

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6570546号
(P6570546)

(45) 発行日 令和1年9月4日 (2019. 9. 4)

(24) 登録日 令和1年8月16日 (2019. 8. 16)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 B 10/116 (2013. 01)

HO 4 B 10/2581 (2013. 01)

HO 5 B 37/02 (2006. 01)

HO 4 B 10/116

HO 4 B 10/2581

HO 5 B 37/02

Z

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-568524 (P2016-568524)	(73) 特許権者	500520743
(86) (22) 出願日	平成27年2月23日 (2015. 2. 23)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公表番号	特表2017-521895 (P2017-521895A)		The Boeing Company
(43) 公表日	平成29年8月3日 (2017. 8. 3)		アメリカ合衆国、60606-2016
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/017148		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(87) 国際公開番号	W02015/178981	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開日	平成27年11月26日 (2015. 11. 26)		園田・小林特許業務法人
審査請求日	平成30年2月19日 (2018. 2. 19)	(72) 発明者	クリュッグ, ウィリアム ビー.
(31) 優先権主張番号	14/282, 385		アメリカ合衆国 イリノイ 60606,
(32) 優先日	平成26年5月20日 (2014. 5. 20)		シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	審査官	前田 典之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔配置された照明アレイを使用する照明及びデータ通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の特定の場所へ、且つ、複数の特定の場所から、可視光及びデータを通信するための可視光通信（VLC）システムを備える航空機照明システムであって、

航空機の客室内にある複数の特定の場所に設けられた照明ユニット、
前記航空機の一元化された場所に配置された少なくとも1つの光源照明アレイであって、

各々が可視光を生成するように構成された、前記少なくとも1つの光源照明アレイの複数の照明要素であって、少なくとも約100メガヘルツの速度での変調のために構成された、複数の照明要素と、

データ送信目的で各々が少なくとも約100メガヘルツの周波数で変調している可視光を検出するように構成された複数の光検出デバイスとを備える、少なくとも1つの光源照明アレイ、及び

前記光源照明アレイと通信する端部を有し、且つ光及びデータを前記照明ユニットに提供するように適合されたプラスチック光ファイバー（POF）ケーブルを備え、

前記POFケーブルが、前記複数の照明要素によって生成された可視光を前記複数の特定の場所にある前記照明ユニットへ送信するように適合され、且つ可視光を前記複数の特定の場所から前記複数の光検出デバイスへ送信するように適合され、

前記POFケーブルが、複数のファイバーコアを含み、

前記複数の照明要素のうちの各々が、前記 P O F ケーブルの前記複数のファイバーコアのうちの 1 つに対応し、前記複数の光検出デバイスのうちの各々が、前記 P O F ケーブルの前記複数のファイバーコアのうちの 1 つに対応し、

前記複数の照明要素が、表を下にした構成で基板の表面上に直接的に取り付けられ、前記照明要素の光放射要素が、前記 P O F ケーブルの前記端部と対向するように配置されている、航空機照明システム。

【請求項 2】

前記複数の照明要素が、同じタイプであり、少なくとも単一色の可視光を生成する、請求項 1 に記載の航空機照明システム。

【請求項 3】

前記複数の照明要素が、少なくとも 2 つの異なる色の可視光を生成するように構成されている、請求項 1 に記載の航空機照明システム。

【請求項 4】

前記 P O F ケーブルと通信する光回路を更に備える、請求項 1 に記載の航空機照明システム。

【請求項 5】

前記光回路が、光スイッチ、光カプラー及びマルチプレクサのうち少なくとも 1 つを含む、請求項 4 に記載の航空機照明システム。

【請求項 6】

前記光源照明アレイが、微小画素化された発光ダイオード（L E D）アレイと垂直キャビティ面発光レーザ（V C S E L）要素のアレイとを含む群から選択される、請求項 1 に記載の航空機照明システム。

【請求項 7】

可視光通信（V L C）システムを使用してデータを通信する方法であって、
航空機の一元化された場所に配置された光源照明アレイの複数の照明要素であって、各々が少なくとも約 1 0 0 メガヘルツの速度での変調のために構成された、複数の照明要素によって可視光を生成すること、

前記可視光をプラスチック光ファイバー（P O F）ケーブルの端部へ通信すること、
前記複数の照明要素によって生成された前記可視光を、前記 P O F ケーブルによって、前記航空機の客室内にある複数の特定の場所に設けられた照明ユニットへ送信すること、及び

前記 P O F ケーブルによって、前記複数の特定の場所から光源照明アレイの部分である複数の光検出デバイスへ、可視光を送信すること
を含み、

前記光検出デバイスが、各々、少なくとも約 1 0 0 メガヘルツの周波数で変調している可視光を検出するように構成されており、

前記 P O F ケーブルが、複数のファイバーコアを含み、

前記複数の照明要素のうちの各々が、前記 P O F ケーブルの前記複数のファイバーコアのうち 1 つに対応し、前記複数の光検出デバイスのうちの各々が、前記 P O F ケーブルの前記複数のファイバーコアのうちの 1 つに対応し、

前記複数の照明要素が、表を下にした構成で基板の表面上に直接的に取り付けられ、前記照明要素の光放射要素が、前記 P O F ケーブルの前記端部と対向するように配置されている、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示のシステムは、照明システムに関し、特に、光源照明アレイ、及び、光源照明アレイによって生成された可視光を複数の特定の場所へ送信するためのプラスチック光ファイバー（P O F）、を有する照明システムに関する。

【背景技術】

【0002】

可視光通信（VLC）は、発光体が可視光を使用して情報を無線送信する技術である。VLCを適用することによって、電子機器が、互いに無線通信できる。VLCは、無線周波数（RF）傍受に対して安全であり、比較的低い電力の可視光発光ダイオード（LED）又はレーザ照明を調節することによって実行され得る。これらの特性のために、RFベースの機器の使用が制限され、LED照明が既に存在する航空機内で、VLCを無線通信媒体として使用することは殊に有利であり得る。

【0003】

LEDベースの照明システムは、例えば、白熱照明又は蛍光照明などの他のタイプの照明システムを超えた、幾つかのエネルギー及び信頼性に関する利点を提供し得る。したがって、あるタイプの航空機は、客室内の照明のためにLEDベースの照明システムを利用し得る。LEDベースの照明システムが、他のタイプの照明システムを超えた幾つかの利点を提供する一方で、従来のタイプのLED照明システムも欠点を有している。例えば、従来のLED照明モジュールは、適正な接合部温度を維持し、それによって、LEDによって放射される光が色を変化させないようにするために、比較的大きなヒートシンクを必要とし得る。更に、航空機が、通常、数多くのLED照明モジュールを含むことは理解されるべきである。これは、LED照明モジュールが、航空機の客室内の天井又は個々の座席の領域に対して提供されるからである。したがって、何百もの個別のLED照明モジュールが、潜在的に、航空機の客室内で使用され得る。各LED照明モジュールは、照明モジュールにおいて個別の電力及び制御配線並びに電子機器を必要とする。結果として、客室に光を当てるための従来のLED照明システムは、設置、パッケージ、及び維持のために比較的高価となり得る。最後に、従来のタイプのLED照明システムは、VLCをサポートすることができない。これは、従来のLEDが、変調周波数において非常に制限され、VLCをサポートするのに十分速く変調され得ないからである。

【発明の概要】

【0004】

本開示の照明システムは、上述の課題を克服することができ、電力、制御、変調、及びヒートシンクを、単一の場所へと統合する。したがって、本開示の照明システムは、各々が個別の電力及び制御配線並びに電子機器を必要とする、航空機の客室内の何百もの個々のLED照明モジュールを必要とし得ない。結果として、客室に光を当てるための本開示の照明システムは、現在利用可能な幾つかの照明システムと比較して、設置、パッケージ、動作、及び維持に費用がかからないだろう。これは、本開示の照明システムが、可視光を送信するために、プラスチック光ファイバー（POF）ケーブルなどの、受動素子のみを必要とするからである。

【0005】

一態様では、複数の特定の場所へ光を送信するための照明システムが開示される。該照明システムは、少なくとも1つの光源照明アレイ及びPOFケーブルを含み得る。光源照明アレイは、複数の照明要素を備え得る。複数の照明要素は、各々が可視光を生成するように構成され得る。POFケーブルは、照明アレイと通信する端部を有し得る。POFケーブルは、照明アレイによって生成された可視光を特定の場所へ送信し得る。

【0006】

別の一態様では、可視光及びデータを複数の特定の場所へ且つ複数の特定の場所から通信するための可視光通信（VLC）システムが開示される。VLCシステムは、少なくとも1つの光源照明アレイ及びPOFケーブルを含む。無線データ通信のための光源照明アレイは、複数の照明要素及び複数の光検出デバイスを備える。照明要素は、各々が可視光を生成するように構成され、少なくとも約100メガヘルツ（MHz）の速度での変調のために構成される。光検出デバイスは、各々が、少なくとも約100MHzの周波数で変調する可視光を検出するように構成される。POFケーブルは、光源照明アレイと通信する端部を有し得る。POFケーブルは、複数の照明要素によって生成された可視光を、照明のために特定の場所へ送信し、無線データ通信のために、可視光を特定の場所から複数

の光検出デバイスへ送信する。

【0007】

更に別の一態様では、可視光通信（VLC）システムを使用してデータを通信する方法が開示される。該方法は、複数の照明要素によって可視光を生成することを含む。複数の照明要素は、各々が、少なくとも約100MHzの速度での変調のために構成され得る。該方法は、可視光をPOFの端部へ通信することも含み得る。該方法は、複数の照明要素によって生成された可視光を、POFケーブルによって、複数の特定の場所へ送信することも含み得る。

【0008】

本開示の方法及びシステムの他の目的及び利点は、下記の記載、添付図面、及び添付の特許請求の範囲から明らかとなろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】航空機及び本開示の照明システムの図である。

【図2】図1で示された航空機の客室の図である。

【図3】図1の本開示の照明システムで使用される、マルチコアプラスチック光ファイバー（POF）ケーブルの概略断面図である。

【図4A】図1で示された照明システム内で使用される例示的な照明アレイの概略図であり、可視光が二方向へ送信される。

【図4B】（セクション4B-4Bに沿って切り取られた）図4AのPOFケーブルの断面図である。

【図4C】図4Aで示された照明アレイの代替的なアプローチの概略図であり、可視光が一方向においてのみ送信又は受信される。

【図4D】図4Aで示された照明アレイの代替的なアプローチの概略図であり、可視光が一方向においてのみ送信又は受信される。

【図4E】（セクション4E-4Eに沿って切り取られた）図4C-図4DのPOFケーブルの断面図である。

【図5A】図4Aで示された照明アレイの代替的な一実施例の概略図である。

【図5B】（セクション5B-5Bに沿って切り取られた）図5AのPOFケーブルの断面図である。

【図5C】図5Aで示された照明アレイの代替的なアプローチの概略図であり、可視光が一方向においてのみ送信又は受信される。

【図5D】図5Aで示された照明アレイの代替的なアプローチの概略図であり、可視光が一方向においてのみ送信又は受信される。

【図5E】（セクション5E-5Eに沿って切り取られた）図5C-図5DのPOFケーブルの断面図である。

【図6】例示的な波長分割多重化（WDM）光ネットワークの概略図である。

【図7】例示的な空間分割多重化（SDM）光ネットワークの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1-図2で示されるように、本開示の一態様による照明システム10が、航空機20内で採用され得る。照明システム10は、（図4Aで示される）1以上の照明アレイ24又は（図5Aで示される）1以上の照明アレイ124と同様に、1以上のマルチコアプラスチック光ファイバー（POF）ケーブル22を含み得る。1つのアプローチでは、照明システム10が、航空機20の客室26の内装に光を当てるために使用され得る。照明システム10は、航空機20の客室26内に配置された乗客読書用ライトを発光させるためにも使用され得る。照明システム10は、米国電気電子学会（IEEE）標準802.15.7に基づいた、可視光通信（VLC）システムをサポートするためにも使用され得る。照明アレイ24（図4A参照）又は照明アレイ124（図5A参照）は、航空機20の一元化された場所に配置され得る。例えば、照明アレイ24、124は、航空機20の電

気／電子（E／E）ベイ 30 内に配置され得る。照明アレイ 24、124 は、一元化された可視光源として働き、POF ケーブル 22 は、以下でより詳細に説明されるように、航空機 20 内の多数の場所へ可視光を送信するために使用され得る。

【0011】

図 2 を参照すると、単一の POF ケーブル 22 が、航空機 20 の客室 26 内に配置された読書用照明ユニット 32 の単一のコラムに、光及び無線データ通信を提供し得る。図 2 で示されているように、読書用ライトの 3 つのコラムが存在し、それらは、C1、C2、及び C3 としてラベルが付けられている。示されている実施例では、POF ケーブル 22 が、コラム C1 内の照明ユニット 32 に光及び無線データを提供する。しかし、光及び無線データは、更なる POF ケーブルを通して、照明ユニット 32 の残りのコラム C2 及び C3 へ供給され得ることに留意されたい。照明ユニット 32 は、各々が、航空機 20 の客室 26 内に配置された特定の座席 34 に対応し、それらへ可視光を提供する。例えば、図 2 で示されているように、（可視光を送信するよう駆動されるように示されている）一番奥の照明ユニット 32 は、示されている座席 34 のうちの 1 つに可視光を提供するために使用され得る。POF ケーブル 22 は、航空機 20 の天井領域 36 内で、座席 34 の上方に経路指定され得る。特に、POF ケーブル 22 は、航空機 20 の乗客サービスユニット（PSU）40 及び環境制御システム（ECS）配管 42 の上方に経路指定され得る。

【0012】

図 1 - 図 2 は航空機 20 内で採用される照明システム 10 を示しているが、当業者は、照明システム 10 が、遠隔照明ユニットが照明及び／又はデータサービスを様々な場所へ提供する、様々な照明又は無線通信の用途で使用され得ることを理解するだろう。例えば、照明システム 10 は、事務所又は住居などの建物内で使用され得る。別の 1 つのアプローチでは、照明システム 10 が、例えば、バス、列車、又は船舶などの輸送体内でも使用され得る。

【0013】

1 つのアプローチでは、POF ケーブル 22 が、各々、多数のプラスチックファイバーを含み得る。図 3 は、例示的な POF ケーブル 22 の断面図である。図 3 で見られるように、POF ケーブル 22 は、プラスチックジャケット 52 内に含まれている、複数の離散したファイバーコア要素 50 を含み得る。各ファイバーコア要素 50 は、以下でより詳細に説明されるように、可視光を送信及び受信するために使用され得る。例示的な 1 つのアプローチでは、ファイバーコア要素 50 が、ポリメチルメタクリレート（PMMA）から構築され得る。1 つのアプローチでは、POF ケーブル 22 が、航空機 20 などの構造体内での設置のために必要とされる 3 次元の柔軟性を有する、概して円筒形状のマルチファイバー光ケーブルであり得る。特に、POF ケーブル 22 は、照明システム 10 が採用され得る航空機又は他の構造体内で、通常、見られる比較的狭い空間へと曲げられ又はさもなければ操作され得る。更に、POF ケーブル 22 は、ガラス光ファイバーケーブルなどの幾つかの他のタイプの光ファイバーケーブルと比較して、比較的低い弾性係数のみならず伸長による破壊に対する比較的高い抵抗性も含み得る。したがって、POF ケーブル 22 は、殊に、光ファイバーケーブルが設置又は使用の際に伸長され得る、航空機 20（図 1 参照）又は任意の他の用途で利用されるのに適切である。更に、概して円筒形状のマルチファイバーケーブルは、比較的狭い空間又は曲げが見られ得る、ケーブルの 3 次元の経路指定を可能にし得る。それとは異なり、平坦なマルチファイバーケーブルは、そのような機能を持たない。

【0014】

図 4 A は、単一の照明アレイ 24、POF ケーブル 22 の端部 60、及び焦点レンズ光アレイ 62 の側面断面図である。照明アレイ 24 は、基板 70、複数の照明要素 72 A～72 D、及び複数の光検出デバイス 74 A～74 D を含み得る。照明要素 72 A～72 D は、POF ケーブル 22 のファイバーコア要素 50 のうちの 1 つを介して送信される可視光を生成するように構成された任意のタイプの光源であり得る。照明システム 10 が VLC 機能も含むならば、照明要素 72 A～72 D は、データ送信目的で、少なくとも約 10

0メガヘルツ（MHz）の周波数で変調されることも可能である。図4Aで示されている例示的なアプローチでは、照明アレイ24が、（マイクロLEDアレイとも呼ばれる）微小画素化された（micro-pixelated）発光ダイオード（LED）アレイであり、各照明要素72A～72Dは画素と呼ばれ得る。代替的に、別の1つのアプローチでは、照明アレイ24が、垂直キャビティ面発光レーザ（VCSEL）要素のアレイであり得る。

【0015】

光検出デバイス74A～74Dは、可視光を検出するように構成された任意のタイプのデバイスを含み得る。1つのアプローチでは、光検出デバイス74A～74Dは、データ送信目的で、少なくとも約100MHzの周波数で変調された光を検出することができる。少なくとも約100MHzの周波数で変調している可視光を検出することができる光検出デバイスの、ある実施例は、例えば、金属-半導体-金属の光検出器（MSM検出器）又はシリコン（Si）光検出器を含む。以下でより詳細に説明されるように、1つのアプローチでは、客室26（図2参照）内に配置されたVLC可能デバイスによって生成された可視光が、POFケーブル22を介して、光検出デバイス74A～74Dへ通信され得る。したがって、図4Aで示されている実施例では、照明アレイ24が、光源として使用され得るだけでなく、同様に無線通信媒体としても使用され得る。

【0016】

図4Aで示されている実施例では、光検出デバイス74A～74Dが、交互方式で（すなわち、照明要素が光検出デバイスに取り囲まれる方式で）、基板70上に配置され得る。図4Bは、セクションライン4B-4Bに沿って切り取られたPOFケーブル22の断面図であり、ファイバーコア要素50が、個別の列R1及びR2に配置され得る。「X」は、照明アレイ24へ向かって方向付けられた可視光として指定され（すなわち、ファイバーコア要素50が、光を、光検出器74A～74Dのうちの1つへ送信し）、「O」は、照明アレイ24から離れるように方向付けられた可視光として指定される（すなわち、ファイバーコア要素50が、光を、照明要素72A～72Dのうちの1つから送信する）。図4Aと図4Bの両方を参照すると、同じ列内で互いに直接的に隣接して配置されたファイバーコア要素50は、反対の方向へ送信される可視光を有する。例えば、照明要素72A～72Dのうちの1つから光を送信する列R1内に配置された（「O」として指定された）ファイバーコア要素50は、光検出デバイス74A～74Dのうちの1つへ光を送信する（「X」として指定された）ファイバーコア要素50と直接的に隣接する。図4Bは、単一の列内に4つのファイバーコア要素50のみを示しているが、当業者は、各ファイバーコア要素50が、照明要素72A～72D又は光検出デバイス74A～74Dのうちの1つと位置合わせされ得ることを容易に理解するだろう。

【0017】

図4C～図4Eは、同じ列内の照明要素の全て又は光検出デバイスの全てが、1つの方向においてのみ光を送信し得る、照明アレイ24の代替的な配置を示している。例えば、図4Cは、照明要素72A～72Hの1つの列の図であり、図4Dは、光検出デバイス74A～74Hの1つの列の図であり、且つ、図4Eは、セクションライン4E-4Eに沿って切り取られた、POFケーブル22の断面図である。図4Eで見られるように、照明要素72A～72Hと光検出デバイス74A～74Hは、一連の交互な列において配置され、それによって、同じ列内の互いに隣接するファイバーコア要素50が、ただ1つの方向においてのみ光を送信し得る。図4C～図4Eで示された配置は、送信デバイス（照明要素72A～72D）と受信デバイス（光検出デバイス74A～74D）との間のクロストークの量を実質的に低減又は除去し得る。

【0018】

図4Aに戻って参照すると、1つのアプローチでは、基板70が例えばシリコンなどの半導体基板であり得る。照明要素72A～72D及び光検出デバイス74A～74Dは、フリップチップ（flipped chip）技術を使用して、基板70の表面78に取り付けられ、（図示せぬ）各照明要素72A～72Dの光の放射及び検出フィーチャが、

10

20

30

40

50

基板70の1つの側面上でPOFケーブル22の端部60と対向するように方向付けられる。フリップチップ技術は、照明要素72A~72D及び光検出デバイス74A~74Dなどの半導体デバイスを、互いに、及び、基板70上に配置された他の送信及び受信デバイスに電氣的に相互接続するために使用され得る。特に、フリップチップ技術を使用するときに、照明要素72A~72D及び光検出デバイス74A~74Dは、表を下にした(face-down)構成で、基板70の表面78上に直接的に取り付けられ得る。フリップチップ技術を使用して照明要素72A~72D及び光検出デバイス74A~74Dを基板70の表面78上に直接的に接合することは、基板70がデバイス支持体と同様にヒートシンクとして働き得るので、パッケージングにおける柔軟性を提供し得る。特に、基板70は、照明要素72A~72D及び光検出デバイス74A~74Dによって生成される熱を消散させ得る。更に、基板70は、照明要素72A~72D及び光検出デバイス74A~74Dに対する支持も提供し得る。

10

【0019】

焦点レンズ光アレイ62が、POFケーブル22の端部60と照明アレイ24との間に配置され得る。焦点レンズ光アレイ62は、各マイクロレンズ80が単一の照明要素72又は光検出器74のいずれかに対応するところの、マイクロレンズ80のアレイを含み得る。マイクロレンズ80は、照明要素72のうちの1つによって生成された光を、POFケーブル22のファイバーコア要素50のうちの対応する1つに集中させ得る。代替的に、マイクロレンズ80は、POFケーブル22のファイバーコア要素50のうちの1つの端部60から受信した光を、光検出器要素74に集中させ得る。したがって、POFケーブル22の個別のファイバーコア50は、照明要素72のうちの1つによって生成された可視光を送信するために使用され得る。代替的に、個別のファイバーコア50は、客室26(図2参照)の内装から光検出器要素74のうちの1つへ、可視光を送信するためにも使用され得る。

20

【0020】

図4A~図4Eで示されている電気回路及びPOFケーブルは、航空機20の客室26(図2参照)内に配置される1以上のVLC可能デバイスにおいても採用され得ることを、当業者は容易に理解するだろう。例えば、図2は、以下でより詳細に説明される、乗客によって保持される携帯型の電子機器200(例えば、タブレットコンピュータ)、座席34のアームレスト204に沿って配置された航空機照明コントローラ202、及び座席に据え付けられたタブレットディスプレイ206を示す。

30

【0021】

1つのアプローチでは、マイクロLED又はVCSEL照明要素72A~72Dが、(図示せぬ)相補型金属酸化膜半導体(CMOS)電子機器によって調節され得る。更に、CMOS電子機器は、(図示せぬ)トランスインピーダンスデバイスに接続された光受信機へと統合され、光検出デバイスになる。CMOS電子機器は、直接的に基板70に取り付けられ得る。1つのアプローチでは、CMOS光送受信機が、送信機及び受信機回路の両方を含み、CMOS電子機器が、送信機において信号を送信し受信機において信号を処理し得る。特に、CMOS電子機器は、送信元の送信機(例えば、照明要素72A~72D)において1以上の光信号を直接的に変調させ、且つ、送り先の受信機(例えば、光検出器要素74A~74D)において検出された光信号を処理するために使用され得る。1つのアプローチでは、CMOS電子機器が、VLC標準(すなわち、IEEE標準802.15.7)に従って、照明要素72A~72Dを調節するために使用され得る。CMOS電子機器は、光検出デバイス74A~74Dによって検出された可視光に応じて、VLC標準に従って、照明要素72A~72Dを制御し又は調節し得る。光検出デバイス74A~74Dによって検出された可視光は、(図2で示されている)航空機20の客室内26に配置された、携帯型の電子機器200、航空機照明コントローラ202、又は座席に据え付けられたタブレットディスプレイ206によって生成された可視光であり得る。

40

【0022】

図4A~図4Eで示されている実施例では、照明アレイ24の照明要素72A~図72

50

Dが、各々、同じ色の光を生み出すために実質的に同じ周波数の可視光を放射する。例えば、照明要素72A～72Dは、各々が、青色の光を放射する青い窒化ガリウム（GaN）のマイクロLEDであり得る。したがって、各LEDが実質的に同じ周波数の光を放射するので、空間的な多重化（spatial multiplexing）が、可視光を照明アレイ24へ且つ照明アレイ24から送信するために使用され得る。図4Aは、照明要素72A～72Dを、同じ色の光を放射するように示しているが、照明アレイ24は、各々が異なる色の光を放射する照明要素72も含み得ることが理解されるべきである。それについては、以下に及び図5Aでより詳細に説明される。

【0023】

空間分割多重化（SDM）は、マルチコアファイバーケーブルの3次元空間が、光学コアの間のクロストークなしに、多数の分離した光チャネルを独立した平行な光学コアへと多重化することをサポートするために使用される送信技術である。光カプラー又はマルチプレクサが、光カプラー又は多重化回路430として、例示的な1つのSDM光ネットワーク400へと組み込まれ、それは図7で示されている。光カプラー又は多重化回路430は、マルチプルファイバーコア要素の出力を単一のファイバーコア要素へと結合し、又は1つのファイバーコア要素からマルチプルファイバーコア要素へのファンアウト（fan-out）又は送信を可能にするために使用され得る。これらのマルチプルファイバーコア要素は、パッシブ光ネットワークの部分であり得る。光スイッチは、スイッチ光ネットワーク（switched optical network）において、1つのファイバーコア要素から別の1つのファイバーコア要素へのスイッチングを可能にするために使用され得る。

【0024】

3次元の光ファンアウト技術は、英国リビングストンのOptoscribe Ltd. から購入可能である。3次元の光ファンアウト技術は、マルチコアファイバーケーブルのインターフェースを、SDM光ネットワークの光カプラー又は光マルチプレクサに、光学的に相互接続させるために使用され得る。例えば、図7を参照すると、3次元の光ファンアウト技術は、光カプラー又は多重化回路430を、1以上のマルチコアPOFケーブル440、442、及び444に、光学的に相互接続させるために使用され得る。

【0025】

今度は図5Aを参照すると、照明アレイ124、POFケーブル122の端部160、及び焦点レンズ光アレイ162の、別の1つの代替的な図が示されている。照明アレイ124は、基板170、複数の照明要素172A～172D、及び複数の光検出デバイス174A～174Dを含み得る。図5Aで示されている実施例では、各照明要素172が、異なる色の光を生み出すために、異なる周波数の可視光を放射する。例えば、照明要素172Aは赤色の光を放射し、照明要素172Bは青色の光を放射し、照明要素172Cは緑色の光を放射し、且つ、照明要素172Dは黄色の光を放射する。したがって、照明アレイ124は、異なる周波数の可視光を生成し、波長分割多重化（WDM）が、送信技術として使用され得る。

【0026】

WDM光ネットワークでは、光波長マルチプレクサが、単一のファイバーコア要素の出力からの異なる色の光を結合させ、その出力を別の1つのファイバーコア要素へ挿入するために使用され得る。同様に、光波長デマルチプレクサが、単一のファイバーコア要素からの異なる色の光を分離させ、様々な色を他のファイバーコア要素へ挿入するために使用され得る。代替的に、波長光学フィルターが、特定の色のデバイス又はサービスをサポートするために、ファイバーコア要素内の光の特定の色を選択するために使用され得る。これらの要素は、例えば、図6で示されるWDM光ネットワーク300などの、例示的な1つのWDM光ネットワークの部分であり得る。

【0027】

図5Aを続けて参照すると、光検出デバイス174Aは赤色の光を検出し、光検出デバイス174Bは青色の光を検出し、光検出デバイス174Cは緑色の光を検出し、且つ、

10

20

30

40

50

光検出デバイス 174D は黄色の光を検出する。図 4A で示されたアプローチと同様に、照明要素 172A ~ 172D と光検出デバイス 174A ~ 174D は、互いに対して交互な方式で（すなわち、照明要素が光検出デバイスに取り囲まれる方式で）、基板 170 上に配置され得る。図 5B は、セクションライン 5B - 5B に沿って切り取られた POF ケーブル 122 の断面図であり、ファイバーコア要素 150 が、個別の列 R1 及び R2 に配置され得る。

【0028】

図 5C ~ 図 5E は、同じ列内の照明要素の全て又は光検出デバイスの全てが、1つの方向においてのみ光を送信し得る、照明アレイ 124 の代替的な配置を示している。例えば、図 5C は、照明要素 172A ~ 172H の 1つの列の図であり、図 5D は、光検出デバイス 174A ~ 174H の 1つの列の図であり、且つ、図 5E は、セクションライン 5E - 5E に沿って切り取られた、POF ケーブル 122 の断面図である。図 5C で見られるように、同じ色の照明要素 172 の全てが、同じ色の光の信号の間のクロストークを実質的に低減又は除去するために、互いから周期的配列で分離され得る。図 5E は、照明要素 172A ~ 172H と光検出デバイス 174A ~ 174H が、一連の交互な列において配置され、それによって、同じ列 R1 内及び R2 内の互いに隣接するファイバーコア要素 150 が、ただ 1つの方向においてのみ光を送信することを示している。図 4E で示されたアプローチと同様に、図 5E で示されている配置は、送信デバイス（照明要素 172A ~ 172D）と受信デバイス（光検出デバイス 174A ~ 174D）との間のクロストークの量を実質的に低減させ又は除去し得る。

【0029】

図 2 及び図 5A を参照すると、WDM は、マルチプル VLC 可能デバイスが航空機 20 の客室 26 内に配置されるならば、殊に有用であり得る。特に、特定の波長又は色の光が、航空機 20 の客室 26 内に配置されたユニークな VLC 可能デバイスに割り当てられ得る。例えば、図 2 は、乗客によって保持される携帯型の電子デバイス 200（例えば、タブレットコンピュータ）、座席 34 のアームレスト 204 に沿って配置された航空機照明コントローラ 202、及び座席に据え付けられたタブレットディスプレイ 206 を示している。WDM が使用されるならば、その後、照明システム 10 は、干渉することなしに、第 1 の色の光を使用して携帯型の電子機器 200 と無線通信し、第 2 の色の光を使用して航空機照明コントローラ 202 と無線通信し、且つ、同時に第 3 の色の光を使用して座席に据え付けられたタブレットディスプレイ 206 と無線通信する。各異なった色の光は独自の周波数で効果を及ぼすからである。例えば、携帯型の電子機器 202 は、赤色の光 210 を使用して航空機 20 内の照明システム 10 と通信し、航空機照明コントローラ 202 は、青色の光 212 を使用して照明システム 10 と通信し、且つ、座席に据え付けられたタブレットディスプレイ 206 は、緑色の光 214 を使用して通信する。

【0030】

図 2 を参照すると、1つのアプローチでは、照明システム 10 の各照明ユニット 32 が、（図示せぬ）1以上のレンズを含み得る。レンズは、プラスチックなどの透明な材料から構築され、通過する光の可視光線を集中させ且つ反射を最小化するように形作られ得る。レンズは、POF ケーブル 22 の（図 2 では示されていない）端部と通信し得る。したがって、客室 26 内に存在する可視光は、レンズによって集められ、POF ケーブル 122 の端部 160（図 5A 参照）に集中されるか又は通信され得る。可視光は、POF ケーブル 122 を介して送信され、光検出デバイス 174A ~ 174D（図 5A 参照）のうちの 1以上に戻され得る。1つのアプローチでは、1以上の拡散用レンズ又はフライアイレンズのようなレンズが使用され、客室 26 内の可視光が POF ケーブル 22 に送信されるときに、照明ユニット 32 が経験し得る任意の見通し線問題を克服することができる。特に、拡散用レンズ又はフライアイレンズのようなレンズの使用は、個々人が客室 26 内を動き回るときに、照明ユニット 32 が経験し得る、任意の見通し線妨害を低減させ又は除去することができる。

【0031】

今度は図6を参照すると、可視光を送信するための例示的なWDM光ネットワーク300の概略図が示されている。WDM光ネットワーク300は、VLC機能も含み得る。WDM光ネットワーク300は、照明アレイ310を含み、照明アレイ310は、緑色の照明要素のアレイ312、青色の照明要素のアレイ314、及び赤色の照明要素のアレイ316を含み得る。

【0032】

WDM光ネットワーク300は、光カプラー又は多重化回路330も含み、それは、様々な照明アレイ312、314、及び316の間で共同利用される。特に、緑色の照明要素のアレイ312、青色の照明要素のアレイ314、及び赤色の照明要素のアレイ316は、各々が、それぞれのPOFケーブルを使用して光回路330と通信し得る。例えば、緑色の照明要素のアレイ312は、POFケーブル332を使用して光回路330に可視光を送信し、青色の照明要素のアレイ314は、POFケーブル334を使用して光回路330に可視光を送信し、且つ、赤色の照明要素のアレイ316は、POFケーブル336を使用して光回路330に可視光を送信し得る。POFケーブル332、334、及び336は、通常、実装されるときにマルチファイバーケーブルであるが、各色の光を送信するために使用される単一のファイバーコアが同様に使用され得ることを、当業者は理解するだろう。示される実施例では、緑色の照明要素のアレイ312が、ビデオ及び音声サービスを通信するために、VLC標準（すなわち、IEEE標準802.15.7）に従って調節され得る。同様に、青色の照明要素のアレイ314は、データサービスを通信するためにVLC標準に従って調節され、赤色の照明要素のアレイ316は、照明制御（すなわち、減光、及び図2で示された客室26内の照明ユニット32のオン／オフ制御）を通信するためにVLC標準に従って調節され得る。

【0033】

図6で示されているアプローチでは、各POFケーブル340は、航空機20内の照明ユニットのコラム32に対応し、照明ユニットのコラム32は、図6において「客室#1」、「客室#2」、「客室#5」としてラベルが付けられ得る。光回路330は、照明要素アレイ312、314、及び316のうちの1以上によって生成された可視光を、POFケーブル340を通して、複数の特定の場所へ送信するように構成され得る。特に、複数の特定の場所は、客室26内に配置された照明ユニット32であり得る。

【0034】

光回路330は、（図示せぬ）光スイッチ及び／又は光カプラー若しくはマルチプレクサを含み得る。光スイッチは、POFケーブル332、334、及び336内の信号が、互いの間で選択的にスイッチされることを可能にする。例えば、航空機20（図1参照）は、ムード照明機能を有し、1つの特定の色の光（例えば、赤色の光）のみが、客室26（図2参照）の至る所へ送信され得る。例えば、光スイッチは、赤色の照明要素のアレイ316によって生成された赤色の可視光のみが、航空機20（図2参照）の客室26へ送信されることを、選択的に可能にし得る。光カプラー又はマルチプレクサは、アレイ312、314、及び316によって生成された異なる色の光を共に組み合わせ又は結合し、白色光を生成し得る。その後、白色光は、POFケーブル340を介して、照明ユニット32へ送信され得る。図6で示されているアプローチでは、照明ユニット32が、各々、（図示せぬ）単一のレンズを採用する。単一のレンズは、POFケーブル340の（図示せぬ）端部から送信された可視光を拡散させるために使用され得る。単一のレンズは、客室26内の可視光を集め、その可視光をPOFケーブル340の端部へ集中させるためにも使用され得る（POFケーブル340の端部は、図6で示されていない）。

【0035】

図7は、可視光を送信するための例示的なSDM光ネットワーク400の概略図である。SDM光ネットワーク400は、VLC機能も含み得る。SDM光ネットワーク400は、照明アレイ410を含み、照明アレイ410は、緑色の照明要素のアレイ412、青色の照明要素のアレイ414、及び赤色の照明要素のアレイ416を含み得る。光回路が、各照明アレイに対して割り当てられ、緑色の照明要素のアレイ412は、POFケーブ

ル432を使用して光回路431に可視光を送信し、青色の照明要素のアレイ414は、POFケーブル434を使用して光回路433に可視光を送信し、且つ、赤色の照明要素のアレイ416は、POFケーブル436を使用して光回路435に可視光を送信し得る。

【0036】

光回路431、433、及び435は、各々が、客室26（図2参照）内に配置された複数の照明ユニット32と通信し得る。しかし、図6で示されたアプローチとは異なって、アレイ412、414、及び416によって生成された異なる色の光は、マルチプレクサを用いて共に組み合わせられて白色光を生成し得ない。しかし、異なる色を空間的に分離させることができない航空機20の乗客にとって、照明ユニット32によって生成された光は、照明のための光の三原色（RGB）の白色光として現れる。データ通信のために、POFケーブル440は、光回路431から各照明ユニット32へ緑色の光を送信する。同様に、POFケーブル442は、光回路433から各照明ユニット32へ青色の光を送信し、POFケーブル444は、光回路435から各照明ユニット32へ赤色の光を送信する。図7で示されているアプローチでは、照明ユニット32が、各々、（図示せぬ）3つの離散したレンズを採用し、RGBの白い可視光を生成し得る。携帯型の電子機器200、航空機照明コントローラ202、及び座席に据え付けられたタブレットディスプレイ206は、全て、赤色、青色、又は緑色において動作するデータリンクのための色フィルターを使用し得る。

【0037】

図1～図7の全体を参照すると、本開示の照明システム10は、様々な用途で使用され得るインテリジェントなLEDベースの照明システムを提供する。現在購入することができる従来のLEDベースの照明システムは、各々が比較的大きなヒートシンク、パッケージング、及び配線を必要とする多くの個別のLED照明モジュールを含み得る。対照的に、本開示の照明システム10は、（図2で示された）客室26内に配置された各照明ユニット32に可視光を提供する、遠隔に配置された照明アレイを採用し得る。言い換えると、本開示の照明システム10は、各個別の照明ユニット32のために多数のヒートシンク及び配線を必要としない。したがって、本開示の照明システム10は、航空機の客室の壁又は天井内に配置されたアクティブな電子機器を含む必要なしに、航空機の客室内の様々な場所に分散される可視光を生成する一元化された光源（すなわち、照明アレイ）を含む。

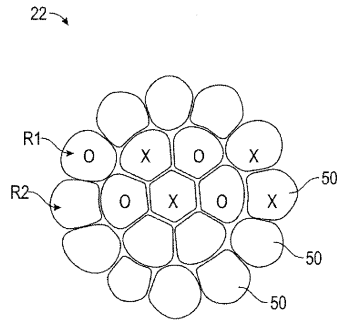
【0038】

照明システム10は、同様に、VLC機能も含み、それによって、航空機が客室内に配置された1以上の電子機器と無線通信することを可能にする。したがって、照明システム10は、航空機に照明及びデータ通信を提供するための従来のアプローチと比較して、より少ない配線、ヒートシンク、ケーブル、及びコネクタを利用する、より単純で軽くてより費用効果に優れたシステムを提供し得る。最後に、本開示の照明システムは、既存の搭載システムとの高められた調和、低減された設置及び保守費用、低減された無線周波数（RF）曝露による高められた乗客及び乗務員の安全性、及びより少ない電磁干渉（EMI）を提供し得る。

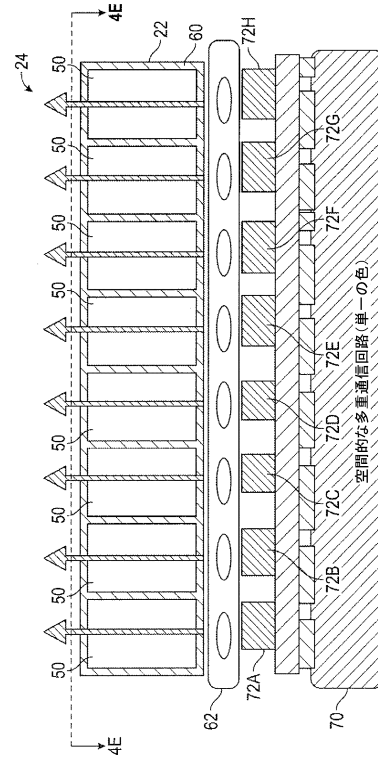
【0039】

本明細書に記載の装置及び方法の形態は本開示の好ましい態様を構成しており、本開示は、装置及び方法のこれらの詳細な形態に限定されず、それらに対する変更は本発明の範囲から逸脱することなくなされ得ることを理解されたい。

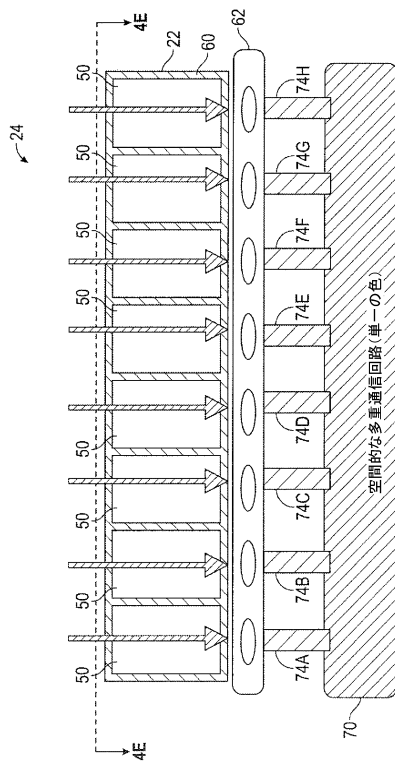
【図 4 B】



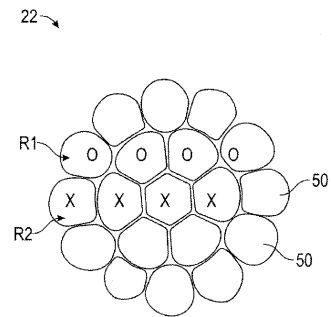
【図 4 C】



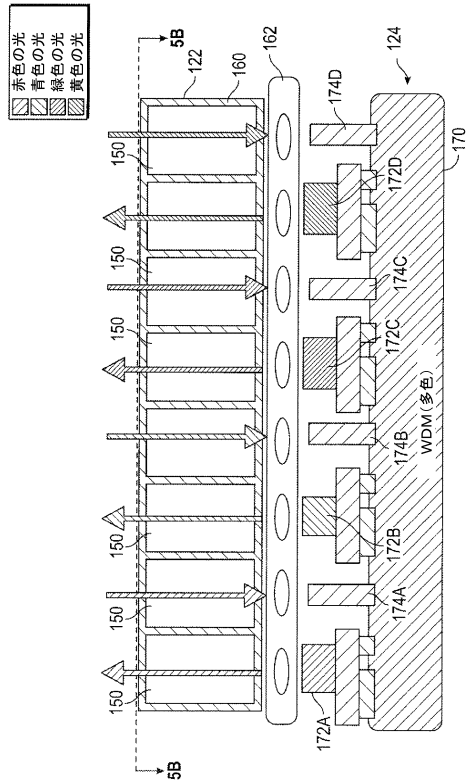
【図 4 D】



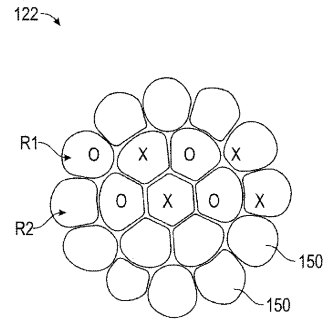
【図 4 E】



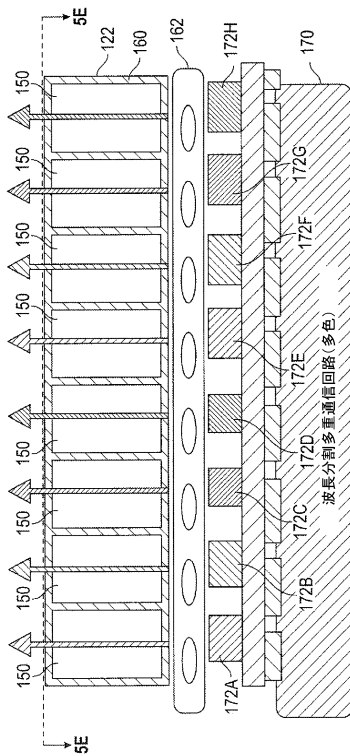
【図 5 A】



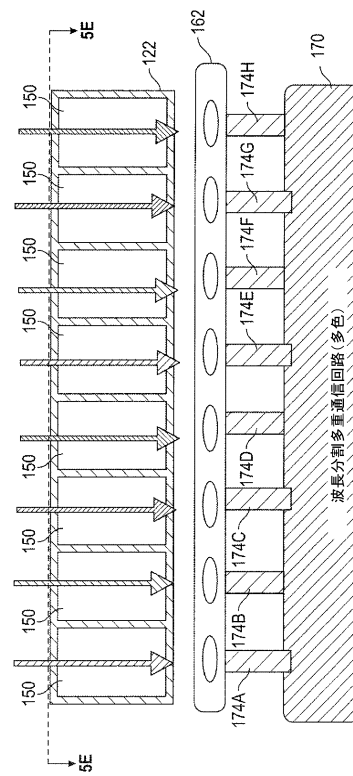
【図 5 B】



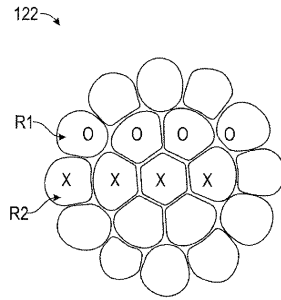
【図 5 C】



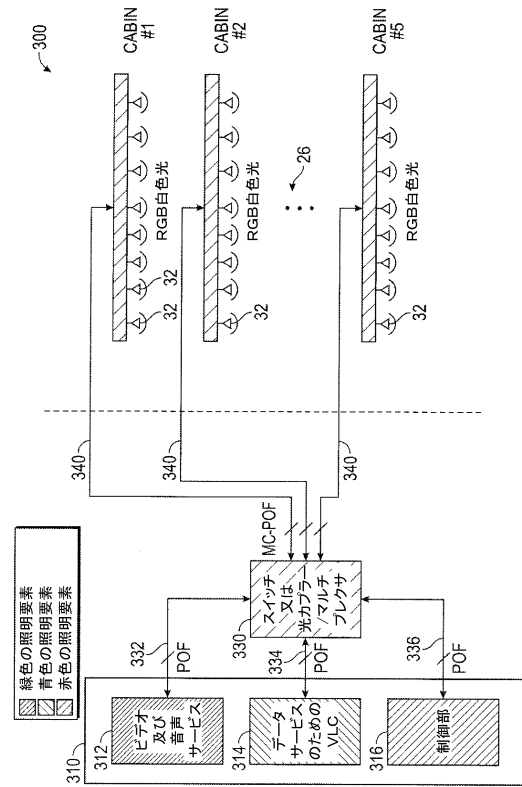
【図 5 D】



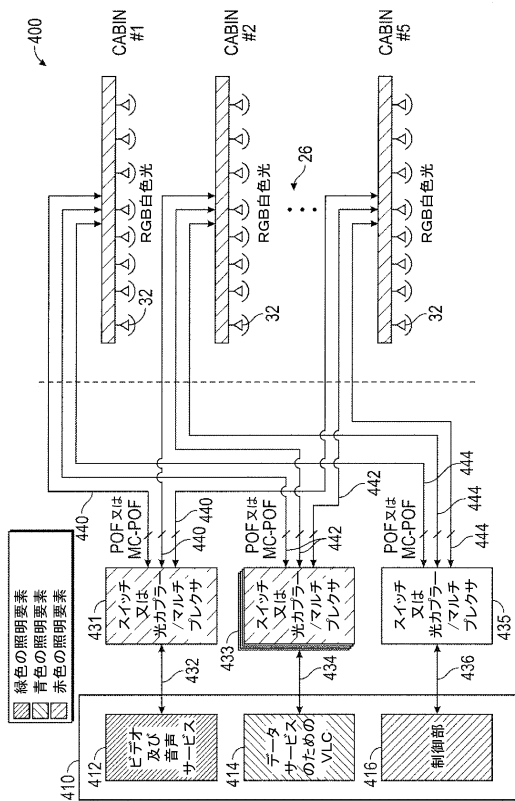
【図 5 E】



【図 6】



【圖 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2004/038962 (WO, A1)
特表2008-514146 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0219671 (US, A1)
米国特許出願公開第2010/0135622 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 10/116
H04B 10/2581
H05B 37/02