

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6633087号  
(P6633087)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int.Cl.

G02B 30/00 (2020.01)  
G02F 1/13 (2006.01)

F 1

G02B 27/22  
G02F 1/13 505

請求項の数 23 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2017-539433 (P2017-539433)  
 (86) (22) 出願日 平成27年2月13日 (2015.2.13)  
 (65) 公表番号 特表2018-503877 (P2018-503877A)  
 (43) 公表日 平成30年2月8日 (2018.2.8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/015972  
 (87) 國際公開番号 WO2016/122679  
 (87) 國際公開日 平成28年8月4日 (2016.8.4)  
 審査請求日 平成29年12月13日 (2017.12.13)  
 (31) 優先権主張番号 62/109,040  
 (32) 優先日 平成27年1月28日 (2015.1.28)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 514274546  
レイア、インコーポレイテッド  
L E I A I N C.  
アメリカ合衆国 94025 カリフォルニア州 メンロー パーク スイート 1  
OO サンド ヒル ロード 2440  
(74) 代理人 100092783  
弁理士 小林 浩  
(74) 代理人 100093676  
弁理士 小林 純子  
(74) 代理人 100120134  
弁理士 大森 規雄  
(74) 代理人 100126354  
弁理士 藤田 尚

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元(3D)電子ディスプレイ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

3次元(3D)電子ディスプレイであって、色依存性の非ゼロの伝播角度で複数の異なる色の光ビームを導波するように構成された平板ライトガイドと、

複数の行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイであって、前記行の各々は、x軸に沿って配向されており、隣接する前記行同士において、前記マルチビーム回折格子が行方向に互いにずれており、前記アレイのマルチビーム回折格子が、前記導波光ビームの一部分を、前記3D電子ディスプレイの異なる視像に対応する異なる主角度方向を有する複数のカップリングして外へ出される光ビームとして回折によりカップリングして外へ出すように構成され、前記複数の異なる色の光ビームのそれぞれの前記非ゼロの伝播角度が、前記3D電子ディスプレイの前記異なる視像の各々における各前記異なる色のカップリングして外へ出される光ビームをもたらすように構成された、アレイと、

前記3D電子ディスプレイの前記異なる視像に対応する前記複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調するように構成されたライトバルブアレイであって、前記変調された複数のカップリングして外へ出される光ビームが、前記3D電子ディスプレイの画素に対応する、ライトバルブアレイとを備える、3D電子ディスプレイ。

## 【請求項2】

前記マルチビーム回折格子が、線形チャーブ回折格子を備える、請求項1に記載の3D電子ディスプレイ。

10

20

**【請求項 3】**

前記マルチビーム回折格子が前記平板ライトガイドの表面にあり、前記マルチビーム回折格子が、前記平板ライトガイド表面内の曲線状の溝、および前記平板ライトガイド表面上の曲線状の隆線のうちの一方または両方を備える回折特徴部を有する実質的に矩形の形状を有する、請求項 1 または 2 に記載の 3D 電子ディスプレイ。

**【請求項 4】**

前記マルチビーム回折格子アレイの第 1 の行が、前記第 1 の行に隣接する前記マルチビーム回折格子アレイの第 2 の行に対して、行方向にずれており、前記ずれが、前記マルチビーム回折格子アレイの前記第 1 の行内の前記マルチビーム回折格子のピッチの約 2 分の 1 である、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の 3D 電子ディスプレイ。 10

**【請求項 5】**

前記マルチビーム回折格子アレイの隣接する行同士間の、中心から中心までの間隔が、前記マルチビーム回折格子アレイの前記行内の前記マルチビーム回折格子のピッチの約 2 分の 1 である、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の 3D 電子ディスプレイ。

**【請求項 6】**

前記ライトバルブアレイの前記ライトバルブのサブセットが、前記マルチビーム回折格子アレイの選択されたマルチビーム回折格子からの前記複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調するように構成され、前記ライトバルブのサブセットが前記 3D 電子ディスプレイの超画素を表し、前記超画素の各ライトバルブが、前記選択されたマルチビーム回折格子の、カップリングして外へ出される異なる光ビームを変調するように構成された、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の 3D 電子ディスプレイ。 20

**【請求項 7】**

前記超画素が、前記サブセットの前記ライトバルブの矩形配置を備え、前記矩形配置が、前記マルチビーム回折格子アレイの前記複数の行の行方向に実質的に直交する方向に有するライトバルブの数は、前記行方向に有するライトバルブの数の約半分である、請求項 6 に記載の 3D 電子ディスプレイ。

**【請求項 8】**

前記マルチビーム回折格子アレイの前記複数の行の行方向に互いに変位しており、かつ前記平板ライトガイドにカップリングされている異なる色の複数の光源をさらに備え、各光源が、前記複数の光源の他の光源によって生成される色とは異なる特定の色の光ビームを生成するように構成されており、前記平板ライトガイドが、前記異なる色の光源の前記行方向の変位によって決定されるそれぞれの非ゼロの伝播角度で前記異なる色の光ビームを導波するように構成された、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の 3D 電子ディスプレイ。 30

**【請求項 9】**

前記ライトバルブアレイの前記ライトバルブが、液晶ライトバルブを備え、第 1 の液晶ライトバルブが、前記ライトバルブアレイの第 2 の液晶ライトバルブのカラーフィルタとは色が異なるカラーフィルタを有する、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の 3D 電子ディスプレイ。

**【請求項 10】**

3 次元 (3D) カラー電子ディスプレイであって、

異なる色の光ビームを異なる色依存性の伝播角度で導波するように構成された平板ライトガイドと、

前記平板ライトガイド表面にある複数の行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイの要素であり、各色の前記導波光ビームの一部分を、それぞれの異なる色のカップリングして外へ出される別々の複数の光ビームとして、回折によりカップリングして外へ出すように構成された、前記平板ライトガイドの表面にあるマルチビーム回折格子であって、前記行の各々は、X 軸に沿って配向されており、隣接する前記行同士において、前記マルチビーム回折格子が行方向に互いにずれており、前記それぞれの異なる色の別々の複数のカップリングして外へ出される光ビームが、前記 3D カラー電子ディスプレイの異なる視像 50

を表す異なる主角度方向を有する、マルチビーム回折格子と、

前記それぞれの異なる色の別々の複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調するように構成された複数のライトバルブであって、前記複数のライトバルブのうちの前記ライトバルブが、前記カップリングして外へ出される光ビームの前記それぞれの異なる色に対応するカラーフィルタを有する、ライトバルブとを備える、3Dカラー電子ディスプレイ。

#### 【請求項11】

前記カップリングして外へ出される光ビームの前記主角度方向が、前記導波光ビームの前記色依存性の伝播角度の関数である。請求項10に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。  
10

#### 【請求項12】

前記導波光ビームの前記異なる色が、赤・緑・青（RGB）色モデルの赤、緑、および青を備え、前記カラーフィルタが、前記RGB色モデルに対応する赤カラーフィルタ、緑カラーフィルタ、および青カラーフィルタを含み、前記3Dカラー電子ディスプレイの視像が、赤光ビーム、緑光ビーム、および青光ビームを含む、請求項10または11に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

#### 【請求項13】

前記マルチビーム回折格子が、前記平板ライトガイド表面内の曲線状の溝、および前記平板ライトガイド表面上の曲線状の隆線のうちの一方または両方を備える回折特徴部を有する実質的に矩形の形状を有する、請求項10から12のいずれか一項に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。  
20

#### 【請求項14】

前記マルチビーム回折格子の隣接する行同士が、前記隣接する行の前記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1だけ行方向に互いにずれている、請求項10から13のいずれか一項に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

#### 【請求項15】

前記マルチビーム回折格子の前記隣接する行同士間の間隔が、前記マルチビーム回折格子の前記ピッチの約2分の1である、請求項10から14のいずれか一項に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。  
30

#### 【請求項16】

前記異なる色の光ビームを放射するように構成された複数の光学エミッタを有する光源をさらに備え、前記光源が前記平板ライトガイドにカップリングされており、前記それぞれの異なる色の前記光学エミッタが、前記異なる色の導波光ビームの前記異なる色依存性の伝播角度を決定するように互いに行方向にずれている、請求項10から15のいずれか一項に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

#### 【請求項17】

3D電子ディスプレイの動作の方法であって、

異なる色の複数の光源からの光を非ゼロの伝播角度で複数の異なる色の導波光ビームとして平板ライトガイド内で異なる色依存性の非ゼロの伝播角度で導波するステップと、  
40

前記平板ライトガイド上の複数の行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイを用いて、前記導波光ビームの一部分を回折によりカップリングして外へ出すステップであって、前記行の各々は、X軸に沿って配向されており、隣接する前記行同士において、前記マルチビーム回折格子が行方向に互いにずれており、前記導波光ビームの一部分を回折によりカップリングして外へ出す前記ステップが、前記3D電子ディスプレイの異なる視像に対応する複数の異なる主角度方向に前記平板ライトガイドから離れるように方向付けられる複数のカップリングして外へ出される光ビームを生成するステップを含み、前記複数の異なる色の導波光ビームのそれぞれの前記非ゼロの伝播角度が、前記3D電子ディスプレイの前記異なる視像の各々における各前記異なる色のカップリングして外へ出される光ビームをもたらすように構成されている、カップリングして外へ出すステップと、

前記複数のカップリングして外へ出される光ビームを、複数のライトバルブを用いて変

調するステップであって、前記変調された複数のカップリングして外へ出される光ビームが、前記3D電子ディスプレイの画素に対応する、変調するステップとを備える、方法。

【請求項18】

前記アレイの前記マルチビーム回折格子の第1の行が、前記第1の行に隣接する第2の行に対して行方向にずれており、前記ずれが、前記行内の前記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1であり、隣接する行同士間の間隔が、前記行内の前記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1である、請求項17に記載の3D電子ディスプレイの動作の方法。

【請求項19】

前記複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調する前記ステップが、前記アレイの選択されたマルチビーム回折格子によってカップリングして外へ出される異なる方向に向けられた光ビームを、前記複数のライトバルブのうちの前記ライトバルブのサブセットを用いて変調するステップを含み、前記ライトバルブのサブセットによって変調される前記異なる方向に向けられた光ビームが、3D電子ディスプレイの超画素を表し、前記サブセットの各ライトバルブが、前記選択されたマルチビーム回折格子の前記異なる方向に向けられた光ビームのうちの異なる光ビームを変調し、前記超画素が、前記サブセット内の前記ライトバルブの矩形配置を備え、前記矩形配置が、前記マルチビーム回折格子アレイの前記行の行方向に有するライトバルブの数は、前記行方向に実質的に垂直な方向に有するライトバルブの数の約2倍である、請求項17または18に記載の3D電子ディスプレイの動作の方法。

10

【請求項20】

複数の異なるカラー光ビームを、複数の異なる色の光学エミッタを用いて生成するステップであって、前記複数の光ビームの各異なるカラー光ビームが、異なる色依存性の非ゼロの伝播角度で前記平板ライトガイド内で導波される、生成するステップをさらに備える、請求項17から19のいずれか一項に記載の3D電子ディスプレイの動作の方法。

20

【請求項21】

3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法であって、

平板ライトガイド内で、異なる色の複数の光ビームを異なる色依存性の伝播角度で導波するステップと、

各色の前記導波光ビームの一部分を、前記平板ライトガイドの表面のマルチビーム回折格子を用いて、それぞれの異なる色のカップリングして外へ出される別々の複数の光ビームとして回折によりカップリングして外へ出すステップであって、前記マルチビーム回折格子が、前記平板ライトガイド表面の複数の行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイの要素であり、前記行の各々は、x軸に沿って配向されており、隣接する前記行同士において、前記マルチビーム回折格子が行方向に互いにずれており、前記それぞれの異なる色の前記カップリングして外へ出される別々の複数の光ビームが、前記3Dカラー電子ディスプレイの異なる視像を表す異なる主角度方向を有する、カップリングして外へ出すステップと、

30

前記それぞれの異なる色の前記カップリングして外へ出される別々の複数の光ビームを、ライトバルブのアレイを用いて変調するステップであって、前記ライトバルブアレイのうちの前記ライトバルブが、前記カップリングして外へ出される光ビームの前記それぞれの異なる色に対応するカラーフィルタを有する、変調するステップとを備える、方法。

40

【請求項22】

前記マルチビーム回折格子の第1の行が、前記第1の行に隣接する第2の行に対して行方向に、各前記行内の前記マルチビーム回折格子間の距離の約2分の1だけずれており、前記隣接する行同士間の間隔が、各前記行内の前記マルチビーム回折格子間の距離の約2分の1である、請求項21に記載の3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法。

【請求項23】

前記導波光ビームの前記異なる色が、赤・緑・青(RGB)色モデルの赤、緑、および青を備え、前記カラーフィルタが、前記RGB色モデルに対応する赤カラーフィルタ、緑

50

カラーフィルタ、および青カラーフィルタを含む、請求項 2 1 または 2 2 に記載の 3 D カラー電子ディスプレイの動作の方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0 0 0 1】**

関連出願の相互参照

該当なし

**【0 0 0 2】**

連邦政府資金による研究開発の記載

10

該当なし

**【背景技術】**

**【0 0 0 3】**

電子ディスプレイは、多種多様なデバイスおよび製品のユーザに情報を伝達するための、ほぼ至る所にある媒体である。最も一般的に見られる電子ディスプレイには、陰極線管（C R T）、プラズマディスプレイパネル（P D P）、液晶ディスプレイ（L C D）、電子発光ディスプレイ（E L）、有機発光ダイオード（O L E D）およびアクティブマトリクスO L E D（A M O L E D）ディスプレイ、電気泳動ディスプレイ（E P）、ならびに電気機械または電気流体光変調（例えば、デジタルマイクロミラーデバイス、エレクトロウェッティングディスプレイなど）を使用した様々なディスプレイがある。一般に、電子ディスプレイは、アクティブディスプレイ（すなわち、光を放射するディスプレイ）またはパッシブディスプレイ（すなわち、別の発生源により生成された光を変調するディスプレイ）に分類することができる。アクティブディスプレイの最も明らかな例には、C R T、P D P、およびO L E D / A M O L E D がある。放射される光を考慮したときにパッシブとして通常分類されるディスプレイは、L C D およびE P ディスプレイである。パッシブディスプレイは、多くの場合、本質的に消費電力が低いことを含めて、これだけに限らず魅力的な性能特性を呈するが、光を放射する能力がないことを考えると、多くの実用的な用途においていくらか使用が制限される場合がある。

20

**【発明の概要】**

**【0 0 0 4】**

30

放射される光に関連するパッシブディスプレイの限界を克服するために、多くのパッシブディスプレイは外部光源に連結される。連結された光源は、通常ならばパッシブ型のこれらのディスプレイが光を放射し、実質的にアクティブディスプレイとして機能することを可能にし得る。このような連結された光源の例は、バックライトである。バックライトは、通常ならばパッシブ型のディスプレイの裏側に、このパッシブディスプレイを照射するように配置された光源（多くの場合、パネル光源）である。例えば、バックライトはL C D またはE P ディスプレイに連結されてもよい。バックライトは光を放射し、この光がL C D またはE P ディスプレイを通過する。放射された光は、L C D またはE P ディスプレイにより変調され、変調された光はその後、L C D またはE P ディスプレイから放射される。多くの場合、バックライトは白色光を放射するように構成される。その場合、白色光を、ディスプレイに用いられる様々な色に変換するために、カラーフィルタが用いられる。カラーフィルタは、例えばL C D またはE P ディスプレイの出力部に配置されてもよく（あまり一般的ではない）、またはバックライトと、L C D もしくはE P ディスプレイとの間に配置されてもよい。

40

**【0 0 0 5】**

本開示は、以下の [ 1 ] から [ 2 3 ] を含む。

[ 1 ] 3 次元（3 D）電子ディスプレイであって、

非ゼロの伝播角度で光ビームを導波するように構成された平板ライトガイドと、

複数のずれた行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイであって、上記アレイのマルチビーム回折格子が、上記導波光ビームの一部分を、上記3 D 電子ディスプレイの異な

50

る視像に対応する異なる主極大角度方向を有する複数のカップリングして外へ出される光ビームとして回折によりカップリングして外へ出すように構成された、アレイと、

上記3D電子ディスプレイの上記異なる視像に対応する上記複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調するように構成されたライトバルブアレイであって、上記変調された複数のカップリングして外へ出される光ビームが、上記3D電子ディスプレイの画素を表す、ライトバルブアレイと  
を備える、3D電子ディスプレイ。

[2] 上記マルチビーム回折格子が、線形チャーブ回折格子を備える、上記[1]に記載の3D電子ディスプレイ。

[3] 上記マルチビーム回折格子が上記平板ライトガイドの表面にあり、上記マルチビーム回折格子が、上記平板ライトガイド表面内の曲線状の溝、および上記平板ライトガイド表面上の曲線状の隆線のうちの一方または両方を備える回折特徴部を有する実質的に矩形の形状を有する、上記[1]に記載の3D電子ディスプレイ。 10

[4] 上記マルチビーム回折格子アレイの第1の行が、上記第1の行に隣接する上記マルチビーム回折格子アレイの第2の行に対して、行方向にずれており、上記ずれが、上記マルチビーム回折格子アレイの上記第1の行内の上記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1である、上記[1]に記載の3D電子ディスプレイ。

[5] 上記マルチビーム回折格子アレイの隣接するずれた行同士間の、中心から中心までの間隔が、上記マルチビーム回折格子アレイの上記ずれた行内の上記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1である、上記[1]に記載の3D電子ディスプレイ。 20

[6] 上記ライトバルブアレイの上記ライトバルブのサブセットが、上記マルチビーム回折格子アレイの選択されたマルチビーム回折格子からの上記複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調するように構成され、上記ライトバルブのサブセットが上記3D電子ディスプレイの超画素を表し、上記超画素の各ライトバルブが、上記選択されたマルチビーム回折格子の、カップリングして外へ出される異なる光ビームを変調するように構成された、上記[1]に記載の3D電子ディスプレイ。

[7] 上記超画素が、上記サブセットの上記ライトバルブの矩形配置を備え、上記矩形配置が、上記マルチビーム回折格子アレイの上記複数のずれた行の行方向に実質的に直交する方向に有するライトバルブの数は、上記行方向に有するライトバルブの数の約半分である、上記[6]に記載の3D電子ディスプレイ。 30

[8] 上記マルチビーム回折格子アレイの上記ずれた行の行方向に互いに変位しており、かつ上記平板ライトガイドにカップリングされている異なる色の複数の光源をさらに備え、各光源が、上記複数の光源の他の光源によって生成される色とは異なる特定の色の光ビームを生成するように構成されており、上記平板ライトガイドが、上記異なる色の光源の上記行方向の変位によって決定されるそれぞれの非ゼロの伝播角度で上記異なる色の光ビームを導波するように構成され、上記異なる色の導波光ビームの上記それぞれの非ゼロの伝播角度が、上記3D電子ディスプレイの上記異なる視像のそれぞれの上記異なる色のそれぞれのカップリングして外へ出される光ビームをもたらすように構成された、上記[1]に記載の3D電子ディスプレイ。

[9] 上記ライトバルブアレイの上記ライトバルブが、液晶ライトバルブを備え、第1の液晶ライトバルブが、上記ライトバルブアレイの第2の液晶ライトバルブのカラーフィルタとは色が異なるカラーフィルタを有する、上記[8]に記載の3D電子ディスプレイ。 40

[10] 3次元(3D)カラー電子ディスプレイであって、

異なる色の光ビームを異なる色依存性の伝播角度で導波するように構成された平板ライトガイドと、

各色の上記導波光ビームの一部分を、それぞれの異なる色のカップリングして外へ出される別々の複数の光ビームとして、回折によりカップリングして外へ出すように構成された、上記平板ライトガイドの表面にあるマルチビーム回折格子であって、上記それぞれの異なる色の別々の複数のカップリングして外へ出される光ビームが、上記3Dカラー電子ディスプレイの異なる視像を表す異なる主極大角度方向を有する、マルチビーム回折格子 50

と、

上記それぞれの異なる色の別々の複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調するように構成された複数のライトバルブであって、上記複数のライトバルブのうちの上記ライトバルブが、上記カップリングして外へ出される光ビームの上記それぞれの異なる色に対応するカラーフィルタを有する、ライトバルブとを備える、3Dカラー電子ディスプレイ。

[11] 上記カップリングして外へ出される光ビームの上記主極大角度方向が、上記導波光ビームの上記色依存性の伝播角度の関数である。上記[10]に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

[12] 上記導波光ビームの上記異なる色が、赤・緑・青(RGB)色モデルの赤、緑、および青を備え、上記カラーフィルタが、上記RGB色モデルに対応する赤カラーフィルタ、緑カラーフィルタ、および青カラーフィルタを含み、上記3Dカラー電子ディスプレイの視像が、赤光ビーム、緑光ビーム、および青光ビームを含む、上記[10]に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

10

[13] 上記マルチビーム回折格子が、上記平板ライトガイド表面内の曲線状の溝、および上記平板ライトガイド表面上の曲線状の隆線のうちの一方または両方を備える回折特徴部を有する実質的に矩形の形状を有する、上記[10]に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

[14] 上記マルチビーム回折格子が、上記平板ライトガイド表面にある複数のずれた行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイの要素であり、上記マルチビーム回折格子の隣接する行同士が、上記隣接する行の上記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1だけ行方向に互いにずれている、上記[10]に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

20

[15] 上記マルチビーム回折格子の上記隣接する行同士間の間隔が、上記マルチビーム回折格子の上記ピッチの約2分の1である、上記[14]に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

[16] 上記異なる色の光ビームを放射するように構成された複数の光学エミッタを有する光源をさらに備え、上記光源が上記平板ライトガイドにカップリングされており、上記それぞれの異なる色の上記光学エミッタが、上記異なる色の導波光ビームの上記異なる色依存性の伝播角度を決定するように互いに行方向にずれている、上記[10]に記載の3Dカラー電子ディスプレイ。

30

[17] 3D電子ディスプレイの動作の方法であって、

光を非ゼロの伝播角度で光ビームとして平板ライトガイド内で導波するステップと、上記平板ライトガイド上のずれた行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイを用いて、上記導波光ビームの一部分を回折によりカップリングして外へ出すステップであって、上記導波光ビームの一部分を回折によりカップリングして外へ出す上記ステップが、上記3D電子ディスプレイの異なる視像に対応する複数の異なる主極大角度方向に上記平板ライトガイドから離れるように方向付けられる複数のカップリングして外へ出される光ビームを生成するステップを備える、カップリングして外へ出すステップと、

上記複数のカップリングして外へ出される光ビームを、複数のライトバルブを用いて変調するステップであって、上記変調された複数のカップリングして外へ出される光ビームが、上記3D電子ディスプレイの画素を表す、変調するステップとを備える、方法。

40

[18] 上記アレイの上記マルチビーム回折格子の第1の行が、上記第1の行に隣接する第2の行に対して行方向にずれており、上記ずれが、上記ずれた行内の上記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1であり、隣接するずれた行同士間の間隔が、上記ずれた行内の上記マルチビーム回折格子のピッチの約2分の1である、上記[17]に記載の3D電子ディスプレイの動作の方法。

[19] 上記複数のカップリングして外へ出される光ビームを変調する上記ステップが、上記アレイの選択されたマルチビーム回折格子によってカップリングして外へ出される異なる方向に向けられた光ビームを、上記複数のライトバルブのうちの上記ライトバルブの

50

サブセットを用いて変調するステップを含み、上記ライトバルブのサブセットによって変調される上記異なる方向に向けられた光ビームが、3D電子ディスプレイの超画素を表し、上記サブセットの各ライトバルブが、上記選択されたマルチビーム回折格子の上記異なる方向に向けられた光ビームのうちの異なる光ビームを変調し、上記超画素が、上記サブセット

内の上記ライトバルブの矩形配置を備え、上記矩形配置が、上記マルチビーム回折格子アレイの上記ずれた行の行方向に有するライトバルブの数は、上記行方向に実質的に垂直な方向に有するライトバルブの数の約2倍である、上記[17]に記載の3D電子ディスプレイの動作の方法。

[20] 複数の異なるカラー光ビームを、複数の異なる色の光学エミッタを用いて生成するステップであって、上記複数の光ビームの各異なるカラー光ビームが、異なる色依存性の非ゼロの伝播角度で上記平板ライトガイド内で導波される、生成するステップをさらに備える、上記[17]に記載の3D電子ディスプレイの動作の方法。 10

[21] 3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法であって、

平板ライトガイド内で、異なる色の複数の光ビームを異なる色依存性の伝播角度で導波するステップと、

各色の上記導波光ビームの一部分を、上記平板ライトガイドの表面のマルチビーム回折格子を用いて、それぞれの異なる色のカップリングして外へ出される別々の複数の光ビームとして回折によりカップリングして外へ出すステップであって、上記それぞれの異なる色の上記カップリングして外へ出される別々の複数の光ビームが、上記3Dカラー電子ディスプレイの異なる視像を表す異なる主極大角度方向を有する、カップリングして外へ出すステップと、 20

上記それぞれの異なる色の上記カップリングして外へ出される別々の複数の光ビームを、ライトバルブのアレイを用いて変調するステップであって、上記ライトバルブアレイのうちの上記ライトバルブが、上記カップリングして外へ出される光ビームの上記それぞれの異なる色に対応するカラーフィルタを有する、変調するステップとを備える、方法。

[22] 上記マルチビーム回折格子が、上記平板ライトガイド表面のずれた行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイの要素であり、上記マルチビーム回折格子の第1の行が、上記第1の行に隣接する第2の行に対して行方向に、隣接する上記ずれた行内の上記マルチビーム回折格子間の距離の約2分の1だけずれており、上記隣接するずれた行同士間の間隔が、上記ずれた行内の上記マルチビーム回折格子の距離の約2分の1である、上記[21]に記載の3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法。 30

[23] 上記導波光ビームの上記異なる色が、赤・緑・青(RGB)色モデルの赤、緑、および青を備え、上記カラーフィルタが、上記RGB色モデルに対応する赤カラーフィルタ、緑カラーフィルタ、および青カラーフィルタを含む、上記[21]に記載の3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法。

本明細書で説明する原理による例および実施形態の様々な特徴は、同様の参照番号が同様の構造要素を表す添付の図面と併せて以下の発明を実施するための形態を参考することにより、より容易に理解することができる。 40

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0006】

【図1-1】 [図1A] 本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイの断面図である。 [図1B] 本明細書で説明する原理と一致した別の実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイの断面図である。

【図1-2】 [図1C] 本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイの平面図である。

【図2】 本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における矩形の形状のマルチビーム回折格子の斜視図である。 50

【図3】[図3A]本明細書で説明する原理の一実施形態による、一例における3次元(3D)カラー電子ディスプレイのプロック図である。[図3B]本明細書で説明する原理の一実施形態による、一例における3次元(3D)カラー電子ディスプレイの断面図である。

【図4】本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイの動作の方法のフローチャートである。

【図5】本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3次元(3D)カラー電子ディスプレイの動作の方法のフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0007】

いくつかの例および実施形態は、上記で参照した図に示される特徴の追加または代替の1つである他の特徴を有している。これらおよび他の特徴は、上記で参照した図を参照して以下で詳述される。

##### 【0008】

本明細書で説明する原理と一致した実施形態は、3次元(3D)データの表示を実現する。本明細書で説明する原理のいくつかの実施形態によれば、向上した知覚解像度を有する3次元(3D)電子ディスプレイが提供される。他の実施形態では、3D情報の空間多重化された(spatially multiplexed)色の描写を容易にするためにカラーフィルタが装着されたライトバルブを使用する3Dカラー電子ディスプレイが提供される。本明細書で説明する様々な実施形態により提供される3D電子ディスプレイ(単色とカラーの両方)は、いわゆる「裸眼」の、またはオートステレオスコピックなディスプレイシステムと併せて画像および情報を提示するために使用され得る。

##### 【0009】

本明細書では「ライトガイド」は、内部全反射を用いて構造体内で光を導波する構造体として定義される。特に、ライトガイドは、ライトガイドの動作波長において実質的に透明なコアを含んでもよい。様々な例では、「ライトガイド」という用語は全般的に、ライトガイドの誘電体材料と、そのライトガイドを取り囲む材料または媒体との間の境界面において光を導波するために内部全反射を使用する誘電体光導波路を指す。定義上、内部全反射のための条件は、ライトガイドの屈折率が、ライトガイド材料の表面に隣接する周囲の媒体の屈折率より大きいことである。いくつかの例では、ライトガイドは、内部全反射をさらに容易にするために、上述の屈折率差に加えてまたはその代わりにコーティングを含んでもよい。コーティングは、例えば反射コーティングであってもよい。様々な例によれば、ライトガイドは、平板またはスラブガイド、およびストリップガイドの一方または両方を含むがこれらに限定されないいくつかのライトガイドのうちの任意のものとすることができます。

##### 【0010】

本明細書ではさらに、「平板」という用語は、「平板ライトガイド」のようにライトガイドに適用された場合は、区分的(piece-wise)または個別(differentially)に平面状の層またはシート(すなわち、スラブ)として定義される。特に、平板ライトガイドは、ライトガイドの上面と下面(すなわち、対向する表面)により境界を画された2つの実質的に直交する方向に光を導波するように構成されたライトガイドとして定義される。さらに、本明細書における定義上、上面および下面是ともに互いに隔てられ、少なくとも個別的な意味で互いに実質的に平行であり得る。すなわち、平板ライトガイドのいずれの個別的に小さな領域内でも、上面および下面是実質的に平行であるかまたは同一平面にある。いくつかの例では、平板ライトガイドは、実質的に平坦(例えば平面に制限される)であってよく、したがって平板ライトガイドは平面状ライトガイドとなる。他の例では、平板ライトガイドは、1つまたは2つの直交する寸法において曲線状であってもよい。例えば、平板ライトガイドは、円筒形状の平板ライトガイドを形成するように、单一の寸法において曲線状であってもよい。しかしながら、様々な例では、いずれの曲率も、光を導波するために平板ライトガイド内の内部全反射が維持されることを確実にすることによって、十

10

20

30

40

50

分大きな曲率半径を有する。

#### 【0011】

本明細書で説明する様々な例によれば、光を平板ライトガイドから散乱させるまたはカップリングして外へ出すために回折格子（例えばマルチビーム回折格子）が使用される。本明細書において、「回折格子」は、回折格子に入射する光の回折を実現するように配置された複数の特徴部（すなわち、回折特徴部）として全般的に定義される。いくつかの例では、複数の特徴部は、周期的にまたは準周期的に配置されてもよい。例えば、回折格子は、1次元（1D）アレイに配置された複数の特徴部（例えば、材料表面における複数の溝）を含んでもよい。他の例では、回折格子は、特徴部の2次元（2D）アレイであってもよい。例えば、回折格子は、材料表面の突起または穴の2Dアレイであってもよい。

10

#### 【0012】

このように、また本明細書における定義上、「回折格子」は、回折格子に入射する光の回折を実現する構造体である。光がライトガイドから回折格子に入射すると、そこで実現される回折または回折散乱は、回折カップリングを生じ得、したがってそれは「回折カップリング」と呼ばれるが、回折格子が回折によりライトガイドから光をカップリングして外へ出すことができる。回折格子はまた、回折により光の角度（すなわち、回折角度）を方向変更する、または変化させる。特に、回折の結果として、回折格子を出る光（すなわち、回折された光）は、概して回折格子への光入射（すなわち、入射光）の伝播方向とは異なる伝播方向を有する。本明細書では、回折による光の伝播方向の変化は、「回折的方向変更（diffractive redirection）」と呼ばれる。したがって、回折格子は、回折格子に入射する光を回折により方向変更する回折特徴部を含む構造体であると理解することができ、光がライトガイドから入射する場合には、回折格子はライトガイドから光を回折によりカップリングして外へ出すこともできる。

20

#### 【0013】

さらに、本明細書における定義上、回折格子の特徴部は、「回折特徴部」と呼ばれ、表面（例えば2つの材料間の境界）で、表面内、および表面上(at, in and on)のうちの1つまたは複数にあるものとすることができます。この表面は、例えば平板ライトガイドの表面とすることができます。回折特徴部は、表面で、表面内、または表面上の溝、隆線、穴、および突起のうちの1つまたは複数を含むがこれらに限定されない、光を回折する様々な構造体のうちの任意のものを含むことができる。例えば回折格子は、材料表面における複数の平行な溝を含むことができる。別の例では、回折格子は、材料表面から立ち上がった複数の平行な隆線を含むことができる。回折特徴部（例えば溝、隆線、穴、突起など）は、正弦波輪郭、長方形輪郭（例えば、バイナリ回折格子）、三角形輪郭、および鋸歯状輪郭（例えば、ブレーザ化格子）のうちの1つまたは複数を含むがこれらに限定されない、回折を実現する様々な断面形状または輪郭のうちの任意のものを有することができる。

30

#### 【0014】

本明細書における定義上、「マルチビーム回折格子」は、複数の光ビームを含む、回折により方向変更する、またはカップリングして外へ出される光を生成する回折格子である。さらに、マルチビーム回折格子により生成される複数の光ビームは、本明細書における定義上、互いに異なる主角度方向（principal angular direction）を有する。特に、定義上、マルチビーム回折格子による入射光の回折カップリングおよび回折的方向変更の結果として、複数の光ビームのうちの1つの光ビームは、複数の光ビームのうちの別の光ビームとは異なる所定の主角度方向を有する。例えば、複数の光ビームは、8つの異なる主角度方向を有する8つの光ビームを含んでもよい。例えば、組み合わされた8つの光ビーム（すなわち、複数の光ビーム）が、光照射野（light field）を表してもよい。様々な例によれば、様々な光ビームの異なる主角度方向は、それぞれの光ビームの原点でマルチビーム回折格子の回折特徴部のピッチまたは間隔と、向きまたは回転とを組み合わせることによって、マルチビーム回折格子に入射する光の伝播方向に対して決定される。

40

#### 【0015】

50

本明細書で説明する様々な例によれば、例えば電子ディスプレイの画素として平板ライトガイドから光をカップリングして外へ出すために、マルチビーム回折格子が使用される。特に、異なる角度方向を有する複数の光ビームを生成するためのマルチビーム回折格子を有する平板ライトガイドは、「裸眼」3次元(3D)電子ディスプレイ(例えば、マルチビューもしくは「ホログラフィック」電子ディスプレイ、またはオーバーステレオスコピック・ディスプレイとも呼ばれる)などであるがこれらに限定されない電子ディスプレイのバックライト、またはそれらの電子ディスプレイと併せて用いられるバックライトの一部とすることができます。したがって、マルチビーム回折格子を用いて導波光をライトガイドからカップリングして外へ出すことにより生成される異なる方向に向けられた光ビームは、3D電子ディスプレイの「画素」とすることができる、または「画素」を表すことができる。10

#### 【0016】

本明細書において、「光源」は、光の発生源(例えば、光を生成し放射する装置またはデバイス)として定義される。例えば、光源は、作動させると光を放射する発光ダイオード(LED)とすることができる。本明細書において、光源は、発光ダイオード(LED)、レーザ、有機発光ダイオード(OLED)、ポリマー発光ダイオード、プラズマを用いた光学エミッタ、蛍光ランプ、白熱ランプ、および事実上任意の他の光の発生源のうちの1つまたは複数を含むがこれらに限定されない実質的に任意の光の発生源または光学エミッタとすることができます。光源により生成される光は色を有してもよく(すなわち、特定の光の波長を含んでもよく)、または様々な波長であってもよい。特に、本明細書における定義上、異なる色の光源または光学エミッタは、互いに異なる波長で実質的に単色の光を生成することができる。20

#### 【0017】

さらに、本明細書で用いられるとき、冠詞「a(1つ)」は、特許技術における通常の意味、すなわち、「1つまたは複数(one or more)」を有することを意図するものである。本明細書では例えば、「(1つの)格子(a grating)」は1つまたは複数の格子を意味し、したがって「その(1つの)格子(the grating)」は「その1つまたは複数の格子(the grating(s))」を意味する。また、本明細書における「上部(top)」、「下部(bottom)」、「上側(upper)」、「下側(lower)」、「上向き(up)」、「下向き(down)」、「前面(front)」、「背面(back)」、「第1の」、「第2の」、「左」、または「右」に対するいずれの参照も、本明細書では限定を意図するものではない。本明細書では、「約」という用語は、値に適用されたときは全般的にその値を生成するために用いられる機器の許容差範囲内を意味し、またはいくつかの例では他に明示的に指定されない限り、±10%、または±5%、または±1%を意味する。さらに、本明細書で用いられるとき「実質的に」という用語は、大多数、またはほとんどすべて、またはすべて、または例えば約51%~約100%の範囲内の量を意味する。さらに本明細書における例は、例示的にすぎず、考察の目的で示され、限定のためのものではないことが意図される。30

#### 【0018】

本明細書で説明する原理の様々な実施形態によれば、3次元(3D)電子ディスプレイが提供される。図1Aは、本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイ100の断面図を示す。図1Bは、本明細書で説明する原理と一致した別の実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイ100の断面図を示す。図1Cは、本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3次元(3D)電子ディスプレイ100の平面図を示す。例えば、図1Cに示される3D電子ディスプレイ100は、図1Aまたは図1Bのいずれかに示される3D電子ディスプレイ100を表してもよい。様々な実施形態によれば、3D電子ディスプレイ100は、3D情報の表現または表示のために、(例えば、物理的なまたは実際の解像度とは異なる)向上した知覚解像度を実現することができる。40

#### 【0019】

50

特に、3D電子ディスプレイ100は、変調された「指向性の」光、すなわち異なる主角度方向を有する光ビームを含む光、を生成するように構成される。例えば、図1Aおよび図1Bに示されるように、3D電子ディスプレイ100は、異なる所定の主角度方向に（例えば光照射野として）3D電子ディスプレイ100から出て行くように方向付けられる複数の光ビーム102をもたらす、または発生させることができる。次いで、複数の光ビーム102は、3Dコンテンツを有する情報の表示を容易にするように変調され得る。いくつかの例では、異なる所定の主角度方向を有する変調された光ビーム102は、3D電子ディスプレイ100の複数の画素を形成する。さらに、3D電子ディスプレイ100は、3D電子ディスプレイ100の異なる「視像」に関連する画素に光ビーム102が対応するいわゆる「裸眼」の3D電子ディスプレイ（例えば、マルチビュー、「ホログラフィック」、またはオートステレオスコピックなディスプレイ）であってもよい。様々な実施形態によれば、表示される3D情報の解像度の知覚は、3D電子ディスプレイ100の複数の画素の元の「画素解像度」に対して向上され得る。10

#### 【0020】

様々な例によれば、光ビーム102は、3D電子ディスプレイ100の視認方向に光照射野を形成することができる。いくつかの実施形態によれば、複数の光ビーム102のうちの（かつ光照射野内にある）1つの光ビーム102は、他の複数の光ビーム102とは異なる主角度方向を有するように構成されてもよい。さらに、様々な実施形態によれば、光ビーム102が所定の方向または主角度方向を有することに加えて、光ビーム102は、光照射野内の比較的狭い角度広がりを有してもよい。したがって、光ビーム102の主角度方向は、3D電子ディスプレイ100の特定の視像の角度方向に対応し得る。さらに、いくつかの実施形態によれば、光ビーム102、さらに詳細には変調された後の光ビーム102は、特定の視像方向に対応する3D電子ディスプレイ100の画素（例えば、動的画素）を表し得る、またはそれに対応し得る。20

#### 【0021】

図1A、図1Bおよび図1Cに示されるように、3D電子ディスプレイ100はライトガイド110を含む。特に、いくつかの実施形態によれば、ライトガイド110は平板ライトガイド110であり得る。ライトガイド110は、光源（図1A～図1Cには示さず）からの光を、導波光104として導波するように構成される。例えば、ライトガイド110は、光導波路として構成される誘電体材料を含んでもよい。誘電体材料は、誘電体光導波路を囲む媒体の第2の屈折率よりも大きい第1の屈折率を有し得る。例えば、屈折率の差は、ライトガイド110の1つまたは複数の導波モードに従って、導波光104の内部全反射を容易にするように構成される。30

#### 【0022】

いくつかの実施形態では、光源からの光は、ライトガイド110の長さに沿って光のビーム104として導波される。さらに、ライトガイド110は、非ゼロの伝播角度で光（すなわち導波光ビーム104）を導波するように構成されてもよい。例えば、導波光ビーム104は、内部全反射を用いてライトガイド110内で非ゼロの伝播角度で導波されてもよい。40

#### 【0023】

本明細書において定義される「非ゼロの伝播角度」は、ライトガイド110の表面（例えば、上面または下面）に対する角度である。いくつかの例では、導波光ビーム104の非ゼロの伝播角度は、約10度～約50度、またはいくつかの例では、約20度～約40度、または約25度～約35度とすることができます。例えば、非ゼロの伝播角度は約30度とすることができます。他の例では、非ゼロの伝播角度は、約20度、または約25度、または約35度とすることができます。

#### 【0024】

いくつかの例では、光源からの光は、非ゼロの伝播角度（例えば約30～35度）で平50

板ライトガイド 110 内に導入される、またはカップリングして入れられる。例えば、レンズ、ミラー、または同様の反射体（例えば、傾斜したコリメート反射体（collimating reflector）、およびプリズム（図示せず））のうちの 1 つまたは複数が、光を、光のビーム 104 として非ゼロの伝播角度で平板ライトガイド 110 の入力端部にカップリングして入れるのを容易にすることができます。平板ライトガイド 110 内にカップリングして入れられると、導波光ビーム 104 は、入力端部から概して離れる方向に平板ライトガイド 110 に沿って伝播する（例えば、図 1A～図 1B の x 軸に沿った方向を指す太線の矢印によって示される）。さらに、導波光ビーム 104 は、非ゼロの伝播角度で平板ライトガイド 110 の上面と下面との間で反射する、または「跳ね返る」ことによって伝播する（例えば、導波光 104 の光線を表す長い角度のついた矢印によって示される）。

10

#### 【0025】

さらに、いくつかの例によれば、光を平板ライトガイド 110 にカップリングして入れることにより生成される導波光ビーム 104 は、コリメートされた導波光ビームとすることができる。特に、「コリメートされた光ビーム」とは、導波光ビーム 104 内の複数の光線が、導波光ビーム 104 内で互いに実質的に平行であることを意味する。本明細書における定義上、導波光ビーム 104 のコリメートされた光ビームから発散するまたは散乱する光線は、コリメートされた光ビームの一部とはみなされない。例えば、コリメートされた導波光ビーム 104 を生成するための光のコリメーションは、平板ライトガイド 110 に光をカップリングして入れるために用いられるレンズまたはミラー（例えば、傾斜したコリメート反射体など）によって実現することができる。

20

#### 【0026】

いくつかの例では、平板ライトガイド 110 は、光学的に透明な誘電体材料の長い実質的に平面状のシートを備えるスラブまたは平板の光導波路であってもよい。誘電体材料の実質的に平面状のシートは、内部全反射を用いて導波光ビーム 104 を導波するように構成される。様々な例によれば、平板ライトガイド 110 の光学的に透明な材料は、様々なタイプのガラス（例えば石英ガラス、アルカリ・アルミノシリケート・ガラス、ホウケイ酸ガラスなど）、および実質的に光学的に透明なプラスチックまたはポリマー（例えばボリ（メチルメタクリレート）または「アクリルガラス」、ポリカーボネートなど）のうちの 1 つまたは複数を含むがこれらに限定されない様々な誘電体材料のうちの任意のものを含んでもよく、またはこれらのうちの任意のもので形成されてもよい。いくつかの例では、平板ライトガイド 110 は、平板ライトガイド 110 の表面（例えば、上面および下面の一方または両方）の少なくとも一部分上にクラッド層をさらに含んでもよい（図示せず）。いくつかの例によれば、クラッド層は、内部全反射をさらに容易にするために用いられてもよい。

30

#### 【0027】

図 1A、図 1B、および図 1C では、示される 3D 電子ディスプレイ 100 は、複数のずれた行に配置されたマルチビーム回折格子 120 のアレイ（例えば図 1C を参照）をさらに含む。いくつかの例では、アレイのマルチビーム回折格子 120 は、平板ライトガイド 110 の表面に位置付けられる。例えば、マルチビーム回折格子 120 は、図 1A～図 1B に示されるように、平板ライトガイド 110 の上面または前面に位置付けられてもよい。他の例では（図示せず）、マルチビーム回折格子 120 は、平板ライトガイド 110 内に位置付けられてもよい。平板ライトガイド 110 とマルチビーム回折格子 120 のアレイとを組み合わせることによって、それらが 3D 電子ディスプレイ 100 のバックライト（すなわち、回折格子ベースのバックライト）を実現する、またはそのバックライトとして機能する。

40

#### 【0028】

様々な実施形態によれば、アレイのマルチビーム回折格子 120 は、導波光ビーム 104 の一部分を回折によりカップリングして、3D 電子ディスプレイ 100 の異なる視像に対応する異なる主角度方向を有する複数の光ビームとして外へ出すように構成される。特に、導波光ビーム 104 の一部分は、回折カップリング（例えば「回折散乱」とも呼ばれ

50

る)によって、またはそれを用いて平板ライトガイド110からカップリングして外へ出される。例えば、導波光ビーム104の一部分は、マルチビーム回折格子120によってライトガイド表面を通って(例えば、ライトガイド110の上面を通して)回折によりカップリングして外へ出されてもよい。さらに、マルチビーム回折格子120は、導波光ビーム104の一部分を回折によりカップリングして、カップリングして外へ出される光ビーム(例えば、光ビーム102)として外へ出し、そのカップリングして外へ出される光ビーム102を、複数の光ビーム102として平板ライトガイド表面から離れるように回折により方向変更するように構成される。上記で検討されたように、複数の光ビーム102のそれぞれは、異なる所定の主角度方向を有する。例えば、様々な例によれば、複数の光ビーム102は、マルチビーム回折格子120がそこに、その内に、またはその上に(例えば隣接して)位置付けられる平板ライトガイド表面から離れるように方向付けられてもよい。

10

#### 【0029】

概して、様々な例によれば、マルチビーム回折格子120により生成される複数の光ビーム102は、(図示するように)発散するか、収束する(図示せず)かのいずれかであり得る。特に、図1Aおよび図1Bは、発散する複数の光ビーム102を示す。光ビーム102が発散するか収束するかは、マルチビーム回折格子120の特性(例えば、以下で説明する「チャーブ」方向)に対する導波光ビーム104の伝播方向によって決定される。光ビーム102が発散しているいくつかの例では、発散する光ビーム102は、マルチビーム回折格子120のある距離だけ下または裏側に位置付けられた「仮想」点(図示せず)から発散するように見え得る。同様に、いくつかの例によれば、収束する光ビームは、マルチビーム回折格子120(例えば平板ライトガイドの上面または前面)の上または前方の仮想点(図示せず)で収束または交差し得る。

20

#### 【0030】

様々な実施形態によれば、アレイのマルチビーム回折格子120は、回折を実現する複数の回折特徴部122(例えば、図1Aおよび図1Bに示される)を含む。実現される回折により、平板ライトガイド110からの導波光ビーム104の一部分の回折カップリングがもたらされる。例えば、マルチビーム回折格子120は、回折特徴部122として機能する平板ライトガイド110の表面内の溝、および平板ライトガイド表面から突出した隆線の一方または両方を含んでもよい。溝および隆線は、互いに平行に配置されてもよく、回折特徴部122に沿った少なくともある点では、溝および隆線は、マルチビーム回折格子120によりカップリングして外へ出されることになる導波光ビーム104の伝播方向に垂直である。

30

#### 【0031】

いくつかの例では、溝および隆線は、平板ライトガイド表面内へエッキング、ミリング、またはモールドされてもよい。したがって、マルチビーム回折格子120の材料は、平板ライトガイド110の材料を含み得る。図1Bに示すように、例えば、マルチビーム回折格子120は、平板ライトガイド110の表面から突出する実質的に平行な複数の隆線を含む。図1Aでは、マルチビーム回折格子120は、平板ライトガイド110の表面を貫通する実質的に平行な複数の溝122を含む。他の例では(図示せず)、マルチビーム回折格子120は、ライトガイド表面に塗布された、または貼り付けられた膜または層とすることができる。

40

#### 【0032】

いくつかの実施形態によれば、マルチビーム回折格子120は、チャーブ回折格子であってもよい、またはそれを含んでもよい。定義上、「チャーブ」回折格子は、図1A～図1Bに示されるように、チャーブ回折格子の範囲または長さにわたって変化する回折特徴部122の回折間隔(すなわち回折ピッチ)を呈する、または有する回折格子である。本明細書では、変化する回折間隔は、「チャーブ」と呼ばれる。チャーブがあることによって、平板ライトガイド110から回折によりカップリングして外へ出される導波光ビーム

50

104の部分は、マルチビーム回折格子120のチャーブ回折格子にわたる異なる原点に対応する異なる回折角度でカップリングして外へ出される光ビーム102として、チャーブ回折格子120から出射する、または放射される。事前定義されたチャーブのおかげで、チャーブ回折格子によって、カップリングして外へ出される複数の光ビーム102の所定の異なる主角度方向がもたらされる。

#### 【0033】

いくつかの例では、マルチビーム回折格子120のチャーブ回折格子は、距離とともに線形に変化する回折間隔のチャーブを有するまたは呈することができる。したがって、チャーブ回折格子は、「線形チャーブ」回折格子と呼ぶことができる。例えば、図1A～図1Bは、マルチビーム回折格子120を線形チャーブ回折格子として示している。特に、示されるように、回折特徴部122は、マルチビーム回折格子120の第1の端部においては、第2の端部においてよりも互いに近くにある。さらに、例として、示される回折特徴部122の回折間隔は、第1の端部から第2の端部まで線形に変化する。10

#### 【0034】

別の例では(図示せず)、マルチビーム回折格子120のチャーブ回折格子は、回折間隔dの非線形チャーブを呈してもよい。マルチビーム回折格子120を実現するために用いることができる様々な非線形チャーブは、指數関数チャーブ、対数チャーブ、または別の実質的に不均一もしくはランダムであるが依然として単調に変化するチャーブを含むが、これらに限定されない。正弦波チャーブ、または三角形もしくは鋸歯状チャーブなどであるが、これらに限定されない非単調なチャーブも使用可能である。これらのタイプのチャーブの任意の組み合わせも使用可能である。20

#### 【0035】

いくつかの例では、上述されたように、マルチビーム回折格子120を用いて平板ライトガイド110から導波光ビーム104をカップリングして外へ出すことにより生成される光ビーム102は、例えば、導波光ビーム104がマルチビーム回折格子120の第1の端部から第2の端部の方向に(例えば図1A～図1Bに示すように)伝播するときには、発散する(すなわち発散光ビーム102になる)ことができる。あるいは、他の例によれば、導波光ビーム104がマルチビーム回折格子120の第2の端部から第1の端部に伝播するときには、収束光ビーム102(図示せず)が生成され得る。特に、様々な実施形態によれば、光ビーム102が発散するか収束するかは、導波されるビームの方向に対するチャーブの方向によって決定され得る。30

#### 【0036】

いくつかの実施形態によれば、マルチビーム回折格子120は、曲線状でかつチャーブされているか、またはそれらのうちのいずれかである回折特徴部122を含んでもよい。さらに、いくつかの実施形態によれば、マルチビーム回折格子120は、実質的に矩形の形状を有してもよい。図2は、本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における矩形の形状のマルチビーム回折格子120の斜視図を示す。図2に示されるマルチビーム回折格子120は、平板ライトガイド110の表面内、表面、または表面上に、曲線状でかつチャーブされた回折特徴部122(例えば溝または隆線)も含む(すなわち、マルチビーム回折格子120は曲線状のチャーブ回折格子である)。図2では、導波光ビーム104は、104と明示された太線の矢印で示されるように、マルチビーム回折格子120に対する入射方向を有する。また、平板ライトガイド110の表面でマルチビーム回折格子120から離れる方向を指す複数のカップリングして外へ出されるまたは放射される光ビーム102が示される。示されるように、光ビーム102は、複数の所定の異なる主角度方向に放射される。特に、放射される光ビーム102の所定の異なる主角度方向は、示されるように方位角と仰角の両方において互いに異なる。様々な例によれば、回折特徴部122の事前定義されたチャーブと回折特徴部122の曲線との両方によって、放射される光ビーム102の所定の異なる主角度方向がもたらされ得る。4050

### 【0037】

図1Cを再び参照すると、様々な実施形態によれば、マルチビーム回折格子120のアレイは、平板ライトガイド110の表面、表面上、表面内に、様々な構成で配置されてもよい。特に、図1Cに示されるように、アレイのマルチビーム回折格子120は、ライトガイド表面にわたって列と行に配置された複数の格子の要素(member)である。マルチビーム回折格子アレイの行と列は、例えば矩形のアレイを表してもよい。さらに、上述したように、マルチビーム回折格子120のアレイは、互いにずれている行(すなわち、ずれた行)を含む。ずれた行同士間のズレは、本明細書において行に沿った方向(例えば、 $\times$ 軸に沿って配向される行の場合「 $\times$ 方向」)として定義される概して「行方向」である。様々な例によれば、このズレと、マルチビーム回折格子アレイの隣接する行同士間の間隔とによって、向上した知覚解像度を有する3D電子ディスプレイを生成することが容易になり得る。

### 【0038】

例えば、アレイのマルチビーム回折格子120の第1の行(すなわち、第1のずれた行)は、第1の行に隣接するアレイのマルチビーム回折格子120の第2の行(すなわち、第2のずれた行)に対して、ずれた行の行方向、または $\times$ 方向にずれていてもよい。いくつかの実施形態では、第1と第2の行(例えば隣接する行同士)間のズレは、アレイのそれぞれの行のマルチビーム回折格子120間の間隔の2分の1(1/2)(すなわち、1/2ピッチ)であってもよい。

### 【0039】

図1Cは、第2の行126(例えば、第1の行124のいずれかの側の隣接する行)に隣接し、それからずれているマルチビーム回折格子120の第1の行124を示す。さらに、示されるように、第1の行124は、第2の行126から行方向(すなわち $\times$ 方向)に、マルチビーム回折格子120のアレイのピッチPの2分の1(1/2)(すなわちP/2ピッチ)だけずれている。すれ、またはずれの量もしくは距離は、図1Cにおいて「O」と明示される。また、図1Cは、 $\times$ 方向に揃った行方向、および $\times$ 方向に対応したずれ方向を有する行を示す。図に示されるように、ずれOは、ピッチPの2分の1(1/2)である。

### 【0040】

他の例では(図示せず)、ズレは、マルチビーム回折格子の間隔またはピッチの3分の1(1/3)、およびピッチの4分の1(1/4)を含んでもよいが、これらに限定されない。いくつかの例では(図示せず)、ずれた行同士は直接隣接していないなくてもよい。例えば、直接隣接している行の第1の対(例えば、第1の行および第2の行)は実質的に互いに揃っていてもよく、例えば、直接隣接している行の第2の対(例えば、第3の行および第4の行)も、実質的に互いに揃っていてもよい。例えば、揃っており直接隣接している行の第1の対は、揃っており直接隣接している行の第2の対からずれて、ずれた行に配置されたマルチビーム回折格子120のアレイをもたらしてもよい。

### 【0041】

いくつかの実施形態によれば、マルチビーム回折格子120の隣接する行(例えば、ずれた行)同士間の間隔は、マルチビーム回折格子アレイのピッチよりも少ない(すなわち、サブピッチ間隔である)。例えば、隣接する行同士間の間隔は、アレイの1行内のマルチビーム回折格子120間の間隔、またはそのマルチビーム回折格子120のピッチの約2分の1(1/2)とすることができる。特に、図1Cは、第2の行126から、ピッチPの約2分の1(1/2)(すなわちP/2)だけ(例えばy方向の間隔が)離間した第1の行124を示す。図1Cでは、行同士間の間隔は「S」と明示される(すなわち、S=P/2)。他の例では(図示せず)、マルチビーム回折格子アレイの隣接する行同士間の間隔は、ピッチの3分の1(1/3)、4分の1(1/4)などとすることができる。本明細書における定義上、隣接するずれた行同士間の間隔は、第1のずれた行のマルチビーム回折格子と、第2のずれた行のマルチビーム回折格子との間の中心から中心までの間

10

20

30

40

50

隔として定義され、ここで中心から中心までの間隔は、それぞれ第1と第2のずれた行のそれぞれの中心線から決定される。

#### 【0042】

様々な例によれば、マルチビーム回折格子アレイの行のずれと、隣接する行同士間のサブピッチ間隔との組み合わせによって、向上した知覚解像度を有する3D電子ディスプレイを生成することが容易になり得る。特に、3D電子ディスプレイの元の3D画素解像度と比較して向上した知覚解像度を実現するために、ずれた行とサブピッチ間隔の組み合わせとともに、空間的な副画素レンダリングが用いられてもよい。

#### 【0043】

図1A～図1Cを参照すると、3D電子ディスプレイ100は、ライトバルブアレイ130をさらに含む。様々な実施形態によれば、ライトバルブアレイ130は、3D電子ディスプレイの異なる視像に対応する異なる方向に向けられた光ビーム102（すなわち、所定の異なる角度方向を有する複数の光ビーム102）を変調するように構成される。特に、複数の光ビームのうちの光ビーム102は、ライトバルブアレイ130の個々のライトバルブ132を通過し、それによって変調される。様々な実施形態によれば、変調された、異なる方向に向けられた光ビーム102は3D電子ディスプレイの画素を表すことができる。様々な例では、液晶ライトバルブ、電気泳動ライトバルブ、およびエレクトロウエッティングに基づくライトバルブのうちの1つまたは複数を含むがこれらに限定されない異なるタイプのライトバルブ132が、ライトバルブアレイ130において使用してもよい。

10

20

#### 【0044】

いくつかの実施形態では、ライトバルブアレイ130のライトバルブ132のサブセットは、マルチビーム回折格子アレイのマルチビーム回折格子120のうちの選択された1つからの異なる方向に向けられた光ビーム102を変調するように構成される。本明細書においてサブセットは、3D電子ディスプレイ100の「超画素」として定義される。これらの実施形態では、超画素（またはサブセット）の各ライトバルブ132は、選択されたマルチビーム回折格子によってカップリングして外へ出される複数の異なる方向に向けられた光ビーム102のうちの異なる1つを変調するように構成される。例えば、図1Aおよび図1Bでは、別々の光ビーム102を表す別々の矢印が、ライトバルブアレイ130の別々のライトバルブ132を通過する様子が示される。また、図1Cでは、破線の四角は、例示的な超画素の輪郭を示す。

30

#### 【0045】

いくつかの実施形態では（例えば図1Cに示されるように）、超画素は、ライトバルブ132の矩形配置を含む。さらに、超画素の矩形のライトバルブ配置が第2の方向に有するライトバルブは、第2の方向に実質的に直交する第1の方向に有するライトバルブよりも少なくともよい。例えば、図1Cでは、マルチビーム回折格子アレイのずれた行の行方向に直交する方向（例えば、第2の、またはy方向）にあるライトバルブ132は、行方向（例えば、第1の、またはx方向）にあるライトバルブの約半分である。図1Cにおいて、例としてあって限定としてではなく示されるように、y方向には4つのライトバルブ132があり、x方向には8つのライトバルブがある。第2の方向において有するライトバルブ132が少ないことによって、第2の方向と比較したときその方向の3D視像の数が少なくなり得るが、そのような数の減少は、3D電子ディスプレイ100の多くの応用分野において許容可能であることに留意されたい。

40

#### 【0046】

例えば、多くのディスプレイの応用分野は、水平方向（例えばx方向）に多数の3D視像があることから恩恵を受けることができる。一方、多くの応用分野において、垂直方向（例えばy方向）の3D視像の数が少ないことは、3D情報のリアリティのある描写（realistic rendition）を提示するための3D電子ディスプレイ100の機能を著しく低下させ得ることなく、またはそれに影響し得ることすらない。特に、3D電子ディスプレイを見ているユーザの目は、（例えば垂直面ではなく）水平面で互いに変位する。したが

50

つて、ユーザは、水平面の 3 D 情報に対してより敏感である。（例えば上述した矩形の超画素により提供され得る）垂直方向に比べて水平方向により多数の 3 D 視像を有する 3 D 電子ディスプレイ 100 の実施形態は、なお、高品質の 3 D 情報をユーザに提示することが可能であり得る。

#### 【 0047 】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、3 次元（3 D）カラー電子ディスプレイが提供される。図 3 A は、本明細書で説明する原理の一実施形態による、一例における 3 次元（3 D）カラー電子ディスプレイ 200 のブロック図を示す。図 3 B は、本明細書で説明する原理の一実施形態による、一例における 3 次元（3 D）カラー電子ディスプレイ 200 の一部分の断面図である。例えば、図 3 B は、図 3 A に示される 3 D カラー電子ディスプレイ 200 の一部分を示してもよい。10

#### 【 0048 】

3 D カラー電子ディスプレイ 200 は、異なる主角度方向を有する複数の異なる色の光ビームを含む変調された指向性の光を生成するように構成される。例えば、3 D カラー電子ディスプレイ 200 は、異なる所定の主角度方向に（例えばカラー光照射野として）3 D カラー電子ディスプレイ 200 から出て行くように方向付けられる複数の異なるカラー光ビーム 202 をもたらす、または発生させることができる。次に、複数のカラー光ビーム 202 は、色を含む情報の表示を容易にするように変調され得る。

#### 【 0049 】

いくつかの例では、異なる所定の主角度方向および異なる色を有する変調された光ビーム 202 は、3 D カラー電子ディスプレイ 200 の複数のカラー画素を形成する。いくつかの例では、3 D カラー電子ディスプレイ 200 は、3 D 電子ディスプレイ 200 の異なる「視像」に関連するカラー画素に、カラー光ビーム 202 が対応するいわゆる「裸眼」の 3 D カラー電子ディスプレイ（例えば、カラーのマルチビュー、「ホログラフィック」、またはオートステレオスコピックなディスプレイ）であってもよい。例えば、図 3 B に示されるように、カラー光ビームの第 1 の組 202' は、3 D カラー電子ディスプレイ 200 の第 1 の視像を表すように、またはそれに対応するように第 1 の方向に向けられてもよく、カラー光ビーム 202" の第 2 の組は、3 D カラー電子ディスプレイ 200 の第 2 の視像を表すように、またはそれに対応するように第 2 の方向に向けられてもよい。カラー光ビームの第 1 および第 2 の組 202'、202" は、図 3 B に例としてあって限定としてではなく示されるように、RGB 色モデルまたは色空間の赤、緑、および青をそれぞれ表してもよい。したがって、3 D カラー電子ディスプレイ 200 は、上記で説明した 3 D 電子ディスプレイ 100 と実質的に同様であり得るが、色の情報を表す機能がそれに付加されている。さらに、カラー光ビーム 202 は、3 D 電子ディスプレイ 100 に関して上記で説明した光ビーム 102 と実質的に同様であり得るが、様々なカラー光ビーム 202 が互いに異なる色（例えば、赤、緑、または青）を有し得または表し得、異なる色の組が、3 D カラー電子ディスプレイ 200 の異なる視像に対応する方向にともに向けられるということが、それに付加されている。30

#### 【 0050 】

図 3 A ~ 図 3 B に示されるように、3 D カラー電子ディスプレイ 200 は、平板ライトガイド 210 を含む。平板ライトガイド 210 は、異なる色の光ビーム 204 を導波するように構成される。例えば、導波光ビーム 204 の異なる色は、赤 - 緑 - 青 (RGB) 色モデルの色である赤、緑、および青を含んでもよい。さらに、平板ライトガイド 210 は、平板ライトガイド内で異なるカラー光ビーム 204 を異なる色依存性の (color-dependent) 伝播角度で導波するように構成される。図 3 B に示されるように、第 1 の導波カラー光ビーム (guided color light beam) 204'（例えば、赤光ビーム）は、第 1 の色依存性の伝播角度' で導波され得、第 2 の導波カラー光ビーム 204"（例えば、緑光ビーム）は、色依存性の第 2 の伝播角度" で導波され得、第 3 の導波カラー光ビーム 204'''40

10

20

30

40

50

04' (例えば、青光ビーム) は、第3の色依存性の伝播角度'で導波され得る。

#### 【0051】

異なるカラー光ビーム204を導波するように構成されることを除けば、平板ライトガイド210は、3D電子ディスプレイ100に関して上記で説明した平板ライトガイド110と実質的に同様であり得る。例えば、平板ライトガイド210は、内部全反射により光を導波するように構成された誘電体材料の平面状のシートであるスラブ光導波路とすることができる。さらに、いくつかの例によれば、平板ライトガイド210内の導波カラー光ビーム204は、3D電子ディスプレイ100に関して上記で説明したように、コリメートされた光ビーム(すなわち、コリメートされたカラー光ビーム)であってもよい。

10

#### 【0052】

図3Aおよび図3Bに示される3Dカラー電子ディスプレイ200は、マルチビーム回折格子220をさらに備える。様々な実施形態によれば、マルチビーム回折格子220は、平板ライトガイド210の表面(例えば、前面または上面)にあってもよい、またはそれに隣接していてもよい。マルチビーム回折格子220は、異なる色の導波光ビーム204のそれぞれの一部分を、それぞれの異なる色の、カップリングして外へ出される別々の複数の光ビーム(すなわち、異なるカラー光ビーム202)として、カップリングして外へ出すように構成される。例えば、導波カラー光ビーム204の異なる色ごとに、カップリングして外へ出される別々の複数のカラー光ビーム202が存在してもよい。様々な実施形態によれば、それぞれのカップリングして外へ出される別々の複数の光ビーム202は、3Dカラー電子ディスプレイの異なる視像を表す異なる主角度方向を有する。例えば、3Dカラー電子ディスプレイの視像は、実質的に同じ主角度方向に向けられた、またはその主角度方向を有するカップリングして外へ出される光ビーム202の組(例えば、光ビーム202'または202''の組)によって表され得、その主角度方向では、その組のカップリングして外へ出される異なる光ビーム202は、導波カラー光ビーム204の異なる色のそれに対応する。平板ライトガイド210とマルチビーム回折格子220とを組み合わせることによって、それらが3Dカラー電子ディスプレイ200のバックライト(すなわち、回折格子ベースのバックライト)を実現する、またはそのバックライトとして機能する。

20

30

#### 【0053】

いくつかの実施形態によれば、マルチビーム回折格子220は、3D電子ディスプレイ100に関して上記で説明したマルチビーム回折格子120と実質的に同様であってもよい。例えば、マルチビーム回折格子220は、平板ライトガイド表面内の曲線状の溝、および平板ライトガイド表面上の曲線状の隆線の一方または両方を含む(すなわち、連続的に曲線状または区分的に曲線状の)回折特徴部を有する実質的に矩形の形状を有してもよい。さらに、曲線状であるか否かに関わらず、回折特徴部は、マルチビーム回折格子220にわたって距離の関数として変化する回折特徴部間の間隔(例えば、「チャーブ間隔」)によって互いに離間していてもよい。すなわち、マルチビーム回折格子220は、例えばマルチビーム回折格子120に関して上記で説明した線形チャーブ回折格子、非線形チャーブ回折格子などのうちの1つまたは複数のチャーブ回折格子を備えてよい。

40

#### 【0054】

さらに、いくつかの実施形態では、マルチビーム回折格子220は、上記で説明した3D電子ディスプレイ100のマルチビーム回折格子120のアレイと実質的に同様のマルチビーム回折格子のアレイの要素であってもよい。特に、3Dカラー電子ディスプレイ200のマルチビーム回折格子220のアレイは、複数のずれた行に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、アレイのマルチビーム回折格子220の隣接する行同士は、ずれた行内のマルチビーム回折格子間の距離(すなわち、ピッチ)の約2分の1(1/2)だけ行方向に互いにずれていてもよい。他の例では、ピッチの3分の1(1/3)、4分の1(1/4)などを含むがこれらに限定されない別のずれが用いられてもよい。さらに、

50

いくつかの例では、アレイのマルチビーム回折格子 220 のずれた行同士間の間隔は、ずれた行内のマルチビーム回折格子 220 間の間隔、またはそのマルチビーム回折格子のピッチの約 2 分の 1 である。他の例では、間隔は、ピッチの 3 分の 1 ( 1 / 3 )、4 分の 1 ( 1 / 4 )などを含んでもよいが、これらに限定されない。

#### 【 0055 】

図 3 A ~ 図 3 B に示されるように、3D カラー電子ディスプレイ 200 は、さらに複数のライトバルブ 230 を備える。様々な実施形態によれば、複数のライトバルブ 230 は、カップリングして外へ出される別々の複数の光ビーム内の、カップリングして外へ出される異なる色の光ビーム 202 を変調するように構成される。さらに、様々な実施形態によれば、複数のライトバルブのうちのライトバルブ 230 は、カップリングして外へ出される光ビーム 202 の異なる色に対応するカラーフィルタを備える。特に、複数のライトバルブのうちの第 1 のライトバルブ 230 は、異なる色のうちの第 1 の色に対応するカラーフィルタを有してもよく、複数のうちの第 2 のライトバルブ 230 は、第 2 の色に対応するカラーフィルタを有してもよいなど、カップリングして外へ出される光ビーム 202 の異なる色（例えば、同じことであるが、異なる色の導波光ビーム 204）に関して同様であってもよい。例えば、複数のライトバルブ 230 のカラーフィルタは、RGB 色モデルに対応する赤カラーフィルタ、緑カラーフィルタ、および青カラーフィルタを含んでもよい。カラーフィルタ（例えば、赤、緑、青）を用いることによって、例えば異なる色の導波光ビーム 204 の光を順番に変調することなく、カラー画像および他の情報を表示することが容易になり得る。

10

#### 【 0056 】

様々な例によれば、液晶ライトバルブ、エレクトロウェッティングライトバルブ、および電気泳動ライトバルブのうちの 1 つまたは複数を含むがこれらに限定されない異なるタイプのライトバルブが、複数のライトバルブアレイ 230 に使用されてもよい。例えば、複数のライトバルブは、液晶ライトバルブアレイの「画素」が、異なる色のそれぞれに対応するサブセルまたは「副画素」（例えば RGB 副画素）を備える液晶ライトバルブアレイ（例えば、市販の液晶ライトバルブアレイ）であってもよい。いくつかの実施形態によれば、複数のライトバルブ 230 は、3D 電子ディスプレイ 100 に関して上記で説明したライトバルブアレイ 130 のライトバルブと実質的に同様であってもよい。

20

#### 【 0057 】

様々な実施形態によれば、異なる色の導波光ビーム 204 の色依存性の伝播角度によって、それぞれの異なる色に対応するカップリングして外へ出される光ビーム 202 の異なる主角度方向がもたらされる。特に、異なる色依存性の伝播角度があることから、特定の色（例えば、赤、緑、または青）に対応するカップリングして外へ出される光ビーム 202 が、色依存性の仮想点光源（virtual point source）から発するように見え得る。図 3 B では、色依存性の仮想点光源は、単にわかりやすく図示するために星印として示され、例えば色「赤」、「緑」、および「青」に対応する「R」、「G」、および「B」と明示される。色依存性の仮想点光源のそれぞれから発する破線は、各色の仮想光ビームの範囲（span）（すなわち、光ビームの仮想範囲）を示す。特に、各仮想点光源は、例えば、マルチビーム回折格子 220 の両端間に広がる範囲を有する。さらに、異なる色依存性の仮想点光源は、導波光ビーム 204 の異なる色依存性の伝播角度の結果、互いに横方向に変位している。

30

40

#### 【 0058 】

導波光ビーム 204 の異なる色依存性の伝播角度によって、第 1 の色に対応するカップリングして外へ出される光ビーム 202 は、第 1 の色のカップリングして外へ出される光ビーム 202 が、第 1 の色に対応するカラーフィルタを有するライトバルブ 230 を通るように、したがってそれにより変調されるように優先的に方向付けられるよう主角度方向を有してマルチビーム回折格子 220 から出射することができる。同様に、第 2 の色に対応するカップリングして外へ出される光ビーム 202 は、第 2 の色のカップリングして

50

外へ出される光ビーム 202 が、第 2 の色のカラーフィルタを有する別のライトバルブ 230 によって変調されるような主角度方向を有してマルチビーム回折格子 220 から出射することができる。その結果、第 1 の色のカラーフィルタを有するライトバルブ 230 は、第 1 の色のカップリングして外へ出される光ビーム 202 を優先的に受け、変調するよう構成され得る。同様に、第 2 の色のカラーフィルタを有するライトバルブ 230 は、第 2 の色のカップリングして外へ出される光ビーム 202 を優先的に受け、変調するよう構成され得、他の色についても同様である。

#### 【 0 0 5 9 】

いくつかの実施形態によれば（例えば図 3 A に示されるように）、3D カラー電子ディスプレイ 200 は、光源 240 をさらに含んでもよい。光源 240 は、平板ライトガイド 210 内を異なる色の導波光ビーム 204 として伝播する光をもたらすように構成される。特に、いくつかの実施形態によれば、導波光は、平板ライトガイド 210 の端部（または入力端部）にカップリングして入れられる光源 240 からの光である。例えば、レンズ、コリメート反射体、または同様のデバイス（図示せず）が、光をカップリングして平板ライトガイド 110 の入力端部または縁部で、平板ライトガイド 110 内へ入れることを容易にすることができます。様々な例では、光源 240 は、発光ダイオード（LED）および本明細書で説明する任意の光源のうちの 1つまたは複数を含むが、これらに限定されない実質的に任意の光の発生源を備えることができる。いくつかの例では、光源 240 は、特定の色によって表される狭帯域スペクトルを有する実質的に単色の光を生成するよう構成される光学エミッタを備えてもよい。特に、単色光の色は、特定の色空間または色モデル（例えば、赤・緑・青（RGB）色モデル）の原色であってもよい。

#### 【 0 0 6 0 】

様々な実施形態では、光源 240 は、異なる色の導波光ビーム 204 をもたらすために平板ライトガイド 210 にカップリングされた複数の光学エミッタを有する。特に、それぞれの光学エミッタは、導波光ビーム 204 の異なる色に対応する光の異なる色をもたらすように構成されてもよい。さらに、光学エミッタは、互いに横方向に（例えば放射される光の全体的な伝搬方向に対応する方向に）ずれていてもよい、または変位していてもよい。様々な実施形態によれば、光学エミッタの横方向の変位は、光源 240 の光学エミッタによって生成される光の異なる色に対応する光ビーム 204 の色依存性の伝播角度を決定するように構成されてもよい。

#### 【 0 0 6 1 】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、3D 電子ディスプレイの動作の方法が提供される。特に、3D 電子ディスプレイの動作の方法は、3D 情報を表示するために使用され得る。さらに、3D 電子ディスプレイの動作の方法の様々な実施形態によれば、3D 情報は、向上した知覚解像度で表示され得る。

#### 【 0 0 6 2 】

図 4 は、本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における 3D 電子ディスプレイの動作の方法 300 のフローチャートを示す。図 4 に示されるように、3D 電子ディスプレイの動作の方法 300 は、光を平板ライトガイド内で非ゼロの伝播角度で光ビームとして導波するステップ 310 を備える。いくつかの例では、平板ライトガイドおよび導波光は、3D 電子ディスプレイ 100 に関して上記で説明した平板ライトガイド 110 および導波光ビーム 104 と実質的に同様であってもよい。特に、平板ライトガイドは、内部全反射によって導波光ビームを導波し 310、いくつかの例では、導波光ビームはコリメートされてもよい。さらに、いくつかの実施形態によれば、平板ライトガイドは、実質的に平坦な誘電体光導波路、またはスラブ導波路（例えば、平坦な誘電体シート）であってもよい。

#### 【 0 0 6 3 】

図 4 に示されるように、3D 電子ディスプレイの動作の方法 300 は、ずれた行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイを用いて導波光ビームの一部分を回折によりカップ

10

20

30

40

50

リングして外へ出すステップ320をさらに備える。様々な実施形態によれば、平板ライトガイドから回折によりカップリングして外へ出される320導波光ビームの部分は、複数の異なる主角度方向に平板ライトガイドの表面から離れるように方向付けられる複数の光ビーム（本明細書では、「異なる方向に向けられる光ビーム」および「カップリングして外へ出される光ビーム」とも呼ばれる）を含む。特に、様々な実施形態によれば、平板ライトガイド表面から離れるように方向付けられる複数の光ビームのうちの1つの光ビームは、複数の光ビームのうちの他の光ビームとは異なる主角度方向を有する。さらに、様々な実施形態によれば、複数の光ビームの複数の異なる主角度方向は、3D電子ディスプレイの異なる視像に対応する。

10

#### 【0064】

いくつかの実施形態では、導波光の一部分を回折によりカップリングして外へ出すステップ320は、平板ライトガイドの表面に、またはそれに隣接して位置付けられたマルチビーム回折格子のアレイを用いる、または使用する。例えば、アレイのマルチビーム回折格子は、平板ライトガイドの表面（例えば上面）上にまたは表面内に、溝、隆線などとして形成されてもよく、平板ライトガイドの材料から形成されてもよい。他の例では、アレイのマルチビーム回折格子は、平板ライトガイド表面上の膜を含んでもよい。

#### 【0065】

いくつかの例では、マルチビーム回折格子のアレイは、3D電子ディスプレイ100に関する上記で説明したマルチビーム回折格子120のアレイと実質的に同様である。例えば、アレイのマルチビーム回折格子の第1の行は、第1の行に隣接するマルチビーム回折格子アレイの第2の行に対して、行方向にずれていてもよい。さらに、例えば、ずれは、アレイのずれた行内のマルチビーム回折格子間の間隔、またはそのマルチビーム回折格子のピッチの約2分の1（1/2）であってもよい。いくつかの例では、マルチビーム回折格子アレイの隣接するずれた行同士間の間隔は、ずれた行のマルチビーム回折格子の間隔またはピッチの約2分の1（1/2）である。様々な実施形態によれば、例えば、マルチビーム回折格子アレイの隣接するずれた行同士の2分の1間隔のずれと、隣接するずれた行同士間の2分の1間隔とを組み合わせることによって、3D電子ディスプレイの物理的なまたは実際の画素解像度よりも約2倍向上した知覚解像度を実現することが容易になり得る。

20

#### 【0066】

図4に示される3D電子ディスプレイの動作の方法300は、カップリングして外へ出される複数の光ビームを複数のライトバルブを用いて変調するステップ330をさらに含む。例えば、マルチビーム回折格子によってカップリングして外へ出される320変調され異なる方向に向けられた光ビームは、3D電子ディスプレイの画素を表すことができる。いくつかの例によれば、複数のライトバルブは、3D電子ディスプレイ100に関する上記で説明したライトバルブアレイ130と実質的に同様であってもよい。例えば、複数のライトバルブは、複数の液晶ライトバルブ、または複数のエレクトロウェッティングライトバルブ、または複数の電気泳動ライトバルブなど、またはそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

30

#### 【0067】

いくつかの実施形態では、光ビームを変調するステップ330はアレイの選択されたマルチビーム回折格子からの異なる方向に向けられた光ビームを、ライトバルブのサブセットを用いて変調するステップを備える。これらの実施形態では、ライトバルブのサブセットによって変調された異なる方向に向けられた光ビームは、3D電子ディスプレイの超画素を表す。さらに、サブセットの各ライトバルブは、選択されたマルチビーム回折格子の複数の異なる方向に向けられた光ビームのうちの異なる1つを変調する。いくつかの実施形態では、超画素は、ライトバルブの矩形配置を含んでもよい。いくつかの実施形態では、超画素のライトバルブの矩形配置がマルチビーム回折格子アレイのずれた行の行方向に直交する方向に有するライトバルブは、行方向に有するライトバルブの約半分であっても

40

50

よく、すなわち、行方向のライトバルブの数は、行方向に直交する方向のライトバルブの数の2倍であってもよい。

#### 【0068】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法が提供される。特に、3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法は、カラーコンテンツを含む3D情報を表示するために使用され得る。例えば、3D情報は、色空間または色域によって表されるカラーコンテンツを含んでもよい。様々な実施形態によれば、3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法は、カラーフィルタを有するライトバルブを使用する空間多重化された色、空間、方式、または色域を用いることを容易にする。

#### 【0069】

図5は、本明細書で説明する原理と一致した一実施形態による、一例における3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法400のフローチャートを示す。図5に示されるように、3D電子ディスプレイの動作の方法400は、平板ライトガイド内で光を導波するステップ410を備え、光は、異なる色の複数の光ビームを含む。さらに、様々な実施形態によれば、光を導波するステップ410は、異なるカラー光ビームをそれぞれの異なる色依存性の伝播角度（すなわち非ゼロの、色依存性の伝播角度）で導波するステップを備える。いくつかの例では、平板ライトガイドおよび異なる色の導波光ビームは、3Dカラー電子ディスプレイ200に関して上記で説明した平板ライトガイド210および異なる色の導波光ビーム204と実質的に同様であってもよい。特に、平板ライトガイドは、内部全反射によって導波光ビームを導波し410、いくつかの例では、導波光ビームはコリメートされてもよい。さらに、いくつかの実施形態では、平板ライトガイドは、実質的に平坦な誘電体光導波路またはスラブ導波路（例えば、平坦な誘電体シート）とすることができる。

10

#### 【0070】

図5に示されるように、3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法300は、マルチビーム回折格子を用いて異なる色の導波光ビームのそれぞれの一部分を回折によりカップリングして外へ出すステップ420をさらに備える。様々な実施形態によれば、それぞれの異なる色の導波光ビームの一部分は、平板ライトガイドの表面から離れるように方向付けられるカップリングして外へ出される別々の複数の光ビームとして、回折によりカップリングして外へ出される420。さらに、カップリングして外へ出される別々の複数の光ビームは、3Dカラー電子ディスプレイの異なる視像を表す異なる主角度方向を有する。カップリングして外へ出される光ビームは、本明細書において「異なる方向に向けられる光ビーム」とも呼ばれる。いくつかの例では、回折によりカップリングして外へ出す420際に用いられるマルチビーム回折格子は、3Dカラー電子ディスプレイ200に関して上記で説明したマルチビーム回折格子220と実質的に同様であってもよい。

20

#### 【0071】

特に、例えばマルチビーム回折格子220は、平板ライトガイドの表面に、またはそれに隣接して位置付けられてもよい。いくつかの例では、マルチビーム回折格子は、平板ライトガイドの表面（例えば上面）上にまたは表面内に、溝、隆線などとして形成されてもよく、平板ライトガイドの材料から形成されてもよい。他の例では、マルチビーム回折格子は、平板ライトガイド表面上の膜を含んでもよい。

30

#### 【0072】

いくつかの実施形態では、異なる色の導波光ビームの一部分を回折によりカップリングして外へ出すステップ420において用いられるマルチビーム回折格子は、マルチビーム回折格子のアレイの要素である。いくつかの実施形態では、マルチビーム回折格子のアレイの第1の行は、マルチビーム回折格子のアレイの第1の行に隣接する第2の行に対して、アレイの行方向にずれていってもよい。さらに、例えば、ずれは、ずれた行のマルチビーム回折格子間の間隔、またはそのマルチビーム回折格子のピッチの約2分の1（1/2）であってもよい。いくつかの例では、マルチビーム回折格子のアレイの隣接する行同士間

40

50

の間隔は、ずれた行のマルチビーム回折格子の間隔またはピッチの約2分の1(1/2)である。いくつかの実施形態によれば、例えば、隣接するずれた行同士の2分の1(1/2)間隔のずれと、隣接するずれた行同士間の2分の1間隔とを組み合わせることによって、3Dカラー電子ディスプレイの物理的なまたは実際の画素解像度よりも約2倍向上した知覚解像度を実現することが容易になり得る。

#### 【0073】

いくつかの例によれば、3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法400は、異なる色のカップリングして外へ出される別々の複数の光ビームを、ライトバルブのアレイを用いて変調するステップ430をさらに含む。様々な実施形態によれば、アレイのライトバルブは、カップリングして外へ出されるそれぞれの別々の複数の光ビームの異なる色に対応するカラーフィルタを備える。さらに、ライトバルブアレイのライトバルブは、カップリングして外へ出されるそれぞれの別々の複数の光ビームの異なる所定の主角度方向に対応するように配置される。ライトバルブアレイの、カラーフィルタが装着されたライトバルブを用いて変調された430異なる方向に向けられた光ビームは、3D電子ディスプレイの色画素を表してもよい。

10

#### 【0074】

いくつかの例によれば、ライトバルブのアレイは、3Dカラー電子ディスプレイ200に関して上記で説明した複数のライトバルブ230と実質的に同様であってもよい。例えば、複数のライトバルブは、複数の液晶ライトバルブ、または複数のエレクトロウェッティングライトバルブ、または複数の電気泳動ライトバルブなど、またはそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。さらに、例えば、複数の異なるライトバルブは、平板ライトガイド内を導波される410異なるカラー光ビームの異なる色のそれぞれに対応するカラーフィルタを含んでもよい。特に、いくつかの実施形態では、導波される410光ビームの異なる色は、赤・緑・青(RGB)色モデルの赤、緑、および青を含む。これらの実施形態では、カラーフィルタは、RGB色モデルに対応する赤カラーフィルタ、緑カラーフィルタ、および青カラーフィルタを含んでもよい。

20

#### 【0075】

したがって、ずれた行に配置されたマルチビーム回折格子のアレイ、およびカラーフィルタを有するライトバルブの一方または両方を使用する3D電子ディスプレイ、3Dカラー電子ディスプレイ、3D電子ディスプレイの動作の方法、および3Dカラー電子ディスプレイの動作の方法の例が説明された。上述の例は、本明細書で説明する原理を表す多数の特定の例のいくつかを単に例示するものであることが理解されるべきである。明らかに当業者は、添付の特許請求の範囲により定義される範囲から逸脱せずに数多くの他の構成を容易に考案することができる。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0076】

- 100 3次元(3D)電子ディスプレイ
- 102 光ビーム
- 104 導波光ビーム
- 110 ライトガイド
- 120 マルチビーム回折格子
- 122 回折特徴部
- 130 ライトバルブアレイ
- 132 ライトバルブ
- 200 3次元(3D)カラー電子ディスプレイ
- 202 カラー光ビーム
- 204 光ビーム
- 210 平板ライトガイド
- 220 マルチビーム回折格子
- 230 ライトバルブ

40

50

## 240 光源

【図1-1】

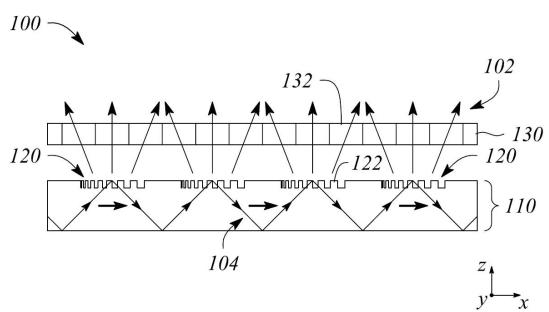


図1A

【図1-2】

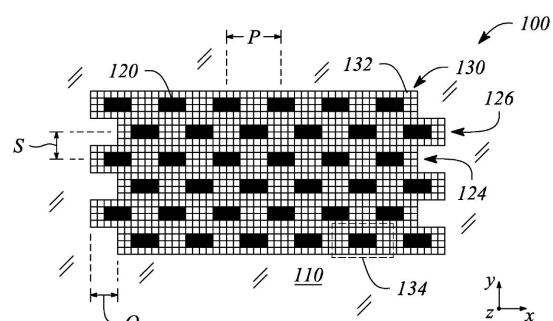


図1C

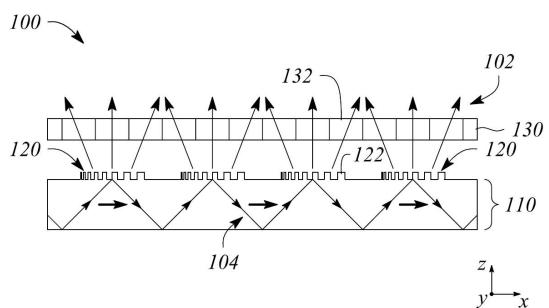


図1B

【図2】

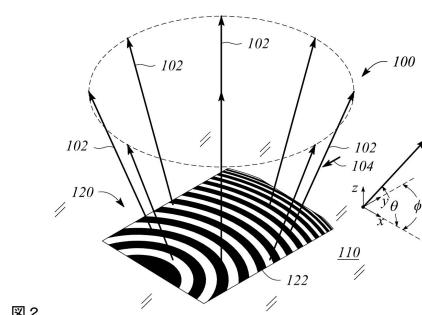


図2

【図3】

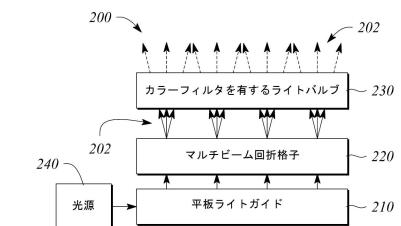


図3 A

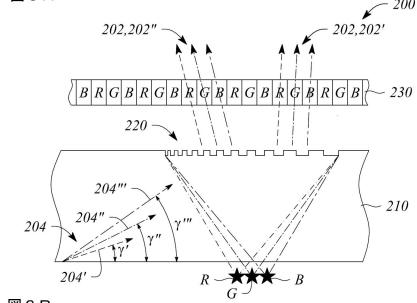


図3 B

【図4】

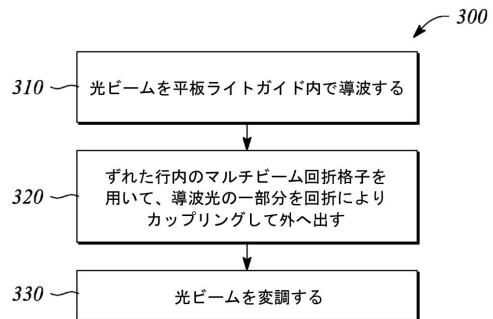


図4

【図5】

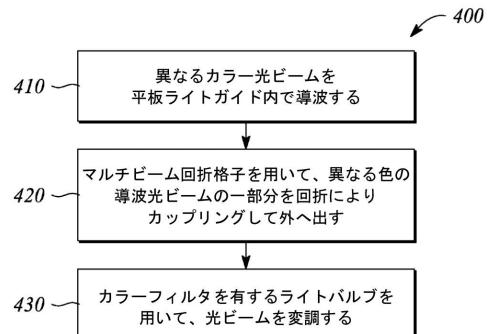


図5

---

フロントページの続き

(74)代理人 100104282

弁理士 鈴木 康仁

(72)発明者 ファタル, デイヴィッド エー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94025, メンロ パーク, サンド ヒル ロード 24  
40, スイート 303, レイア インコーポレイテッド

審査官 横井 亜矢子

(56)参考文献 国際公開第2013/180737 (WO, A1)

特開平09-265085 (JP, A)

特開平11-202793 (JP, A)

特開平06-148635 (JP, A)

国際公開第2014/051623 (WO, A1)

特開2002-116309 (JP, A)

特開平06-281804 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/00 - 27/64

G02F 1/13, 1/137 - 1/141

G02F 1/1335, 1/13363

G02B 6/12 - 6/14

Japio - GPG/FX