば眼が追跡されても、表示コンテンツは光ビームの発生源及び方向にのみ依存し、眼の極僅かな動きはアーティファクトを引き起こさない。より大きい動きでは、ビームステアリングの調整が殆ど瞬時であるようにシステムのレイテンシになるべきである。

10

【0218】

1ビデオフレーム(約20ms)の時間内の反応が適切だと考えられる。時間的な不整合は、単に輝度の低下として知覚される可能性が高い。

【0219】

殆どの市販の視標追跡システムは、以下の構成要素を有する。

- IRカメラ
- アクティブIR照明
- リアルタイム画像解析、及び
- フィードバック

20

【0220】

視標追跡と組み合わせてビームステアリングの制御を支援するために、表示制御システム内で視覚フィードバックが使用され、視標追跡とビームステアリングとの間のつながりを自動的に修正しても良い。

【0221】

図12は、瞳孔上に投影されるパターンを示す。中央のグリッド120は、光学ユニットからのピクセル化された出力を表す。例えば、かかるパターンを投影領域内に(瞳孔に)与えるために1組の7×7のサブピクセル(この例では7×7のサブアレイ)がマイクロレンズシステムの下にあり得る。角の周りにある4つのマーカ121は、視聴者の眼の領域上に投影されるIRパターンを表す。これは、例えば直接発光体ピクセルパネルの場合、パターン120を与えるのに、多くの場合瞳孔領域の小さな部分しか必要ないので可能である。従って、IRビーム等の追加機能を提供する追加の発光体を表示パネル上に含めることが可能である。

30

【0222】

IRマーカは、視標追跡システムのIRカメラによって追跡され、ビームステアリングプロセスにおける視覚制御ループを可能にする。IRクロスは、常にオンとすることができ、又は例えば全ての行若しくは列をスキャンする、若しくはより入り組んだ(構造化された)パターンを有する構造化光として働いても良い。

【0223】

パターン内でIRクロスをオン/オフさせることにより、クロス群の寄与度を徐々に明らかにすることが可能になる。理想的な整列では、全てのクロスが互いの上に重なることになる。不整合がある場合、クロスのパターンを検討することにより、その不整合を補償するためにビームステアリングプロセスをどのように訂正するのが突き止めることが可能になる。

40

【0224】

構造化光の単純な形態は、全てのIRクロスを1つずつ点滅させることである。そうすることはディスプレイ全体では長い時間かかる。しかし、IRクロス群(即ちまず画面の左側、次いで画面の右側)を点滅させる他のパターンも可能である。1つの任意選択肢は、Nフレームごとにグリッド内の全てのセルが点滅されるように画面をグリッドに分割することである。

50

【0225】

TVの例では、発光体が、100～500倍拡大されて50mm～250mmの最大パターンサイズを与える、約0.5mmのピクセルサイズを有する。あらゆる場合において、IRクロスは眼を取り囲む皮膚上にパターンを作り出すのに十分大きいものとして行うことができる。

【0226】

上記の表1から見て取れるように、単一の瞳孔内に幾つかのビューが投影されることを可能にするために、発光体の好ましい大きさは数 μ m程度である。

【0227】

サブアレイのピクセル当たり単一の小さな発光体だけでは、ビューが視聴者の眼に完全に導かれるのは特に困難である。

【0228】

例えば図9に記載されている光学ユニットが使用される場合、開口部は小さくても良いので、表示パネル上のピクセル領域は、その領域の殆どを黒くすることができる(1つのピクセルパネル内に2つの(サブ)ピクセルクラスタが示されている図7Eを参照)。瞳孔ごとのビューのアレイ120の隣にサブピクセル及び任意選択を生成する例が図12Bに示されている。黒い領域(又は1つの光学ユニットによって投影されるピクセルサブセットの周りの光を与えない領域)が追加のビューピクセル123で埋められても良い。ビューピクセル123は、フリーフォーカスの基礎を形成する、瞳孔ごとの複数のビューを与えるためのピクセルよりも広い面積を有することができる。より大きいビューピクセルを有することには、視聴者がディスプレイの前に移動するとき光学ユニットのステアリングが位置又は調整速度に関して正確でない場合、瞳孔ごとの複数のビューが失われる場合があっても、視聴者が見ていた画像を引き続き見るように、より大きいピクセルが眼に画像化されるという利点があり得る。従って視聴者はフリーフォーカス機能を(一時的に)失うが画像は失わず、このことは、ビューステアリングの不整合により全画像を失うことと比較した場合、はるかに邪魔にならない。

【0229】

更なる修正形態は、分散されるが同じサブピクセル情報を運ぶ、複数のより小さい領域に分割されるサブピクセルを使用する。

【0230】

この表示装置のピクセル内の発光領域の好ましい配置は非常に多くの発光体を使用し、発光体のサイズはピクセルのサイズよりもはるかに小さく、発光体は自らのサイズよりも大きい間隔で隔てられる。図13Aに2つの例が示されている。

【0231】

左側の第1の例は、両方の空間方向に瞳孔ごとの複数のビューを伴う2Dビームステアリングに適している。このピクセルは、規則正しい2Dグリッド内にサブピクセル130のアレイを含む。右側の第2の例は、一連の柱形の発光体132を有し、水平視差しか有さないシステムにより適している。

【0232】

複数の発光体は全て同じ情報を表示することができる。このようにして、幾つかの(同一の)ビューが作り出され様々な方向に投影され、このことは最適な(即ち視聴者の目に最も近い)サブピクセルを選択し、瞳孔内に投影するために水晶体の最小限の微調整しか行わないことにより、視覚(追跡)系を単純にする。

【0233】

ピクセル開口部は、利用可能な最大開口部を意図的にはるかに下回る。ピクセル開口部がより大きい場合よりも発光体の総面積ははるかに狭い一方で、発光体の輝度は従来のディスプレイの輝度を上回らないので(同じ cd/m^2)、そのようにすることは大幅な節電をもたらす。視聴者はディスプレイの輝度の違いに気付かない。ディスプレイが単に視聴者がいない方向に光を送り出さないという点において、節電が示される。

【0234】

この概念の範囲内で他の多くの異なるピクセル配置が実現され得る。概して、異なるサブピクセル間の間隔は、サブピクセル自体のサイズを上回る。

【0235】

発光体のサイズは約 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ であり、サブピクセルの間隔は、複数のサブピクセルが両眼に投影することを回避するのに十分であるべきである。この場合、発光体間の間隔は典型的には $50 \sim 100 \mu\text{m}$ (眼間の間隔に対する瞳孔の大きさの約 10 倍の比率によって定められる) を超えるべきである。

【0236】

ピクセルの設計は、ピクセルごとに非常に多くの二次発光体を必要とする一方で、これは必ずしもディスプレイのより複雑なアドレス指定をもたらすものではない。ディスプレイが LCD ベースのディスプレイ (左側) 又は OLED ベースのディスプレイ (右側) である場合について、このことが図 13B に示されている。何れの場合にも、ディスプレイは、ピクセル (列) 当たり単一のデータ線しか使用せず、単一の選択線、及び選択トランジスタを使用するアクティブマトリクス方式でアドレス指定される。これは、アドレス指定トランジスタを介して全ての発光領域を同じデータ線に接続することによって実現される。

10

【0237】

好ましくは、発光体の電極が表示プロセス内の単一のマスク層の中で実現され、その理由は、そうすることが発光体の定義、間隔、及び整列をより信頼できるものにするからである。

20

【0238】

このシステムは、例えば 3D モデルからの画像レンダリングにより、複数の画像を生成できなければならない。

【0239】

5×5 のサブアレイの例をとり、瞳孔のために生成される 25 の異なる画像があり、この 25 の画像の組は瞳孔の位置に基づく。

【0240】

図 14 に本発明の表示システムが概略的に示されている。このシステムは、ピクセルアレイ 140 を有する表示パネルと、アレイ形式の画像化サブユニット 141 を有する画像化ユニット 147 とを含む。カメラ 142 が視標追跡を実施し、この情報を装置コントローラ 143 に供給する。この情報は、ディスプレイドライバ 144 内の画像レンダリングを制御するだけでなく、制御システム 145 によるビームステアリングを制御する。

30

【0241】

1 人の視聴者 146 に対して動作するシステムの視野にわたる出力は、図 7E の図を用いて表され得る。図 4D 及び図 4E に関して説明されたように、2 つの瞳孔への結像しか (同時に又は時系列的に) 生成されない。各サブアレイの各サブピクセルは、単一の視野方向からの全画像 (の少なくとも 1 色) を符号化する。画像は、平面ディスプレイ用又は立体ディスプレイ用とすることができる。これらは内部的にレンダリングされても、又は装置から外部的にレンダリングされ、その後装置に供給されても良い。

【0242】

40

上記のように、1 つの瞳孔に対し、そのサブアレイ画像の組合せが 1 度に与えられ得る。更に、サブアレイ内のピクセルは必ずしも同時に照らされない。マイクロレンズの下にあるサブアレイのピクセルは、順にスキャンされ得る。これはスキャンレーザシステムに当てはまる。直接発光するピクセル (エレクトロルミネッセント (EL) 又は OLED) は、表示パネルのピクセルアレイのスキャンを 1 行ずつ (即ち従来のやり方で) 行わせる場合があり、この場合もサブアレイの全ピクセルの同時発光は引き起こさない。この場合、サブアレイのピクセルの 1 行のスキャンとサブアレイのピクセルの次の行のスキャンとの間に一時停止がある。しかしあらゆる場合において、眼による統合化は、サブアレイの様々なピクセルが、ディスプレイのフレーム周期で瞳孔の様々な領域に画像化されることが単純に必要とされることを意味する。

50

【 0 2 4 3 】

図 4 ~ 図 6 に関して説明されたもの等、本発明のディスプレイは様々なシステムで使用され得る。1つのやり方は、片眼ゴーグルベースのシステム（これらは例えば軍隊で見受けられる）の一部としてである。特に片眼システムでは、フリーフォーカスは、より少ない疲労及びより高速な画像詳細検出に関係する改善された視聴体験をもたらし得る。或いは、1つ又は複数のディスプレイが両眼ベースの表示システム（ゴーグル又はTVやモニタ等）の一部であり得る。1つの表示装置が両眼に情報を与えても、2つの表示装置が片眼ずつ使用されても良い。その場合、システムは、1つ又は複数のディスプレイが両眼に同じ情報を与える2Dディスプレイになり得る。或いはこのシステムは、それぞれの眼に複数のビューを同時に与える3D表示システムでも良く、更にこれらの複数のビューの組は眼の視差に関しても異なる。このことは、片眼の網膜の様々な部分において見られる画像の差のレベルにおいて、それぞれの眼によって見られる入射光を（立体ディスプレイにおいて見られるように）大域的にも局所的にも再現し、その結果、それぞれの眼のフリーフォーカス効果が可能にされるだけでなく、3Dシーンを立体的に見ることができる。

10

【 0 2 4 4 】

ゴーグルベースのシステムでは、眼は片眼ずつ2つの表示システムを容易に有することができる。

【 0 2 4 5 】

このシステムは、上記の2Dの任意選択肢と3Dの任意選択肢との間で切替可能であり得る。特に、片眼につき1つのディスプレイを有するゴーグルでは、何れかのディスプレイに与えられる情報を選択することによりこの切替が容易に実施され、その情報は2Dでは同じであり又は3Dでは異なる。他のシステムでは、同じことを行うためにビューのレンダリング及び割当が調整され得る。

20

【 0 2 4 6 】

他の文献及び記事へのあらゆる言及が、参照により本明細書に援用される。

【 0 2 4 7 】

開示された実施形態の他の改変形態が、特許請求の範囲に記載の本発明を実施する際に、図面、本開示、及び添付の特許請求の範囲を検討することにより、当業者によって理解され果たされ得る。特許請求の範囲では、「含む」という語は他の要素又はステップを排除せず、不定冠詞「a」又は「an」は複数形を排除しない。或る手段が互いに異なる従属請求項の中で列挙されているという単なる事実は、これらの手段の組合せが有利に使用されてはならないことを示すものではない。特許請求の範囲の中の如何なる参照記号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

30

【図 1 A】

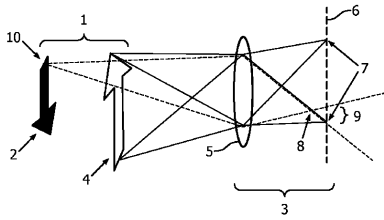


FIG. 1A

【図 1 B】

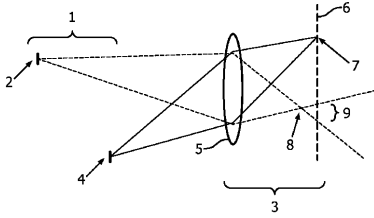


FIG. 1B

【図 2 A】

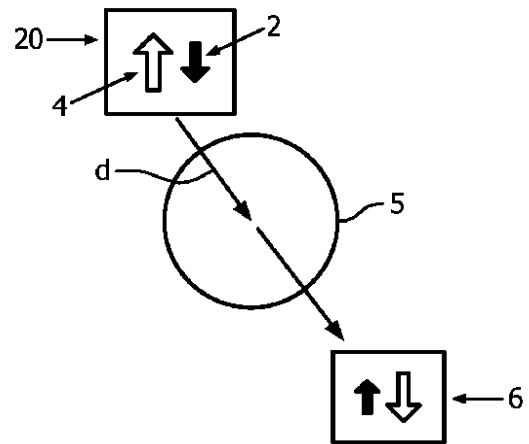


FIG. 2A

【図 2 B】

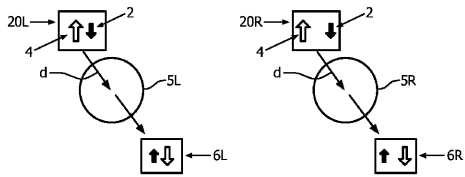


FIG. 2B

【図 3】

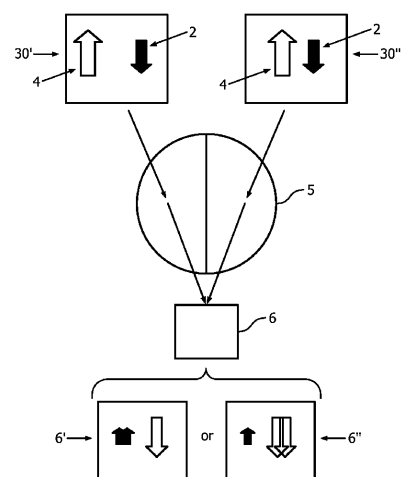


FIG. 3

【図 4 A】

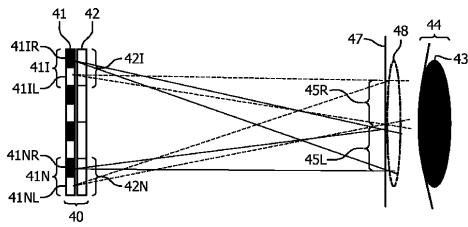


FIG. 4A

【図 4 C】

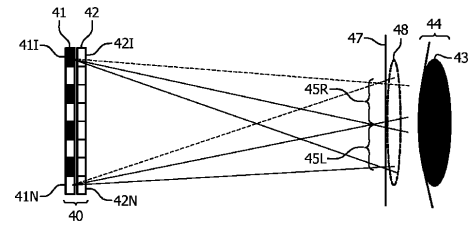


FIG. 4C

【図 4 B】

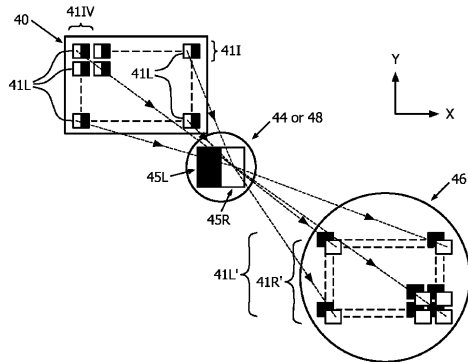


FIG. 4B

【図 4 D】

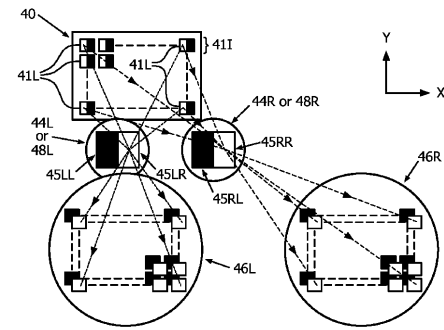


FIG. 4D

【図 4 E】

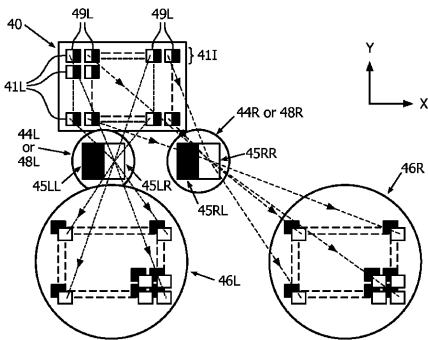


FIG. 4E

【図 5 B】

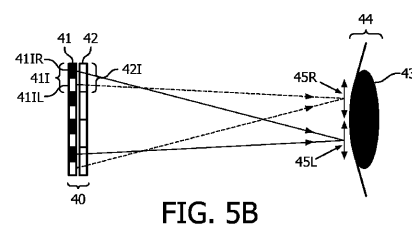


FIG. 5B

【図 5 A】

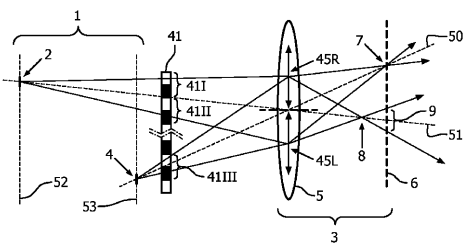


FIG. 5A

【図 5 C】

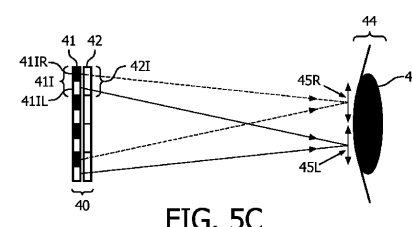


FIG. 5C

【図 5 D】

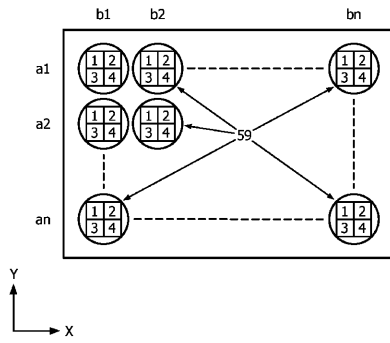


FIG. 5D

【図 6 A】

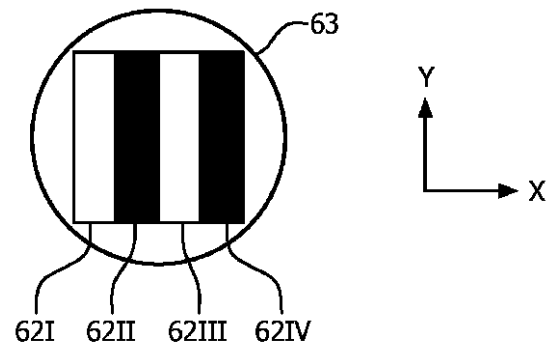


FIG. 6A

【図 6 B】

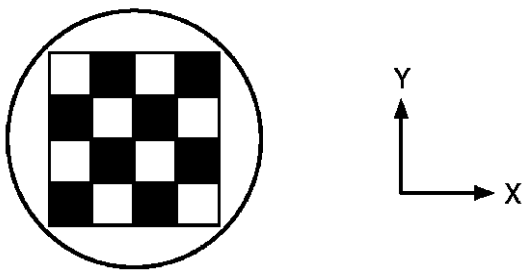


FIG. 6B

【図 6 C】

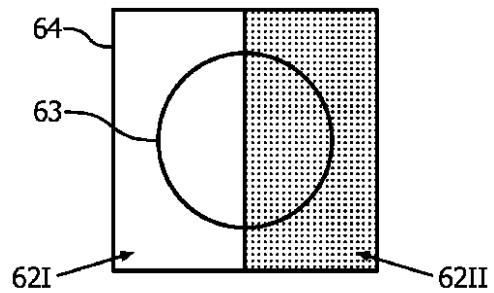


FIG. 6C

【図 7 A】

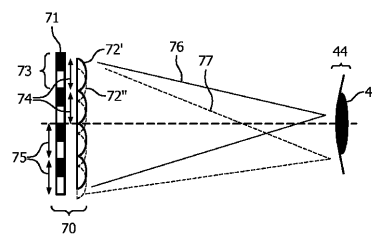


FIG. 7A

【図 7 B】

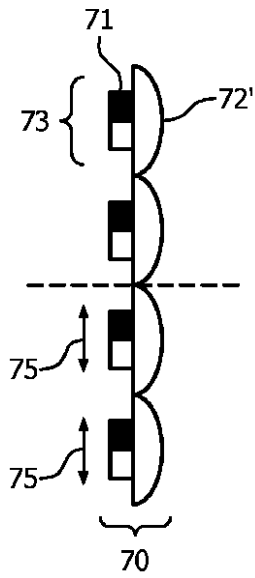


FIG. 7B

【図 7 C】

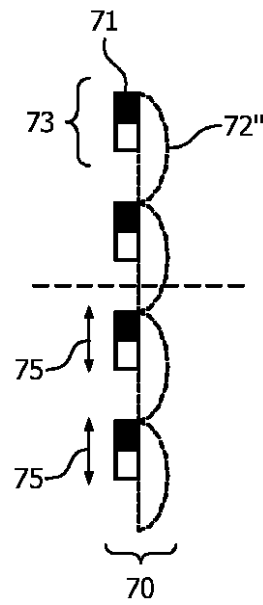


FIG. 7C

【図 7 D】

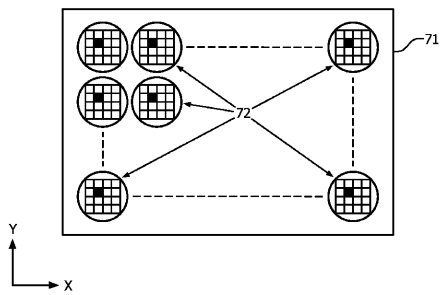


FIG. 7D

【図 7 E】

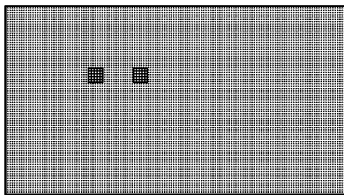


FIG. 7E

【図 8 A】

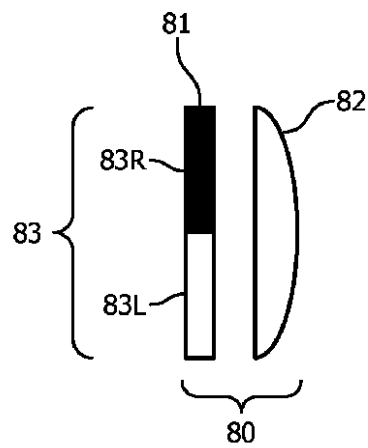


FIG. 8A

【図 8 B】

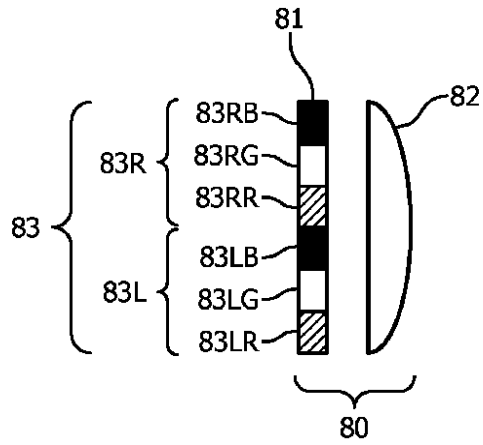


FIG. 8B

【図 8 C】

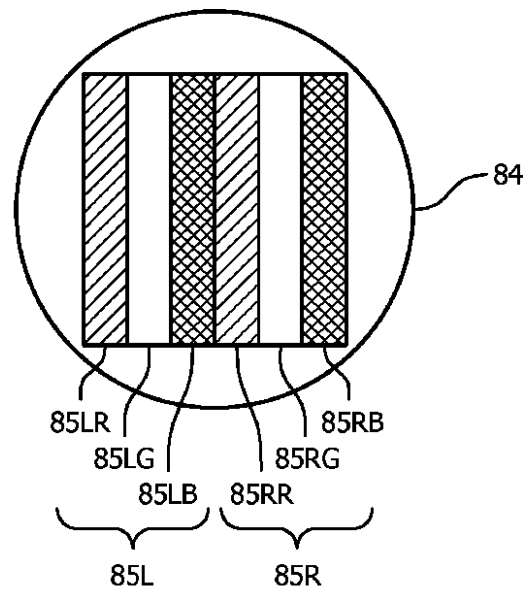


FIG. 8C

【図 8 D】

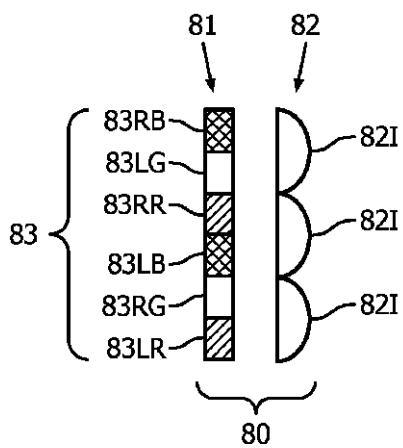


FIG. 8D

【図 8 E】

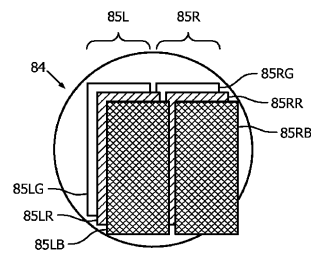


FIG. 8E

【図 8 F】

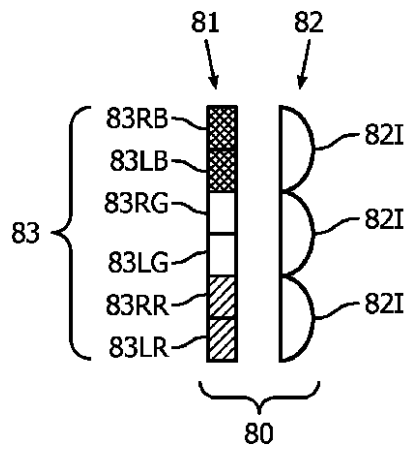


FIG. 8F

【図 8 G】

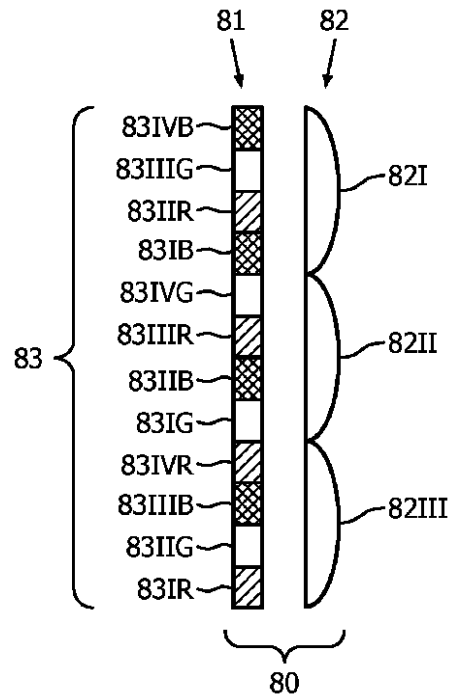


FIG. 8G

【図 9】

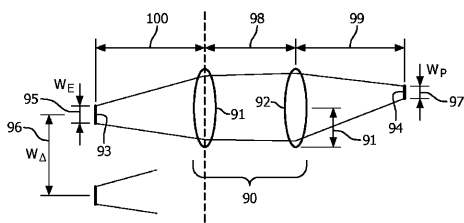


FIG. 9

【図 10 A】

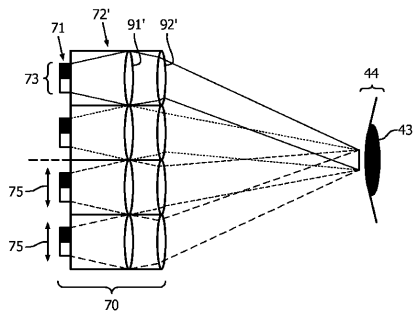


FIG. 10A

【図 10 B】

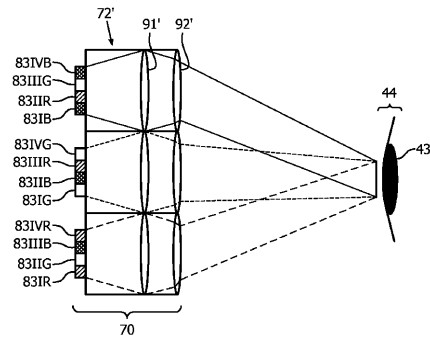


FIG. 10B

【図 1 2 A】

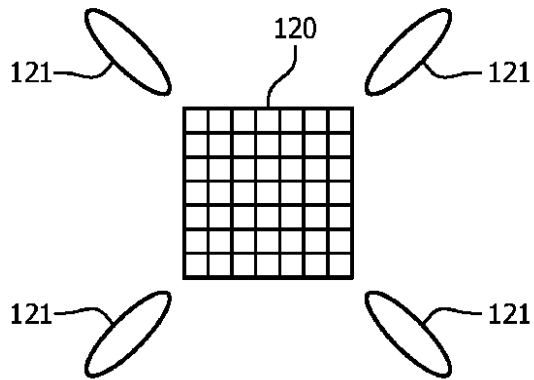


FIG. 12A

【図 1 2 B】

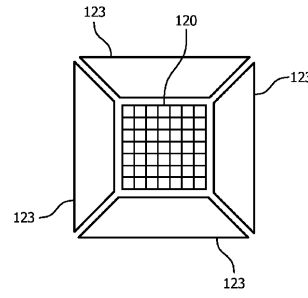


FIG. 12B

【図 1 3 A】

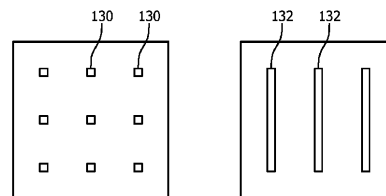


FIG. 13A

【図 1 4】

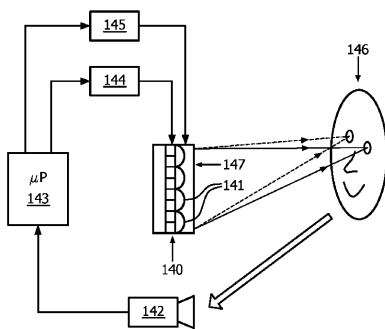


FIG. 14

【図 1 1 A】

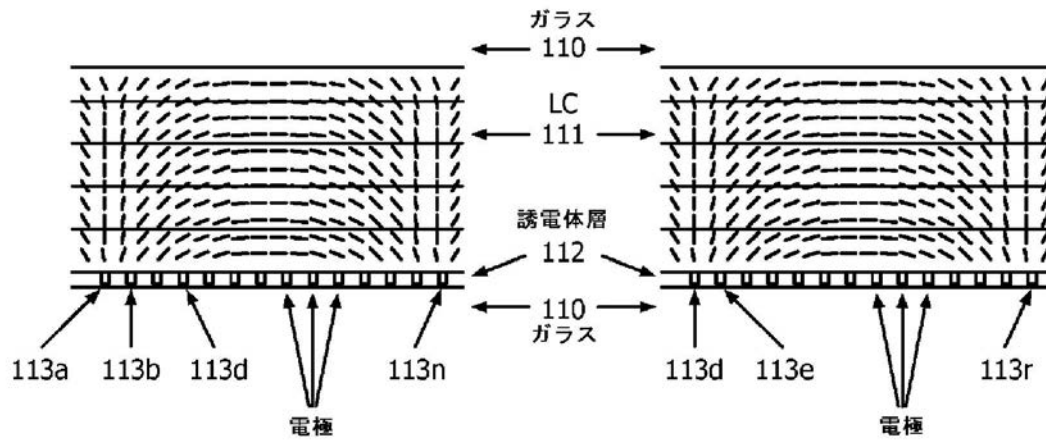


図 1 1 A

【図 1 1 B】

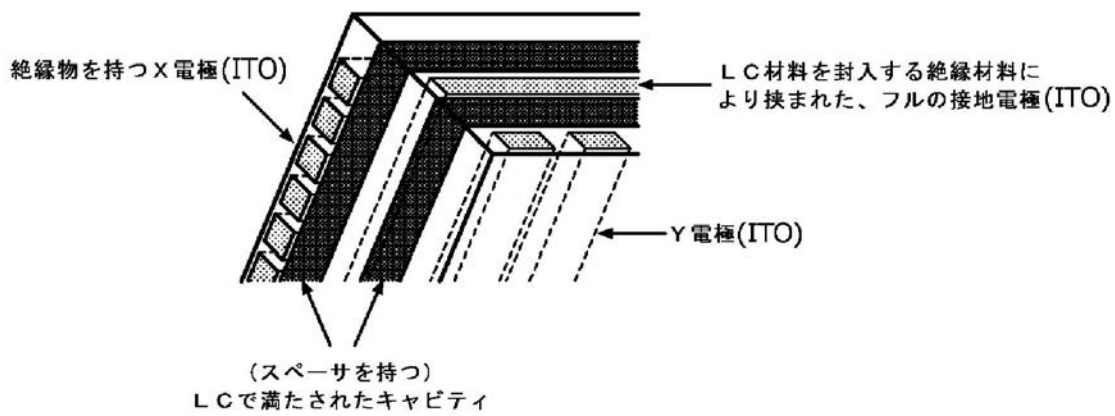


図 1 1 B

【図 1 3 B】

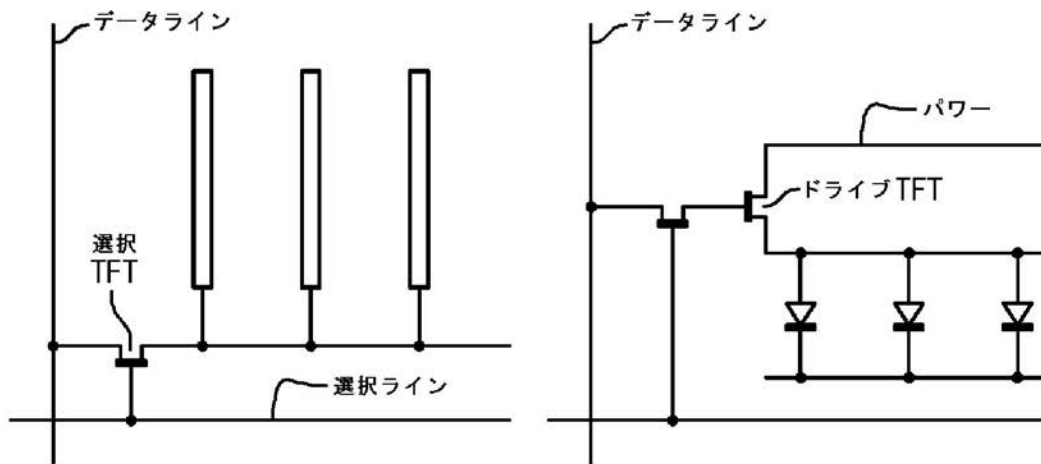


図 1 3 B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2012/056002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04N13/04 H04N13/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EP0-Internal, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	TAKAKI Y: "High-Density Directional Display for Generating Natural Three-Dimensional Images", PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE, NEW YORK, US, vol. 94, no. 3, 1 March 2006 (2006-03-01), pages 654-663, XP011370647, ISSN: 0018-9219, DOI: 10.1109/JPROC.2006.870684 the whole document ----- -/--	1-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
10 May 2013		27/05/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Wahba, Alexander

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2012/056002

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>TAKAKI Y: "Super multi-view display with 128 viewpoints and viewpoint formation", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, vol. 7237, 2009, XP002696797, ISSN: 0277-786X cited in the application the whole document -----</p>	1-26

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 クライン マルセリヌス ペトルス カロルス ミカエル
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 デ ブルアイン フレデリック ジャン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 ジョンソン マーク トーマス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 ニュートン フィリップ スティーブン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 サルテルス パート アンドレ
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 デ ズワート シエベ チャーク
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 コースト ヨハネス ヘンリクス マリア
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

F ターム(参考) 2H059 AA24 AA35 AA38
2H199 BA08 BA43 BA68 BB04
5C061 AA07 AB14 AB18
5C082 AA21 BA47 BD02 MM08 MM10

【要約の続き】

片眼用、両眼用、又はより多くの視聴者の更に多くの眼に対するものとすることができる。