

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6511144号
(P6511144)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 1 S 2/00 (2016.01)

F 2 1 S 2/00 4 3 3

G O 2 B 6/126 (2006.01)

G O 2 B 6/126

G O 2 B 6/124 (2006.01)

G O 2 B 6/124

G O 2 F 1/13357 (2006.01)

G O 2 F 1/13357

G O 2 B 27/26 (2006.01)

G O 2 B 27/26

請求項の数 20 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-536313 (P2017-536313)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月10日 (2015.1.10)
 (65) 公表番号 特表2018-508937 (P2018-508937A)
 (43) 公表日 平成30年3月29日 (2018.3.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/010932
 (87) 国際公開番号 W02016/111706
 (87) 国際公開日 平成28年7月14日 (2016.7.14)
 審査請求日 平成29年12月25日 (2017.12.25)

(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 9 4 0 2 5 カリフォル
 ニア州 メンロー パーク サンド ヒル
 ロード 2 4 4 0
 (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】 偏光混合 (polarization-mixing) ライトガイド、および同ライトガイドを用いるマルチビーム回折格子ベースの背面照明

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光混合ライトガイドであって、

光のビームを非ゼロの伝播角度で導波するための平板ライトガイドであって、前記光ビームが第1の偏光成分および第2の偏光成分を備え、前記偏光混合ライトガイドが、前記第1の偏光成分を有する前記導波光ビームの一部分を優先的に散乱させる、平板ライトガイドと、

前記導波光ビームの前記第1の偏光成分を、前記第1の偏光成分および前記第2の偏光成分の所定の線形結合に再分配するように構成され、前記導波光ビームの前記第2の偏光成分を、前記第1および第2の偏光成分の別の所定の線形結合に再分配するように構成された、前記平板ライトガイドの対向する表面の間の、前記平板ライトガイド内に位置付けられた偏光リターダとを備える、偏光混合ライトガイド。

【請求項 2】

前記偏光リターダが、前記導波光ビームの前記第1の偏光成分と前記第2の偏光成分を実質的に入れ替え、前記非ゼロの伝播角度で前記偏光リターダを通る前記導波光ビームの光路の長さが、前記導波光ビームの前記第1および第2の偏光成分の線形重畳間で約2分の1波長の微分位相遅延を導入するものである、請求項1に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 3】

前記偏光リターダが、前記第1の偏光成分が散乱される平板ライトガイド表面とは反対

の前記平板ライトガイドの表面に隣接した層を備える、請求項 1 に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 4】

前記偏光リターダが、前記平板ライトガイド内に、前記平板ライトガイドの前面と背面の間でそれらから離間して位置付けられた層を備える、請求項 1 に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 5】

前記偏光リターダが単軸のリターダ膜を備える、請求項 1 に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 6】

前記第 1 の偏光成分を有する前記光ビームの前記一部分を前記平板ライトガイド表面から離れるように方向付けられた複数の散乱する光ビームとして優先的に散乱させて外へ出すためのマルチビーム回折格子を、前記平板ライトガイドの表面にさらに備え、前記複数の散乱する光ビームが、異なる散乱の角度方向を有し、

前記偏光混合ライトガイドが、マルチビーム格子ベースのバックライトである、請求項 1 に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 7】

前記マルチビーム回折格子がチャープ回折格子を備える、請求項 6 に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 8】

前記マルチビーム回折格子が、互いに離間した曲線状の溝および曲線状の隆線のうちの 1 つを備える、請求項 6 に記載の偏光混合ライトガイド。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の偏光混合ライトガイドを備える 3 次元 (3 D) 電子ディスプレイであって、複数の散乱する光ビームのうちの 1 つの光ビームを変調するためのライトバルブをさらに備え、前記ライトバルブが前記マルチビーム回折格子に隣接しており、前記ライトバルブにより変調される前記散乱する光ビームが前記 3 D 電子ディスプレイの画素に対応する、3 次元 (3 D) 電子ディスプレイ。

【請求項 10】

非ゼロの伝播角度で光のビームを導波するための平板ライトガイドであって、前記導波光ビームの異なる偏光成分を、前記異なる偏光成分の所定の線形結合に再分配するための偏光リターダを含む平板ライトガイドと、

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のアレイであって、前記異なる偏光成分の第 1 の偏光成分の一部分を、カップリングして外へ出される複数の光ビームとして優先的にカップリングして外へ出し、前記カップリングして外へ出される光ビームを、前記表面から離れるように複数の異なる主極大角度方向に向けるためのマルチビーム回折格子のアレイと

を備え、

前記偏光リターダが、前記マルチビーム回折格子のアレイによる前記導波光ビームの活用を容易にする、3 次元 (3 D) 電子ディスプレイ。

【請求項 11】

前記複数の異なる主極大角度方向を有する前記カップリングして外へ出される光ビームを変調するためのライトバルブアレイであって、前記変調された光ビームが 3 D 電子ディスプレイの画素を表す、ライトバルブアレイ

をさらに備える、請求項 10 に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

【請求項 12】

前記ライトバルブアレイが、複数の液晶ライトバルブを備える、請求項 11 に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

【請求項 13】

前記偏光リターダが、前記マルチビーム回折格子アレイが位置付けられる前記平板ライ

10

20

30

40

50

トガイド表面とは反対の前記平板ライトガイドの表面に隣接した層である、請求項 10 に記載の 3D 電子ディスプレイ。

【請求項 14】

前記マルチビーム回折格子アレイのマルチビーム回折格子が、曲線状の回折特徴部を有するチャープ回折格子である、請求項 10 に記載の 3D 電子ディスプレイ。

【請求項 15】

前記異なる偏光成分の前記第 1 の偏光成分が、横電界 (TE) 偏光成分であり、前記異なる偏光成分の第 2 の偏光成分が、横磁界 (TM) 偏光成分であり、前記マルチビーム回折格子が、前記 TE 偏光成分の一部分を優先的にカップリングして外へ出す、請求項 10 に記載の 3D 電子ディスプレイ。

10

【請求項 16】

前記偏光リターダが、前記導波光ビームの前記 TE 偏光成分と前記 TM 偏光成分を実質的に入れ替える、請求項 15 に記載の 3D 電子ディスプレイ。

【請求項 17】

電子ディスプレイの動作の方法であって、

光を非ゼロの伝搬角度で光の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、
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回折によりカップリングして外へ出し、前記平板ライトガイドから離れるように複数の異なる主極大角度方向に向けられたカップリングして外へ出される複数の光ビームを生成する、ステップと、

20

前記ライトガイドの対向する表面の間に位置付けられた偏光リターダを用いて、前記導波光ビームの前記第 1 および第 2 の偏光成分を再分配し、前記第 1 および第 2 の偏光成分の偏光混合を実現する、ステップとを備え、

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、前記第 1 の偏光成分を優先的にカップリングして外へ出す、方法。

【請求項 18】

前記第 1 および第 2 の偏光成分を再分配する前記ステップの後、前記導波光ビームの別の部分を別のマルチビーム回折格子を用いて回折によりカップリングして外へ出すステップと、

前記他の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の後、前記導波光ビームの残りの部分の前記第 1 および第 2 の偏光成分を再分配するステップとをさらに備える、請求項 17 に記載の電子ディスプレイの動作の方法。

30

【請求項 19】

前記導波光ビームの前記第 1 の偏光成分および前記第 2 の偏光成分を再分配する前記ステップが、前記第 1 と第 2 の偏光成分を入れ替える、請求項 17 に記載の電子ディスプレイの動作の方法。

【請求項 20】

前記カップリングして外へ出される複数の光ビームを、対応する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、前記変調されたカップリングして外へ出される複数の光ビームが 3 次元 (3D) 電子ディスプレイの画素を形成する、変調するステップをさらに備える、請求項 17 に記載の電子ディスプレイの動作の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

該当なし

【0002】

連邦政府資金による研究開発の記載

該当なし

50

【背景技術】

【0003】

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（CRT）、プラズマディスプレイパネル（PDP）、液晶ディスプレイ（LCD）、電子発光ディスプレイ（EL）、有機発光ダイオード（OLED）およびアクティブマトリクスOLED（AMOLED）ディスプレイ、電気泳動ディスプレイ（EP）、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、エレクトロウェット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、CRT、PDP、およびOLED/AMOLED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、LCDおよびEP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れば、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。

10

【0004】

光の放射に関連するパッシブディスプレイの制限を克服するために、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、いわゆる「パネル」光源）である。例えば、バックライトはLCDまたはEP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LCDまたはEPディスプレイを通過する。バックライトにより放射された光は、LCDまたはEPディスプレイにより変調され、変調された光はその後、LCDまたはEPディスプレイから放射される。

20

【発明の概要】

【0005】

本開示は、以下の[1]から[20]を含む。

30

[1] 偏光混合ライトガイドであって、

光のビームを非ゼロの伝播角度で導波するための平板ライトガイドであって、上記光ビームが第1の偏光成分および第2の偏光成分を備え、上記偏光混合ライトガイドが、上記第1の偏光成分を有する上記導波光ビームの一部分を優先的に散乱させる、平板ライトガイドと、

上記導波光ビームの上記第1の偏光成分を、上記第1の偏光成分および上記第2の偏光成分の所定の線形結合に再分配するように構成され、上記導波光ビームの上記第2の偏光成分を、上記第1および第2の偏光成分の別の所定の線形結合に再分配するように構成された、上記平板ライトガイド内の偏光リターダと

40

を備える、偏光混合ライトガイド。

[2] 上記偏光リターダが、上記導波光ビームの上記第1の偏光成分と上記第2の偏光成分を

実質的に入れ替え、上記非ゼロの伝播角度で上記偏光リターダを通る上記導波光ビームの光路の長さが、上記導波光ビームの上記第1および第2の偏光成分の線形重畳間で約2分の1波長の微分位相遅延を導入するものである、上記[1]に記載の偏光混合ライトガイド。

[3] 上記偏光リターダが、上記第1の偏光成分が散乱される平板ライトガイド表面とは反対の上記平板ライトガイドの表面に隣接した層を備える、上記[1]に記載の偏光混合ライトガイド。

50

[4] 上記偏光リターダが、上記平板ライトガイド内に、上記平板ライトガイドの前面と背面の間でそれらから離間して位置付けられた層を備える、上記 [1] に記載の偏光混合ライトガイド。

[5] 上記偏光リターダが単軸のリターダ膜を備える、上記 [1] に記載の偏光混合ライトガイド。

[6] 上記第 1 の偏光成分を有する上記光ビームの上記一部分を、上記平板ライトガイド表面から離れるように方向付けられた複数の散乱する光ビームとして優先的に散乱させて外へ出すためのマルチビーム回折格子であって、上記複数の散乱する光ビームが、異なる散乱の角度方向を有する、マルチビーム回折格子を、上記平板ライトガイドの表面にさらに備え、

10

上記偏光混合ライトガイドが、マルチビーム格子ベースのバックライトである、上記 [1] に記載の偏光混合ライトガイド。

[7] 上記マルチビーム回折格子がチャープ回折格子を備える、上記 [6] に記載の偏光混合ライトガイド。

[8] 上記マルチビーム回折格子が、互いに離間した曲線状の溝および曲線状の隆線のうちの 1 つを備える、上記 [6] に記載の偏光混合ライトガイド。

[9] 上記 [6] に記載の偏光混合ライトガイドを備える 3 次元 (3 D) 電子ディスプレイであって、複数の散乱する光ビームのうちの 1 つの光ビームを変調するためのライトバルブをさらに備え、上記ライトバルブが上記マルチビーム回折格子に隣接しており、上記ライトバルブにより変調される上記散乱する光ビームが上記 3 D 電子ディスプレイの画素に対応する、3 次元 (3 D) 電子ディスプレイ。

20

[10] 非ゼロの伝播角度で光のビームを導波するための平板ライトガイドであって、上記導波光ビームの異なる偏光成分を、上記異なる偏光成分の所定の線形結合に再分配するための偏光リターダを含む平板ライトガイドと、

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のアレイであって、上記異なる偏光成分の第 1 の偏光成分の一部分を、カップリングして外へ出される複数の光ビームとして優先的にカップリングして外へ出し、上記カップリングして外へ出される光ビームを、上記表面から離れるように複数の異なる主極大角度方向に向けるためのマルチビーム回折格子のアレイと

を備え、

30

上記偏光リターダが、上記マルチビーム回折格子のアレイによる上記導波光ビームの活用を容易にする、3 次元 (3 D) 電子ディスプレイ。

[11] 上記複数の異なる主極大角度方向を有する上記カップリングして外へ出される光ビームを変調するためのライトバルブアレイであって、上記変調された光ビームが 3 D 電子ディスプレイの画素を表す、ライトバルブアレイ

をさらに備える、上記 [10] に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

[12] 上記ライトバルブアレイが、複数の液晶ライトバルブを備える、上記 [11] に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

[13] 上記偏光リターダが、上記マルチビーム回折格子アレイが位置付けられる上記平板ライトガイド表面とは反対の上記平板ライトガイドの表面に隣接した層である、上記 [10] に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

40

[14] 上記マルチビーム回折格子アレイのマルチビーム回折格子が、曲線状の回折特徴部を有するチャープ回折格子である、上記 [10] に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

[15] 上記異なる偏光成分の上記第 1 の偏光成分が、横電界 (T E) 偏光成分であり、上記異なる偏光成分の第 2 の偏光成分が、横磁界 (T M) 偏光成分であり、上記マルチビーム回折格子が、上記 T E 偏光成分の一部分を優先的にカップリングして外へ出す、上記 [10] に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

[16] 上記偏光リターダが、上記導波光ビームの上記 T E 偏光成分と上記 T M 偏光成分を実質的に入れ替える、上記 [15] に記載の 3 D 電子ディスプレイ。

50

[1 7] 電子ディスプレイの動作の方法であって、

光を非ゼロの伝搬角度で光の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
用いて回折によりカップリングして外へ出し、上記平板ライトガイドから離れるように複
数の異なる主極大角度方向に向けられたカップリングして外へ出される複数の光ビームを
生成する、ステップと、

上記導波光ビームの上記第 1 および第 2 の偏光成分を再分配し、第 1 の偏光成分および
第 2 の偏光成分の偏光混合を実現する、ステップとを備え、

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
記第 1 の偏光成分を優先的にカップリングして外へ出す、方法。

10

[1 8] 上記第 1 および第 2 の偏光成分を再分配する上記ステップの後、上記導波光ビー
ムの別の部分を別のマルチビーム回折格子を用いて回折によりカップリングして外へ出す
ステップと、

上記他の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の後、上記導波光ビー
ムの残りの部分の上記第 1 および第 2 の偏光成分を再分配するステップと
をさらに備える、上記 [1 7] に記載の電子ディスプレイの動作の方法。

[1 9] 上記導波光ビームの上記第 1 の偏光成分および上記第 2 の偏光成分を再分配する
上記ステップが、上記第 1 と第 2 の偏光成分を入れ替える、上記 [1 7] に記載の電子デ
イスプレイの動作の方法。

[2 0] 上記カップリングして外へ出される複数の光ビームを、対応する複数のライトバル
ブを用いて変調するステップであって、上記変調されたカップリングして外へ出される
複数の光ビームが 3 次元 (3 D) 電子ディスプレイの画素を形成する、変調するステップ
をさらに備える、上記 [1 7] に記載の電子ディスプレイの動作の方法。

20

本明細書で説明する原理による例の様々な特徴は、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照することにより、より容易に理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 6 】

【図 1】本明細書で説明する原理の一例による、光の伝播軸に沿った距離の関数として、漏れのある (leaky) ライトガイド内の光強度を示すグラフである。

30

【図 2 A】本明細書で説明する原理と一致した一例による偏光混合ライトガイドの断面図である。

【図 2 B】本明細書で説明する原理と一致した別の例による偏光混合ライトガイドの断面図である。

【図 3】本明細書で説明する原理と一致した一例による偏光混合ライトガイドの一部分の断面図である。

【図 4】本明細書で説明する原理と一致した一例による、図 2 A か図 2 B のいずれかに示される偏光混合ライトガイドの表面の一部分の斜視図である。

【図 5】本明細書で説明する原理と一致した一例による 3 D 電子ディスプレイのブロック図である。

40

【図 6】本明細書で説明する原理と一致した一例による電子ディスプレイの動作の方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 7 】

いくつかの例は、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。

【 0 0 0 8 】

本明細書で説明する原理による例では、例えば電子ディスプレイの背面照明に応用され

50

るライトガイドにおける偏光混合が実現される。特に、本明細書で説明する原理によれば、偏光混合によって、ライトガイド内の導波光ビームの偏光成分の光、またはその偏光成分に関連する光の再分配が実現される。さらに、偏光成分の光の再分配は、本明細書で説明するように、ライトガイドに沿った距離の関数として実現される。いくつかの例では、再分配によって、様々な偏光成分間、例えば、横電界（TE：transverse electric）偏光成分と横磁界（TM：transverse magnetic）偏光成分との間で、実質的に光を交換する、または入れ替えることができる。偏光成分に関連する光を（例えばライトガイドの長さに沿って周期的に）再分配することによって、導波光ビーム内の光のより均一な分配を、ライトガイド内でライトガイドに沿って達成することができる。特に、とりわけ特定の偏光成分（例えば、第1の、すなわちTE偏光成分）に主に関連する光が、優先的に散乱される、カップリングして外へ出される、または別の方法でライトガイドからその長さに沿って「漏れる」ように構成されるときに、より均一な分配が実現され得る。

10

【0009】

例えば、光は、導波光の光線の方向が明確に定義されるコリメートされたやり方で、または同じことであるがコリメートされた光のビームとして、ライトガイド（例えば平板ライトガイド）内で伝播することができる。さらに、ライトガイドは、いくつかの例では、コリメートされた導波光ビームの特定の偏光成分に関連する光を優先的に散乱させて外へ出すことができる。例えば、特定の偏光成分の優先的な散乱を実現する「散乱体」または「散乱中心」（例えば以下で説明するマルチビーム回折格子）が、ライトガイド内またはその表面に存在してもよい。特に、散乱中心は、散乱中心に入射する光の偏光に応じた散乱強度を有する異方性の散乱体とすることができる。例えば、2つの偏光軸のうちの第1の偏光軸に沿って偏光される光（すなわち、第1の偏光成分）は、散乱中心によって優先的にまたは「極大で」散乱されてもよく、一方2つの偏光軸のうちの第2の偏光軸に沿って偏光される光（すなわち、第2の偏光成分）は、散乱中心によって極小で散乱されてもよい。その結果、第1の偏光成分に関連するライトガイド内のコリメートされた導波光ビームの比率は、優先的に散乱することから、ライトガイドに沿った距離の関数として、第2の偏光成分に関連するコリメートされた導波光ビームの比率よりも大きな割合で減少することになる。

20

【0010】

様々な例によれば、ライトガイド内の偏光混合を使用して、偏光成分に関連する導波光ビームの光を再分配する（または、同じことであるが「偏光成分を再分配する」）ことができる。様々な例によれば、光の再分配によって、優先的な散乱の影響を緩和することができる。特に、偏光混合を用いて、第2の（すなわち、極小に散乱した）偏光成分に関連する光の部分を第1の偏光成分内に再分配して、優先的に散乱した偏光成分（すなわち、第1の偏光成分）を効果的に「補充する」ことができる。さらに、いくつかの例では、偏光混合は、第1および第2の偏光成分に関連する光を実質的に入れ替えることができる。例えば、第1の偏光成分は横電界（TE）偏光成分とすることができ、第2の偏光成分は横磁界（TM）偏光成分とすることができる。いくつかの例によれば、偏光混合による、または偏光混合を用いた光の再分配は、TE偏光成分とTM偏光成分の交換または入れ替えをもたらすことができる。さらに、いくつかの例によれば、偏光混合によって実現される偏光成分の光の再分配（または、同じことであるが「偏光成分の再分配」）は、ライトガイドの長さに沿って繰り返されても（例えば、周期的であっても）よい。いくつかの例によれば、偏光混合を用いて、ライトガイド内の導波光の第1および第2の成分を再分配し、およびいくつかの例ではそれらを入れ替えて（例えば周期的に入れ替えて）、例えば電子ディスプレイのバックライトのマルチビーム回折格子による導波光のより有効な活用を容易にすることができる。

30

40

【0011】

図1は、本明細書で説明する原理の一例による、光の伝播軸に沿った距離の関数として、漏れのあるライトガイド内の光強度を示すグラフである。特に、光の、「TE」と明示された第1の偏光成分の強度、および「TM」と明示された第2の偏光成分の強度は、距

50

離の関数として、または同じことであるが、ライトガイド内の導波光ビームの光路に沿った距離の関数として示される。さらに、図1のライトガイド内で導波される（例えば導波光ビームとしての）光は、例えば導波光ビームの第1の、すなわちTE偏光成分が、第2の、すなわちTM偏光成分に比べて優先的にカップリングされて外へ出る状態で、ライトガイドの長さに沿って散乱され、カップリングされ、または別のやり方で漏れて、外へ出るように構成されている。図1に示されるように、TE偏光成分とTM偏光成分の両方の強度は、導波光ビームの光がカップリングして外へ出された結果、指数関数的に減衰する。しかし、TE偏光成分は優先的にカップリングして外へ出されるので、TE偏光成分の強度は、TM偏光成分の強度よりも急速に減衰する。光をカップリングしてライトガイドから外へ出すためのマルチビーム回折格子を使用する電子ディスプレイのバックライトなどにおいて、いくつかの例では、カップリングして外へ出される光は、導波光ビームのTE偏光成分に主に関連し得る。マルチビーム回折格子を用いるそのような電子ディスプレイのバックライトにおけるTEおよびTM偏光成分の相対的な強度は、例えば図1に示されるように減衰することが観察される。

10

【0012】

また、図1に破線で示されるのは、本明細書で説明する原理の一例による、ライトガイドに沿った距離の関数としての導波光強度に偏光混合が与える効果を示す例である。特に、示されるように、偏光混合は、導波光ビームがライトガイドの長さに沿って進むときに導波光ビームのTE偏光成分とTM偏光成分を周期的に再分配する（例えば、入れ替える）。偏光混合の結果、（例えば導波光ビームのTE偏光成分とTM偏光成分の両方の）光強度の減衰は、2つの別々の偏光成分のいずれかに関連する個々の曲線（すなわち、TE偏光成分およびTM偏光成分の曲線）ではなく、図1に示される破線の曲線をたどることができる。言い換えれば、破線/破線の曲線によって示されるTE偏光成分とTM偏光成分の両方は、偏光混合によって、2つの別々の偏光成分の約「平均」である割合で効果的に減衰することができる。したがって、本明細書で説明する原理の様々な例によれば、偏光混合を用いて、導波光強度のより均一な分配がライトガイド内でライトガイドに沿って達成される。

20

【0013】

様々な例によれば、偏光混合は、平板ライトガイド内で光のビームとして導波される光と併せて用いられる。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、ストリップガイド、およびこれらの組み合わせうちの1つを含み得るがこれらに限定されない。

30

40

【0014】

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）または個別的（differentially）に平面状の層またはシートとして定義される。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、上面および下面はともに互いに隔てられ、個別的な意味で互いに実質的に平行である。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、上面および下面は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

50

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、単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での内部全反射が維持されることを確実にするように、十分大きな曲率半径を有する。

【0015】

本明細書で説明するいくつかの例によれば、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）が使用され得る。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

【0016】

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入射光（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

【0017】

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る。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る。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、ブレース化格子）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

40

【0018】

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、互いに異なる主極大角度方向（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極大角度方向を有する。例えば、複数の光ビームは、8つの異なる主極大角度方向を有する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

50

ビームの異なる主極大角度方向は、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格子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。

【 0 0 1 9 】

本明細書で説明する様々な例によれば、回折格子（例えばマルチビーム回折格子）によりライトガイドからカップリングして外へ出される光は、電子ディスプレイの画素を表す。特に、異なる主極大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、またはオート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る。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。さらに、異なる方向に向けられた光ビームは、様々な例によれば、光照射野を形成することができる。

【 0 0 2 0 】

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る。光源により生成される光は色を有してもよく、または光の特定の波長を含んでもよい。

【 0 0 2 1 】

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、 $\pm 10\%$ 、または $\pm 5\%$ 、または $\pm 1\%$ 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 $51\% \sim 100\%$ 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。

【 0 0 2 2 】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、偏光混合ライトガイドが提供される。図2Aは、本明細書で説明する原理と一致した一例による偏光混合ライトガイド100の断面図を示す。図2Bは、本明細書で説明する原理と一致した別の例による偏光混合ライトガイド100の断面図を示す。偏光混合ライトガイド100は偏光混合を使用して、偏光混合ライトガイド100内で導波される光の偏光成分を再分配する。特に、偏光混合ライトガイド100内での偏光混合によって、偏光混合ライトガイド100の光路に沿った導波光の偏光成分の分配を、偏光混合のない同様のライトガイドよりも、より均等に、一定して実現することが容易になり得る。例えば、選択された偏光成分（例えば、第1の

偏光成分)に関連する導波光ビームの光が、(例えば以下に説明する光ビーム102として)偏光混合ライトガイド100から優先的に散乱して外へ出されるとき、偏光混合ライトガイド100内での偏光混合ライトガイド100に沿ったより均等な、一定した光の分配が、偏光混合によって容易になり得る。

【0023】

示されるように、偏光混合ライトガイド100はライトガイド110を含む。特に、様々な例によれば、ライトガイド110は平板ライトガイド110である。平板ライトガイド110は、(例えば光源からの)光を、平板ライトガイド110の長さに沿って光のビームとして導波するように構成される。さらに、様々な例によれば、平板ライトガイド110は、その光のビーム(すなわち、導波光ビーム104)を非ゼロの伝播角度で導波するように構成される。本明細書において定義される非ゼロの伝播角度は、平板ライトガイド110の表面(例えば、上面または下面)に対する角度である。

10

【0024】

いくつかの例では、導波光ビームの非ゼロの伝播角度は、約10度~約50度とすることができる。いくつかの例では、導波光ビームの非ゼロの伝播角度は、約20度~約40度、または約25度~約35度とすることができる。例えば、非ゼロの伝播角度は約30度とすることができる。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る。

【0025】

いくつかの例では、光源からの光は、非ゼロの(例えば約30~35度の)伝播角度で平板ライトガイド110内に導入され得る、またはカップリングして入れられ得る。例えば、1つまたは複数のレンズ、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る。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、次いで、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。さらに、導波光ビーム104は、平板ライトガイド110内を非ゼロの伝播角度で伝播する。特に、平板ライトガイド110は、導波光ビーム104が平板ライトガイド110に沿って伝播するときに、平板ライトガイド110の上面と下面との間で導波光ビーム104を反射させる、または「跳ね返らせる」ことによって光を導波するように構成される。

20

30

【0026】

さらに、様々な例によれば、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」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から発散するまたは散乱する光線は、コリメートされた導波光ビーム104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。

40

【0027】

図2Aおよび図2Bに示されるように、導波光ビーム104は、概して水平な方向に(例えば、コリメートされた光ビームとして)、平板ライトガイド110に沿って伝播する。導波光ビーム104の全体的な伝播は、X軸に沿った方向を指す太線の水平な矢印として図2Aおよび図2Bにおいて左から右に示されている。さらに、例えば、伝播する導波光ビーム104の光線(例えば中心光線)は、平板ライトガイド110内の長い角度のついた矢印として表される。例えば、導波光ビーム104は、平板ライトガイド110内で光の1つまたは複数の光学モードを表してもよい。さらに、示されるように、導波光ビーム104は、内部全反射に起因した、平板ライトガイド110の材料(例えば誘電体)と

50

周囲の媒体との間の境界面における平板ライトガイド 110 の壁面（例えば、上面または前面と、下面または背面）からの「跳ね返り」または反射により、全体的な伝播方向に伝播する。

【0028】

いくつかの例では、平板ライトガイド 110 は、誘電体材料などの光学的に透明な材料の、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（例えばポリ（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いし、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。

10

【0029】

様々な例によれば、導波光ビーム 104 は、第 1 の偏光成分および第 2 の偏光成分を有する。様々な例によれば、第 1 および第 2 の偏光成分は、互いに実質的に直交してもよい。いくつかの例では、第 1 の偏光成分は横電界（TE）偏光成分であり、第 2 の偏光成分は横磁界（TM）偏光成分である。

20

【0030】

いくつかの例では、導波光ビーム 104 は、最初、実質的に偏光されていない、または同じことであるが「ランダムに偏光された」光として平板ライトガイド 110 にカップリングして入れられてもよい。別の例では、導波光ビーム 104 は、平板ライトガイド 110 にカップリングして入れられるときには任意の偏光を有してもよい。したがって、導波光ビーム 104 の一部分は、第 1 の偏光成分に関連している、または同じことであるが第 1 の偏光成分であるとみなすことができる。同様に、導波光ビーム 104 の別の部分は、導波光ビーム 104 の第 2 の偏光成分に関連する、または同じことであるが第 2 の偏光成分であるとみなすことができる。様々な例によれば、光の複数の部分、または第 1 と第 2 の偏光成分がともに組み合わせられて、導波光ビーム 104 を構成する。特に、いくつかの例によれば、導波光ビーム 104 は、2 つの直交する偏光成分（例えば第 1 および第 2 の偏光成分）の重畳によって表されてもよい。

30

【0031】

いくつかの例では、平板ライトガイド 110 内では、特に、平板ライトガイド 110 の入力端部の近傍では、第 1 の偏光成分に対応するまたは関連する導波光ビーム 104 の第 1 の部分の特性（例えば、強度、量、レベルなど）は、第 2 の偏光成分に対応するまたは関連する導波光ビーム 104 の第 2 の部分の特性（例えば強度など）にほぼ等しくてもよい。言い換えれば、平板ライトガイド 110 の入力端部において、実質的に偏光されていないまたは任意に偏光された導波光ビーム 104 の光は、第 1 と第 2 の偏光成分（例えば TE 偏光成分と TM 偏光成分）とでほぼ等しく分配され得る。他の例では、導波光ビーム 104 の第 1 の偏光成分の部分の特性が、第 2 の偏光成分の部分よりも大きい、第 2 の偏光成分の部分の特性が、第 1 の偏光成分の部分よりも大きいかのいずれかである。

40

【0032】

図 2 A および図 2 B に示されるように、偏光混合ライトガイド 100 は、平板ライトガイド 110 内に偏光リターダ（polarization retarder）120 をさらに含む。偏光リターダ 120 は、導波光ビーム 104 の第 1 の偏光成分および第 2 の偏光成分を、第 1 および第 2 の偏光成分の線形結合に再分配するように構成される。いくつかの例によれば、再分配は、導波光ビーム 104 の第 1 と第 2 の偏光成分を入れ替えてもよい。

50

【 0 0 3 3 】

特に、導波光ビーム 1 0 4 が非ゼロの伝播角度で偏光リターダ 1 2 0 を通過するとき、偏光リターダ 1 2 0 は、第 1 の偏光成分に関連する導波光ビーム 1 0 4 の光（または光部分）を、第 1 の偏光成分および第 2 の偏光成分の所定の線形結合に再分配するように構成される。加えて、偏光リターダ 1 2 0 は、第 2 の偏光成分に関連する導波光ビームの光（または光部分）を、第 1 および第 2 の偏光成分の別の所定の線形結合に再分配するように構成される。例えば、第 1 の偏光成分が T E 偏光成分（ e_{TE} ）であり、第 2 の偏光成分が T M 偏光成分（ e_{TM} ）である場合、偏光リターダ 1 2 0 は、T E 偏光成分 e_{TE} に関連する光部分を、T E 偏光成分と T M 偏光成分の線形結合に再分配することができる（例えば、 $e_{TE} = a \cdot e_{TE} + b \cdot e_{TM}$ 、ここで a 、 b は、 $|a|^2 + |b|^2 = 1$ である 0 ~ 1 の整数である）。同様に、例えば、偏光リターダ 1 2 0 は、T M 偏光成分 e_{TM} に関連する光部分を、T E 偏光成分と T M 偏光成分の別の線形結合に再分配することができる（例えば、 $e_{TM} = c \cdot e_{TE} + d \cdot e_{TM}$ 、ここで c 、 d は、 $|c|^2 + |d|^2 = 1$ である 0 ~ 1 の整数である）。

10

【 0 0 3 4 】

いくつかの例では、偏光リターダ 1 2 0 によって実現される光の再分配は、導波光ビーム 1 0 4 の第 1 と第 2 の偏光成分を入れ替える、または少なくとも実質的に入れ替えることができる。「入れ替える」とは、第 1 の偏光成分に関連する光に対応する導波光ビーム 1 0 4 の部分が、効果的に第 2 の偏光成分に「変換され」、第 2 の偏光成分に関連する光に対応する導波光ビーム 1 0 4 の部分が、第 1 の偏光成分に効果的に「変換される」ことを意味する。例えば、線形結合の結果、すべての T E 偏光成分 e_{TE} が T M 偏光成分 e_{TM} だけに再分散され、すべての T M 偏光成分 e_{TM} が T E 偏光成分 e_{TE} だけに再分散される場合（例えば、 $|a| = 0$ 、 $|b| = 1$ 、および $|c| = 0$ 、 $|d| = 1$ ）、T E 偏光成分と T M 偏光成分は入れ替えられる。言い換えれば、偏光リターダ 1 2 0 は、導波光ビーム 1 0 4 の第 1 の偏光成分と第 2 の偏光成分を実質的に互いに交換する。

20

【 0 0 3 5 】

偏光リターダ 1 2 0 の例には、様々な複屈折結晶（例えば、雲母、方解石、石英など）、複屈折ポリマー、および液晶リターダが含まれるが、これらには限定されない。いくつかの例では、偏光リターダ 1 2 0 は単軸のリターダとすることができ、他の例では、多軸リターダを使用することができる。

30

【 0 0 3 6 】

いくつかの例では、偏光リターダ 1 2 0 は「半波長」板としての働きをすることができる。すなわち、非ゼロの伝播角度で偏光リターダ 1 2 0 を通る導波光ビーム 1 0 4 の光路の全長は、導波光ビーム 1 0 4 の偏光成分の線形重畳間で、約 2 分の 1 波長の微分位相遅延（differential phase delay）を導入するように構成される。例えば、2 分の 1 波長の微分位相遅延は、式（1）により与えられる第 1 の偏光成分 e_1 と、式（2）により与えられる第 2 の偏光成分 e_2 との線形重畳間の位相遅延または位相差とすることができる。

【 0 0 3 7 】

【 数 1 】

40

$$e_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(e_{TE} + e_{TM}) \quad (1)$$

【 0 0 3 8 】

【数 2】

$$e_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}(e_{TE} - e_{TM}) \quad (2)$$

ここで、 e_{TE} および e_{TM} は、それぞれ TE 偏光成分および TM 偏光成分である。様々な例によれば、約 2 分の 1 波長の微分位相遅延は、偏光リターダ 120 の出力または出射点において、第 1 の（例えば TE）偏光成分と第 2 の（例えば TM）偏光成分を実質的に入れ替える。

10

【0039】

いくつかの例では（例えば、図 2 A および図 2 B に示されるように）、偏光リターダ 120 は偏光リターダ膜または層を備える。例えば、偏光リターダ 120 は、第 1 および第 2 の偏光成分の上述した微分位相遅延を実現するように構成された、または同じことであるが、それぞれ第 1 および第 2 の偏光成分に関連する光の上述した再分配を実現するように構成された複屈折を有するポリマー膜または層を備えてもよい。いくつかの例では、偏光リターダ 120 は、単軸のリターダ膜（例えば、ポリマー単軸リターダ膜）を備えてもよい。いくつかの例では、偏光リターダ 120 の偏光リターダ材料は、ライトガイドの誘電体材料に隣接して、それに埋め込まれて、またはそれに囲まれて提供される。偏光リターダ材料の層として、例えば、偏光リターダ 120 は、平板ライトガイドと同一平面にある連続した層であってもよいし、連続していない層（例えば、ライトガイドとともに分配された島状の材料（islands of the material））であってもよい。

20

【0040】

いくつかの例では、偏光リターダ 120 は、平板ライトガイド 110 の表面に隣接する層または膜（例えば、「偏光リターダ層」120）を備えてもよい。例えば、偏光リターダ層 120 は、平板ライトガイド 110 の背面または前面のいずれかに隣接してもよい。さらに、いくつかの例では、偏光リターダ層 120 は、平板ライトガイド 110 から（例えば、以下でさらに説明される光ビーム 102 として）光が散乱して外へ出る平板ライトガイド表面とは反対の、平板ライトガイド 110 の表面に隣接してもよい。例えば、図 2 A に示されるように、偏光リターダ層 120 は、光ビーム 120 が（例えば、以下で説明されるマルチビーム回折格子によって）散乱される平板ライトガイド 110 の前面とは反対の、平板ライトガイド 110 の背面に隣接している。他の例では、偏光リターダ層 120 は、図 2 B に示されるように、平板ライトガイド 110 内で、平板ライトガイド 110 の前面と背面との間にあるがそれらの両方から離間して位置付けられてもよい。

30

【0041】

いくつかの例では、偏光リターダ層 120 は平板ライトガイド 110 と実質的に同一平面にある。例えば、偏光リターダ層 120 は、（例えば、図 2 A のように）平板ライトガイド 110 の背面に形成または塗布された層であってもよい。別の例では、偏光リターダ層 120 は、（例えば図 2 B のように）偏光リターダ層 120 の表面（例えば上面）が、平板ライトガイド 110 の表面（例えば上面）に実質的に平行であるがその表面から離間するように、平板ライトガイド 110 内に位置してもよい。例えば、偏光リターダ層 120 は、偏光リターダ層 120 とともに平板ライトガイド 110 を形成する他の 2 つの層間に積層される、接着される、または他のやり方で貼り付けられてもよい。したがって、平板ライトガイド 110 内で実質的に平行に位置する偏光リターダ層 120 は、定義上、平板ライトガイド 110 と同一平面にある。他の例では、偏光リターダ層 120 は、平板ライトガイド 110 内で、平板ライトガイド表面の一方または両方に対してある角度で位置付けられてもよく、したがって、偏光リターダ層 120 は、平板ライトガイド 110 とは実質的に同一平面にはない。

40

【0042】

さらに他の例では、平板ライトガイド 110 それ自体が偏光リターダ 120 であっても

50

よい。例えば、偏光リターダ 120 は、平板ライトガイド 110 に沿ってその中に分配された複数の偏光リターダの領域またはブロックとして実装されてもよい。例えば、偏光リターダ 120 を構成する偏光リターダ領域は、平板ライトガイド 110 の長さに沿って周期的に位置付けられてもよい。別の例では、例えば、平板ライトガイド 110 は、平板ライトガイド 110 それ自体またはその実質的な一部分が偏光リターダ 120 になるような複屈折を呈する材料を備える。

【0043】

図 3 は、本明細書で説明する原理と一致した一例による、偏光混合ライトガイド 100 の一部分を示す断面図である。特に、図 3 の断面図は、偏光混合ライトガイド 100 の平板ライトガイド 110 の背面 112 に隣接した偏光リターダ層 120 を含む平板ライトガイド 110 の一部分の例を示す。例えば、図 3 に示される偏光混合ライトガイドの一部分は、図 2A に示される偏光混合ライトガイド 100 の一部分とすることができる。この例では、偏光リターダ層 120 の背面は、示されるように平板ライトガイド 110 の背面 112 に相当する、またはそれと同じ位置にあることに留意されたい。

【0044】

平板ライトガイド 110 内の導波光ビーム 104 は、伝播方向（左から右）に向けられた、「 \rightarrow 」として表される非ゼロの角度を有するベクトルとして示される。例えば、ベクトルは、導波光ビーム 104 の主極大ポインティングベクトルに対応してもよい。例えば、示されるように、非ゼロの伝播角度 θ は、約 30 度である。さらに、導波光ビーム 104 の第 1 の偏光成分 104' を表す第 1 のベクトル（中央に黒点のある円として示されて、偏光リターダ層 120 の上面に平行な、ページから出る方向を指すベクトルを表す）と、偏光リターダ 120 に入る前の第 1 の偏光成分 104' と直交する第 2 の偏光成分 104'' を表す第 2 のベクトルとが示される。図 3 に示されるように、第 1 および第 2 の偏光成分 104'、104'' は互いに直交し、同じく導波光ビーム 104 の主極大ポインティングベクトルにも直交する。例えば、偏光リターダ層 120 の入力または入射位置 122 において、第 1 の偏光成分 104' は導波光ビーム 104 の TE 偏光成分に対応してもよく、第 2 の偏光成分 104'' は導波光ビーム 104 の TM 偏光成分に対応してもよい。

【0045】

図 3 に示されるように、導波光ビーム 104 は、平板ライトガイド 110 の背面 112 にぶつかるまで偏光リターダ層 120 を第 1 の方向に通過する。背面 112 において、導波光ビーム 104 は内部全反射によって反射され、次いで偏光リターダ層 120 を 2 度目通過する。導波光ビーム 104 は、出力または出射位置 124 において偏光リターダ層 120 から出射する。示されるように導波光ビーム 104 は、偏光リターダ層 120 を効果的に 2 度通過することに留意されたい。したがって、導波光ビーム 104 は、偏光リターダ層 120 の入射位置 122 から出射位置 124 まで偏光リターダ層 120 を通って「往復」する。

【0046】

上記で説明したように、往復中、偏光リターダ層 120 は、第 1 および第 2 の偏光成分 104'、104'' に関連する光を再分配する。特に示されるように、偏光リターダ層 120 は、第 2 の偏光成分 104'' が偏光リターダ層 120 の上面に平行に偏光リターダ層 120 から出射し（中央に + を有する円として示されてページに入る方向を表すベクトル）、第 1 の偏光成分 104' が、図 3 の第 2 の偏光成分 104'' に直交するベクトルとして偏光リターダ層 120 の上面から離れる方向を指して出射するように、導波光の偏光を回転させる。

【0047】

したがって、偏光リターダ層 120 の出射位置 124 において、第 1 の偏光成分 104' はここで導波光ビーム 104 の第 2 の偏光成分に対応する、または第 2 の偏光成分に効果的に変換されており、第 2 の偏光成分 104'' はここで導波光ビーム 104 の第 1 の偏光成分 104' に対応する、または第 1 の偏光成分 104' に効率的に変換されている（すなわち、導波光ビーム 104 は、180 度偏光回転されている）。言い換えれば、図 3

10

20

30

40

50

に示されるように、導波光ビーム 104 の第 1 の偏光成分 104' と第 2 の偏光成分 104'' とが、偏光リターダ 120 を通過する往復、およびそれに関連する光の再分配によって入れ替えられている。

【0048】

例えば、偏光リターダ層 120 は、異常屈折率 n_e により特徴付けられる異常軸または遅軸と、常屈折率 n_o により特徴付けられる常軸または速軸とを有する単軸の複屈折材料層とすることができ、ここで速軸は遅軸に直交する。さらに、図 3 に示される例を参照すると、遅軸は、偏光リターダ層 120 の上面の平面（例えば図 3 の $x-y$ 平面）において導波光ビーム 104 の伝播方向に対して（すなわち、 x 方向に沿って）角度 θ だけ回転されてもよい。図 3 に示される非ゼロの伝播角度 θ と、上記の式 (1) および (2) によって与えられる偏光成分 e_1 、 e_2 とを有する導波光ビーム 104 については、タンジェントがサインに等しくなる（すなわち、 $\tan(\theta) = \sin(\theta)$ ）ように偏光リターダ層 120 の回転角度 θ が選ばれる場合、往復の微分位相遅延 δ は、

【0049】

【数 3】

$$\delta = 2t \left(\sqrt{n_1^2 - n_o^2 \cos^2(\theta)} - \sqrt{n_2^2 - n_o^2 \cos^2(\theta)} \right)$$

ここで

$$n_1 = n_o \text{ かつ } \frac{1}{n_2} = \frac{1}{n_o^2} \left(\frac{1 - \sin^2(\theta)}{1 + \sin^2(\theta)} \right) + \frac{1}{n_e^2} \left(\frac{2 \sin(\theta)}{1 + \sin^2(\theta)} \right)$$

(3)

として式 (3) により与えられ得、ここで t は、 z 方向における偏光リターダ層 120 の厚さである。いくつかの例によれば、往復の微分位相遅延 δ が波長 λ の 2 分の 1 に等しくなる（ $\delta = \lambda / 2$ ）ように回転角度 θ が選ばれる場合、偏光成分 e_1 、 e_2 は、図 3 の偏光リターダ層 120 を通る往復によって入れ替えられることになる。

【0050】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、偏光混合ライトガイド 100 は、偏光混合ライトガイド 100 から出て行くように方向付けられた複数の光ビーム 102 をもたらすまたは発生させるように構成されたマルチビーム格子ベースのバックライトとすることができる、そのバックライトに含まれることができる、またはそのバックライトとして機能することができる。さらに、様々な例によれば、光ビーム 102 は、複数の異なる所定の方向に出て行くように方向付けられる。いくつかの例では、異なる方向を有する複数の光ビーム 102 は、電子ディスプレイの複数の画素を形成することができる。さらに、いくつかの例では、電子ディスプレイは、いわゆる「裸眼」3次元（3D）電子ディスプレイ（例えばマルチビューディスプレイ）である。特に、複数の光ビーム 102 は、3D 情報のディスプレイをサポートする光照射野を形成することができる。

【0051】

特に、様々な例によれば、複数の光ビームのうちの 1 つの光ビーム 102 は、複数の光ビームのうちの他の光ビーム 102 とは異なる主極大角度方向を有するように構成されてもよい（例えば、図 2A ~ 図 2B を参照）。さらに、光ビーム 102 は比較的狭い角度広がり（angular spread）を有してもよい。したがって、光ビーム 102 は、マルチビーム格子ベースのバックライトから離れるように実質的に光ビーム 102 の主極大角度方向によって確立される方向に向けられ得る。いくつかの例では、光ビーム 102 は（例えば、以下で説明されるライトパルスによって）個々に変調されてもよい。例えば、マルチビーム回折格子ベースのバックライトから離れるように異なる方向に向けられた複数の光ビーム 102 の個々の変調は、3D 電子ディスプレイ用途に対して特に有用であり得る。

【 0 0 5 2 】

再び図 2 A ~ 図 2 B を参照すると、マルチビーム回折格子ベースのバックライトとして機能する偏光混合ライトガイド 1 0 0 は、さらにマルチビーム回折格子 1 3 0 を含む。様々な例によれば（例えば図 2 A ~ 図 2 B に示されるように）、マルチビーム回折格子 1 3 0 は、平板ライトガイド 1 1 0 の表面（例えば前面）に位置付けられており、回折カップリングによりまたは回折カップリングを用いて、平板ライトガイド 1 1 0 から導波光ビーム 1 0 4 の一部分または複数部分を散乱させるように、または回折によりカップリングして外へ出すように構成される。特に、カップリングして外へ出される導波光ビーム 1 0 4 の部分は、複数の光ビーム 1 0 2 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される。上記で説明したように、複数の光ビーム 1 0 2 のそれぞれは、（例えば、複数の光ビームが光照射野を形成するような）異なる主極大角度方向を有する。さらに、様々な例によれば、光ビーム 1 0 2 は、マルチビーム回折格子 1 3 0 が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回折により方向変更される。

10

【 0 0 5 3 】

概して、様々な例によれば、マルチビーム回折格子 1 3 0 により生成される光ビーム 1 0 2 は、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 2 A ~ 図 2 B は、発散する複数の光ビーム 1 0 2 を示す。光ビーム 1 0 2 が発散するか収束するかは、マルチビーム回折格子 1 3 0 の特性（例えばチャープ方向）に対する導波光ビーム 1 0 4 の伝播方向により決定される。光ビーム 1 0 2 が発散しているいくつかの例では、発散する光ビーム 1 0 2 は、マルチビーム回折格子 1 3 0 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 1 3 0（例えば平板ライトガイドの前面）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

【 0 0 5 4 】

図 2 A ~ 図 2 B にさらに示されるように、マルチビーム回折格子 1 3 0 は、回折を実現するように構成された複数の回折特徴部 1 3 2 を含む。実現される回折により、平板ライトガイド 1 1 0 からの導波光ビーム 1 0 4 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 1 3 0 は、回折特徴部 1 3 2 として機能する、平板ライトガイド 1 1 0 の表面内の（例えば、図 2 B に示される）溝、および平板ライトガイド表面から突出した（例えば図 2 A に示される）隆線の一方または両方を含んでもよい。これらの溝および隆線は、互いに平行に配置されてもよく、回折特徴部 1 3 2 に沿った少なくともある点では、マルチビーム回折格子 1 3 0 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 1 0 4 の伝播方向に垂直に配置されてもよい。

30

【 0 0 5 5 】

いくつかの例では、溝および隆線は、表面内へエッチング、ミリング、もしくはモールドされてもよく、または表面上に塗布されてもよい。したがって、マルチビーム回折格子 1 3 0 の材料は、平板ライトガイド 1 1 0 の材料を含み得る。図 2 A に示すように、例えば、マルチビーム回折格子 1 3 0 は、平板ライトガイド 1 1 0 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 2 B では、マルチビーム回折格子 1 3 0 は、平板ライトガイド 1 1 0 の表面を貫通する実質的に平行な複数の溝 1 3 2 を含む。他の例では（図示せず）、マルチビーム回折格子 1 3 0 は、ライトガイド表面に堆積された、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

【 0 0 5 6 】

様々な例によれば、マルチビーム回折格子 1 3 0 は、平板ライトガイド 1 1 0 の表面上、表面上、または表面内に様々な構成で配置され得る。例えば、マルチビーム回折格子 1 3 0 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（例えば、マルチビーム回折格子）の 1 つの要素（member）とすることができる。例えば、マルチビーム回折格子 1 3 0 の行と列は、マルチビーム回折格子 1 3 0 の矩形のアレイを表してもよい。別の例では、複数のマルチビーム回折格子 1 3 0 は、円形のアレイを含むがこれに限定され

50

ない別のアレイとして配置されてもよい。さらに別の例では、複数のマルチビーム回折格子 130 は、平板ライトガイド 110 の表面にわたって実質的にランダムに分配されてもよい。

【0057】

いくつかの例によれば、マルチビーム回折格子 130 は、チャープ回折格子 130 を含んでもよい。図 2A ~ 図 2B に示すように、定義上、「チャープ回折格子」130 は、チャープ回折格子 130 の範囲または長さによって変化する回折特徴部の回折ピッチまたは間隔 d 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 d は、「チャープ」と呼ばれる。その結果、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 104 は、チャープ回折格子 130 にわたるそれぞれの光ビーム 102 の異なる原点に対応する異なる回折角度の光ビーム 102 として、チャープ回折格子 130 から出射する、または放射される。チャープのおかげで、チャープ回折格子 130 は、異なる主極大角度方向を有する複数の光ビーム 102 を生成することができる。

10

【0058】

いくつかの例では、チャープ回折格子 130 は、距離とともに線形に変化する回折間隔 d のチャープを有するまたは呈することができる。したがって、チャープ回折格子 130 は、「線形チャープ」回折格子と呼ぶことができる。例えば、図 2A ~ 図 2B は、マルチビーム回折格子 130 を線形チャープ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 132 は、マルチビーム回折格子 130 の第 1 の端部 130' においては、第 2 の端部 130'' においてよりも互いに近くにある。さらに、示される回折特徴部 132 の回折間隔 d は、第 1 の端部 130' から第 2 の端部 130'' まで線形に変化する。

20

【0059】

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 130 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、導波光ビーム 104 が第 1 の端部 130' から第 2 の端部 130'' の方向に（例えば図 2A ~ 図 2B 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 が第 2 の端部 130'' から第 1 の端部 130' に（図示せず）伝播するときには、収束光ビーム 102 が生成され得る。

30

【0060】

別の例では（図示せず）、チャープ回折格子 130 は、回折間隔 d の非線形チャープを呈してもよい。チャープ回折格子 130 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プは、指数関数チャープ、対数チャープ、および別の実質的に不均一またはランダムであるが依然として単調に変化するチャープを含むが、これらに限定されない。正弦波チャープ、または三角形（もしくは鋸歯状）チャープなどであるが、これらに限定されない非単調なチャープも使用可能である。

【0061】

40

図 4 は、本明細書で説明する原理と一致した一例による、図 2A または図 2B のいずれかに示される、マルチビーム回折格子 130 を含む偏光混合ライトガイド 100 の表面の一部分の斜視図を示す。特に、図 4 は、図 2A ~ 図 2B のマルチビーム回折格子 130 の斜視図を示す。示されるように、マルチビーム回折格子 130 は、平板ライトガイド 110 の表面内でまたは表面上で曲線状のかつチャープされた回折特徴部 132（例えば溝または隆線）を含む（すなわち、マルチビーム回折格子 130 は曲線状のチャープ回折格子である）。導波光ビーム 104 は、例として図 4 に示される、マルチビーム回折格子 130 および平板ライトガイド 110 に対する入射方向を有する。また図 4 は、平板ライトガイド 110 の表面でマルチビーム回折格子 130 から離れる方向を指す複数の放射された光ビーム 102 も示す。示されるように、光ビーム 102 は、複数の異なる主極大角度方

50

向に放射される。特に、放射された光ビーム 102 の異なる主極大角度方向は、示されるように、方位角および仰角の両方において異なる。上記で説明したように、回折特徴部 132 のチャープと回折特徴部 132 の曲線との両方によって、放射される光ビーム 102 の異なる主極大角度方向がもたらされ得る。

【0062】

様々な例によれば、マルチビーム回折格子 130 は、第 2 の偏光成分に比べて第 1 の偏光成分に関連する導波光ビーム 104 の部分を優先的に散乱させる、またはカップリングして外へ出すことができる。例えば、マルチビーム回折格子 130 は、TE 偏光成分に関連する導波光ビーム 104 の光部分を、TM 偏光成分に関連する導波光ビーム 104 の光部分の約 3 倍 (3×) 多く優先的にカップリングして外へ出す、または散乱させることができる。1 つの偏光成分 (例えば TE 偏光成分) を、別の偏光成分 (例えば TM 偏光成分) と比較したとき優先的に散乱させる、またはカップリングして外へ出すことは、マルチビーム回折格子 130 にぶつかった後で平板ライトガイド 110 内に残っている導波光ビーム 104 の偏光成分それぞれの相対的なレベルまたは強度を変化させることになる。相対的な「レベル」の変化とは、偏光成分の相対的な強度量、相対的な力、または相対的なエネルギーが変化することを意味する。様々な例によれば、上記で説明した偏光リターダ 120 により実現される偏光混合は、偏光成分の相対的なレベルのこの変化の影響を緩和することができる。

【0063】

例えば、上記で説明したように、マルチビーム回折格子 130 が、導波光ビーム 104 の第 1 すなわち TE 偏光成分をより多く優先的にカップリングして外へ出した後、残りの導波光ビーム 104 の TE 偏光成分のレベルは、偏光リターダ 120 を用いて TM 偏光成分の一部を TE 偏光成分に再分配する (例えば、入れ替える) ことによって、さらなる TE 偏光成分で効果的に「補充」することができる。様々な例によれば、偏光混合は、TM 偏光成分を消費して TE 偏光成分のレベルを効果的に増大させるように機能する。したがって、導波光ビーム 104 が偏光リターダ 120 を通って往復するとき、または往復した後、残りの導波光ビーム 104 のより大きい部分が、TE 偏光成分に相当することになる。例えば、残りの導波光ビーム 104 は、マルチビーム回折格子 130 によるその後の回折カップリングによってカップリングして外へ出されるように利用可能な TE 偏光成分に関連する光の部分を、偏光混合のない場合よりも多く有することができる。様々な例によれば、平板ライトガイド 110 内で偏光混合によって再分配される、または入れ替えられるいかなる 2 つの任意の偏光成分についても、同じことが当てはまり得る。

【0064】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、電子ディスプレイが提供される。電子ディスプレイは、変調された光ビームを電子ディスプレイの画素として放射するように構成される。さらに、様々な例では、変調された光ビームは、複数の異なる方向に向けられた変調された光ビームとして、電子ディスプレイの視認方向に向かって優先的に方向付けられてもよい。いくつかの例では、電子ディスプレイは、3 次元 (3D) 電子ディスプレイ (例えば裸眼の 3D 電子ディスプレイ) である。様々な例によれば、変調され、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は、3D 電子ディスプレイに関連する異なる「視像 (view)」に対応する。例えば、異なる「視像」は、3D 電子ディスプレイにより表示される情報の「裸眼の」(例えばオートステレオスコピックな、またはホログラフィックな) 表現を実現することができる。

【0065】

図 5 は、本明細書で説明する原理と一致した一例による 3D 電子ディスプレイ 200 のブロック図を示す。図 5 に示される 3D 電子ディスプレイ 200 は、光のビームとして光を導波するための平板ライトガイド 210 を含む。例えば、光のビームはコリメートされてもよい。平板ライトガイド 210 内の導波光ビームは、3D 電子ディスプレイ 200 によって放射される変調された光ビーム 202 になる光の発生源である。いくつかの例によれば、平板ライトガイド 210 は、偏光混合ライトガイド 100 またはマルチビーム回折

10

20

30

40

50

格子ベースのバックライトに関して上記で説明した平板ライトガイド 1 1 0 と実質的に同様であってもよい。例えば平板ライトガイド 2 1 0 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。

【 0 0 6 6 】

さらに、平板ライトガイド 2 1 0 は、導波光ビームの偏光成分の光を、偏光成分の所定の結合に再分配する（または同じことであるが、「偏光成分を再分配する」）ための偏光リターダ層 2 1 2 を含む。いくつかの例では、再分配は、導波光の第 1 の偏光成分と第 2 の偏光成分を入れ替えることができる。例えば、第 1 の偏光成分は横電界（TE）偏光成分とすることができ、第 2 の偏光成分は横磁界（TM）偏光成分とすることができ、いくつかの例によれば、平板ライトガイド 2 1 0 の偏光リターダ層 2 1 2 は、偏光混合ライトガイド 1 0 0 またはマルチビーム回折格子ベースのバックライトに関して上記で説明した偏光リターダ層 1 2 0 と実質的に同様であってもよい。特にいくつかの例によれば、本明細書における定義上、偏光リターダ層 2 1 2 による偏光成分の光または偏光成分に関連する光の再分配は、偏光リターダ層 1 2 0 に関して上記で説明した光の一部分の再分配と実質的に同様である。

10

【 0 0 6 7 】

図 5 に示される 3 D 電子ディスプレイ 2 0 0 は、さらにマルチビーム回折格子 2 2 0 のアレイを含む。マルチビーム回折格子 2 2 0 のアレイは、平板ライトガイド 2 1 0 の表面にある、またはそれに隣接している。いくつかの例では、アレイのマルチビーム回折格子 2 2 0 は、上記で説明したマルチビーム回折格子ベースのバックライトとして機能する偏光混合ライトガイド 1 0 0 のマルチビーム回折格子 1 3 0 と実質的に同様であってもよい。特に、マルチビーム回折格子 2 2 0 は、導波光ビームの第 1 の（例えば TE）偏光成分の部分を、複数の光ビーム 2 0 4 として散乱させる、またはカップリングして外へ出すように構成される。さらに、マルチビーム回折格子 2 2 0 は、複数の光ビーム 2 0 4 を、対応する複数の異なる主極大角度方向に向けるように構成される。

20

【 0 0 6 8 】

いくつかの例では、マルチビーム回折格子 2 2 0 は、チャープ回折格子を含む。いくつかの例では、マルチビーム回折格子 2 2 0 の回折特徴部（例えば、溝、隆線など）は、曲線状の回折特徴部である。さらに他の例では、アレイのマルチビーム回折格子 2 2 0 は、曲線状の回折特徴部を有するチャープ回折格子を含む。例えば、曲線状の回折特徴部は、曲線状の（すなわち、連続的に曲線状または区分的に曲線状の）隆線または溝と、マルチビーム回折格子 2 2 0 にわたって距離の関数として変化し得る曲線状の回折特徴部間の間隔とを含んでもよい。

30

【 0 0 6 9 】

さらに、いくつかの例では、偏光リターダ層 2 1 2 は、マルチビーム回折格子アレイが位置付けられる平板ライトガイド表面とは反対の、平板ライトガイド 2 1 0 の面に隣接している。他の例では、偏光リターダ層 2 1 2 は、平板ライトガイド 2 1 0 の前面と背面の間に、その前面と背面の両方から離間して位置付けられる。いくつかの例では、偏光リターダ層 2 1 2 は、実質的に平板ライトガイド 2 1 0 全体にわたって分配されてもよい。例えば、平板ライトガイド 2 1 0 は、平板ライトガイド 2 1 0 が偏光リターダ層 2 1 2 でもあるように、複屈折材料を備えることができる。

40

【 0 0 7 0 】

図 5 に示されるように、3 D 電子ディスプレイ 2 0 0 は、ライトバルブアレイ 2 3 0 をさらに含む。様々な例によれば、ライトバルブアレイ 2 3 0 は、複数の異なる方向に向けられた光ビーム 2 0 4 を変調するように構成された複数のライトバルブを含む。特に、ライトバルブアレイ 2 3 0 のライトバルブは、異なる方向に向けられた光ビーム 2 0 4 を変調して、3 D 電子ディスプレイ 2 0 0 の画素である変調された光ビーム 2 0 2 をもたらす

50

。さらに、変調された、異なる方向に向けられた光ビーム 202 のうちの異なる光ビームは、3D電子ディスプレイの異なる視像に対応し得る。様々な例では、液晶ライトバルブ、エレクトロウェットティング・ライトバルブ、および電気泳動ライトバルブを含むがこれらに限定されないライトバルブアレイ 230 の異なるタイプのライトバルブが用いられてもよい。図5では、光ビーム 202 の変調を表すために破線が用いられている。

【0071】

いくつかの例では（例えば図5に示されるように）、3D電子ディスプレイ200はさらに光源240を含む。光源240は、平板ライトガイド210内を導波光として伝播する光をもたらすように構成される。特に、いくつかの例によれば、導波光は、平板ライトガイド210の縁部または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。様々な例では、光源240は、発光ダイオード（LED）、蛍光灯、およびレーザのうちの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とすることができる。いくつかの例では、光源240は、特定の色により表される狭帯域のスペクトルを有する実質的に単色の光を生成することができる。特に、この単色光の色は、特定の色域またはカラーモデル（例えば、赤-緑-青（RGB）カラーモデル）の原色とすることができる。例えば、レンズ、コリメート反射体、または同様のデバイスが、光をカップリングして平板ライトガイド110内へ、その端部または縁部において入れることを容易にすることができる。

【0072】

本明細書で説明する原理のいくつかの例によれば、電子ディスプレイの動作の方法が提供される。図6は、本明細書で説明する原理と一致した一例による、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6に示されるように、電子ディスプレイの動作の方法300は、光を非ゼロの伝播角度で光のビームとして平板ライトガイド内で導波するステップ310を含む。いくつかの例では、平板ライトガイドおよび導波光は、偏光混合ライトガイド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104と実質的に同様であってもよい。特に、いくつかの例では、平板ライトガイドは内部全反射により導波光ビームを導波してもよく310、導波光ビームはコリメートされてもよい。さらに、いくつかの例では、平板ライトガイドは、実質的に平面状の誘電体光導波路、またはスラブ導波路（例えば、平面状の誘電体シート）であってもよい。

【0073】

図6に示されるように、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320をさらに含む。様々な例によれば、マルチビーム回折格子は、平板ライトガイドの表面に位置付けられる。例えば、マルチビーム回折格子は、平板ライトガイドの表面に溝、隆線などとして形成されてもよい。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。いくつかの例では、マルチビーム回折格子は、マルチビーム回折格子ベースのバックライトとして機能する偏光混合ライトガイド100に関して上記で説明したマルチビーム回折格子130と実質的に同様である。

【0074】

特に、マルチビーム回折格子によって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導波光の部分は、複数の光ビームを生成する。複数の光ビームは、平板ライトガイド表面から離れるように方向変更される。さらに、表面から離れるように方向変更された、複数の光ビームうちの1つの光ビームは、複数のうちの他の光ビームとは異なる主極大角度方向を有する。いくつかの例では、複数のうちの方向変更された各光ビームは、複数のうちの他の光ビームに対して異なる主極大角度方向を有する。

【0075】

さらに、マルチビーム回折格子によって回折により外へ出される320導波光の部分は、実質的に第1の偏光成分に対応する部分であってもよい。特に、導波光の第2の偏光成

10

20

30

40

50

分に比べて、第1の偏光成分のより大きい部分が、回折によりカップリングして外へ出され得る320。例えば、マルチビーム回折格子は、マルチビーム回折格子が位置付けられている表面の近傍で、導波光の第1の偏光成分を優先的に回折によりカップリングして外へ出すことができる320。第2の偏光成分は、実質的にカップリングして外へ出されることがないか、またはマルチビーム回折格子によって第1の偏光成分よりも非常に低いレベルで回折格子によりカップリングして外へ出されるかのいずれかであってもよい。いくつかの例では、第1の偏光成分は横電界 (TE) 偏光成分とすることができ、第2の偏光成分は横磁界 (TM) 偏光成分とすることができ。

【0076】

様々な例によれば、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、マルチビーム回折格子を越えた平板ライトガイドの領域において（例えば、マルチビーム回折格子から下流の平板ライトガイドの光路にさらに沿って）、導波光の第1の偏光成分と第2の偏光成分の割合を変更することができる。例えば、マルチビーム回折格子は、導波光が進む光路を表す平板ライトガイドの長さに沿って位置するマルチビーム回折格子のアレイの第1の要素であってもよい。導波光の一部分が、マルチビーム回折格子のアレイの第1の要素によって回折によりカップリングして外へ出された320後、平板ライトガイド内に残っている導波光の部分は、上述した非ゼロの伝播角度でアレイの別のマルチビーム回折格子に向かって導波されてもよい。例えば、第1の要素による回折によりカップリングして外へ出すステップ320の後に残っている導波光の部分は、第1のマルチビーム回折格子の要素による回折によりカップリングして外へ出すステップ320で生成された割合が変化した結果、第1の偏光成分（例えばTE偏光成分）のレベルよりも高いレベルの第2の偏光成分（例えばTM偏光成分）を含み得る。

【0077】

様々な例によれば（例えば図6に示されるように）、電子ディスプレイの動作の方法300は、さらに、第1および第2の偏光成分の偏光混合を実現するために導波光ビームの第1の偏光成分および第2の偏光成分に関連する光を再分配するステップ330を含む。偏光混合を実現するために偏光成分に関連する光を再分配するステップ330は、導波光を回折によりカップリングして外へ出すステップ320の後の残りの導波光に対して実行することができる。いくつかの例では、光を再分配するステップ330は、偏光混合を実現するために導波光の第1の偏光成分と第2の偏光成分を入れ替えることができる。様々な例によれば、第1および第2の偏光成分に関連する光を再分配するステップ330は、偏光混合ライトガイド1000に関して上記で説明した偏光リターダ120と実質的に同様の偏光リターダによって実現されてもよい。

【0078】

特に、第1の偏光成分および第2の偏光成分に関連する光を再分配するステップ330は、導波光ビームを偏光リターダ層に通すステップを含むことができる。いくつかの例によれば、偏光リターダ層は、第1の偏光成分と第2の偏光成分との間で、またはそれらの線形重畳間で約2分の1波長の微分位相遅延を導入するのに十分な長さの総往復光路を提供することができる。第1および第2の偏光成分に関連する光を再分配するステップ330により達成される偏光混合の結果、導波光の第1の（例えばTE）偏光成分が補充される、すなわち、偏光混合前の第2の偏光成分のレベルに相当するレベルを有するようになり得る。さらに、第1および第2の偏光成分に関連する光を再分配するステップ330により達成される偏光混合の結果、導波光の第2の偏光成分のレベルが、そのような偏光混合前の第1の偏光成分のレベルに相当するようになり得る。

【0079】

いくつかの例によれば、平板ライトガイド内で光を導波するステップ310、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、ならびに第1および第2の偏光成分に関連する光を再分配するステップ330は、繰り返されてもよい。特に、電子ディスプレイの動作の方法300は、さらに、第1および第2の偏光成分に関連する光

を再分配するステップの後、別のマルチビーム回折格子を用いて導波光の別の部分を回折によりカップリングして外へ出すステップを含んでもよい。さらに、電子ディスプレイの動作の方法 300 は、他の部分を回折によりカップリングして外へ出すステップの後、第 1 および第 2 の偏光成分に関連する光を再分配するステップを含んでもよい。例えば、他の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ってもよく、アレイの要素は、導波光の光路を表す平板ライトガイドの長さに沿って位置付けられる。このように（図示せず）、例えば、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、およびその後、残りの導波光の第 1 および第 2 の偏光成分に関連する光を再分配するステップは、平板ライトガイドの長さに沿ったアレイのマルチビーム回折格子毎に繰り返されてもよい。光を回折によりカップリングして外へ出すステップ 320、および再分配するステップ 330 を平板ライトガイド内の導波光ビームに対して繰り返すことは、電子ディスプレイの動作中に、光を再分配するステップ 330 がいない場合よりも実質的に一定のレベルのまたは強度の、カップリングして外へ出される光ビームを生成することができる。

【0080】

いくつかの例によれば（図示せず）、電子ディスプレイの動作の方法 300 は、例えば図 5 に示されるように、マルチビーム回折格子によって平板ライトガイドから回折により外へ出される 320 複数の光ビームを、対応する複数のライトバルブを用いて変調するステップをさらに含む。例えば、複数の光ビームは、対応する複数のライトバルブを通過することによって、または別のやり方でそれと相互作用することによって、変調され得る。変調された光ビームは、3 次元（3D）電子ディスプレイの画素を形成することができる。例えば、変調された光ビームは、3D 電子ディスプレイ（例えば、裸眼の 3D 電子ディスプレイ）の複数の視像を提供することができる。

【0081】

いくつかの例では、3D 電子ディスプレイは、上記で説明した 3D 電子ディスプレイ 200 と実質的に同様であってもよい。さらに、様々な例によれば、光ビームを変調するのに使用されるライトバルブは、上記で説明した 3D 電子ディスプレイ 200 のライトバルブアレイ 230 のライトバルブと実質的に同様であってもよい。例えば、ライトバルブは、液晶ライトバルブを含んでもよい。別の例では、ライトバルブは、エレクトロウェットティング・ライトバルブ、または電気泳動ライトバルブを含むがこれらに限定されない別のタイプのライトバルブであってもよい。

【0082】

このように、平板ライトガイド内で偏光混合を実現するために偏光リターダを使用する偏光混合ライトガイド、マルチビーム格子ベースのバックライトとして構成される偏光混合ライトガイド、3D 電子ディスプレイ、および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。

【符号の説明】

【0083】

- 100 偏光混合ライトガイド／マルチビーム回折格子ベースのバックライト
- 102 光ビーム
- 104 導波光ビーム
- 104' 第 1 の偏光成分
- 104" 第 2 の偏光成分
- 110 平板ライトガイド
- 112 背面
- 120 偏光リターダ
- 122 入射位置

10

20

30

40

50

- 1 2 4 出射位置
- 1 3 0 マルチビーム回折格子 / チャープ回折格子
- 1 3 0 ' 第 1 の端部
- 1 3 0 " 第 2 の端部
- 1 3 2 回折特徴部
- 2 0 0 3 D 電子ディスプレイ
- 2 0 2 光ビーム
- 2 0 4 光ビーム
- 2 1 0 平板ライトガイド
- 2 1 2 偏光リターダ層
- 2 2 0 マルチビーム回折格子
- 2 3 0 ライトバルブアレイ
- 2 4 0 光源

10

【図 1】

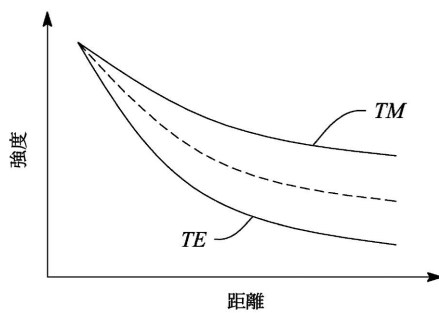


図 1

【図 2 B】

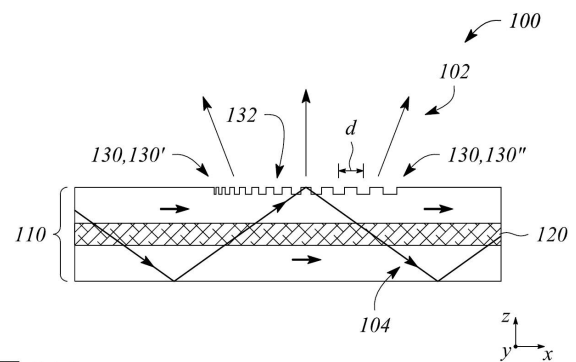


図 2 B

【図 2 A】

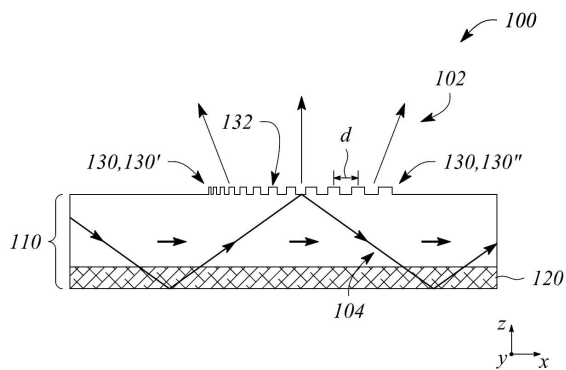


図 2 A

【図 3】

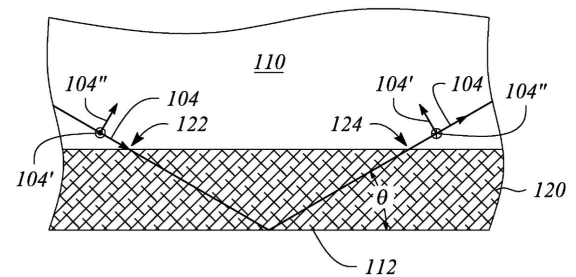


図 3

【図4】

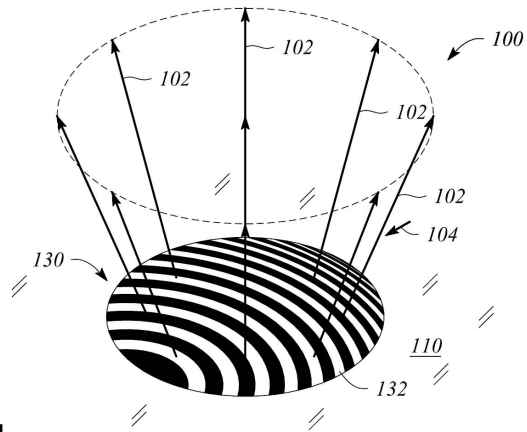


図4

【図5】

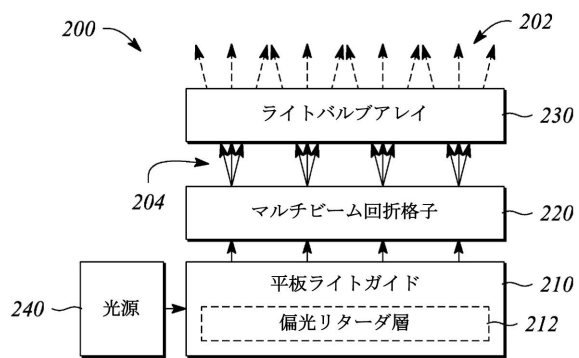


図5

【図6】

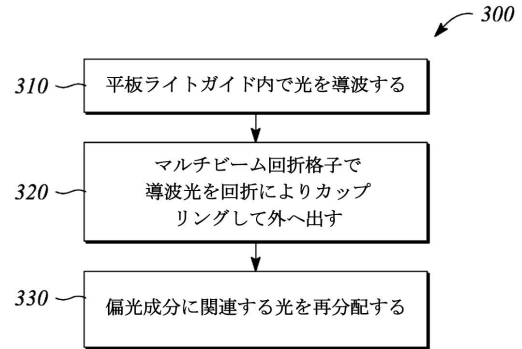


図6

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
F 2 1 V	5/02	(2006.01)
G 0 2 B	6/00	(2006.01)
F 2 1 Y	115/10	(2016.01)
F 2 1 Y	115/15	(2016.01)

F 2 1 V	5/02	4 0 0
G 0 2 B	6/00	3 3 1
F 2 1 Y	115:10	
F 2 1 Y	115:15	

(74)代理人 100104282

弁理士 鈴木 康仁

(72)発明者 ファットル, デイビッド, エー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 2 5, メンロー パーク, スイート 3 0 3, サンド
 ヒル ロード 2 4 4 0, レイア インコーポレイテッド

審査官 竹中 辰利

(56)参考文献 特開平 0 9 - 0 4 3 5 9 4 (J P , A)

特表平 1 0 - 5 0 8 1 5 1 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 3 / 1 8 0 7 3 7 (W O , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 7 6 1 6 5 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 5 1 9 2 7 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

F 2 1 S	2 / 0 0
F 2 1 V	5 / 0 2
G 0 2 B	6 / 0 0
G 0 2 B	6 / 1 2 4
G 0 2 B	6 / 1 2 6
G 0 2 B	2 7 / 2 6
G 0 2 F	1 / 1 3 3 5 7
F 2 1 Y	1 1 5 / 1 0
F 2 1 Y	1 1 5 / 1 5