

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2023-510862
(P2023-510862A)

(43)公表日 令和5年3月15日(2023.3.15)

(51)国際特許分類
H 0 4 B 10/114(2013.01)

F I
H 0 4 B 10/114

テーマコード (参考)
5 K 1 0 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全25頁)

(21)出願番号	特願2022-542757(P2022-542757)	(71)出願人	516043960 シグニファイ ホールディング ビー ヴィ SIGNIFY HOLDING B. V. オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ ン トホーフェン ハイ テク キャンパス 4 8 High Tech Campus 4 8 , 5 6 5 6 AE Eindhoven, The Netherlands
(86)(22)出願日	令和3年1月8日(2021.1.8)	(74)代理人	100163821 弁理士 柴田 沙希子
(85)翻訳文提出日	令和4年9月12日(2022.9.12)	(72)発明者	ヴェント マティアス オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ ン トホーフェン ハイ テク キャンパス 7
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/050271	(72)発明者	アルランドゥ カルネクマル オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ ン トホーフェン ハイ テク キャンパス 7
(87)国際公開番号	WO2021/144202		
(87)国際公開日	令和3年7月22日(2021.7.22)		
(31)優先権主張番号	20151370.2		
(32)優先日	令和2年1月13日(2020.1.13)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 L i F i パワーマネジメント

(57)【要約】

エンドポイントデバイス（130）にL i F i 信号を提供するためにL i F i システム（100）で使用するためのノード（200）が提供される。ノード（200）は、照明を提供するために変調可視光及び非変調可視光を発するための可視光源（220）、及び変調赤外光を発するための赤外光源（210）を含む。ノード（200）は、前記エンドポイントデバイス（130）による受信のために赤外光源（210）を介して第1の1つ以上の周波数でL i F i 信号を出力するように構成される。照明を提供するための入力を受信することに応答して、ノード（200）は、前記照明を提供するために可視光源（220）をオンにする、並びに、前記エンドポイントデバイス（130）による受信のために可視光源（220）を介して前記第1の1つ以上の周波数でL i F i 信号を出力する、及び、赤外光源（210）をオフにすることにより赤外光源（210）から可視光源（220）にL i F i 信号の出力を自動的に移行する。

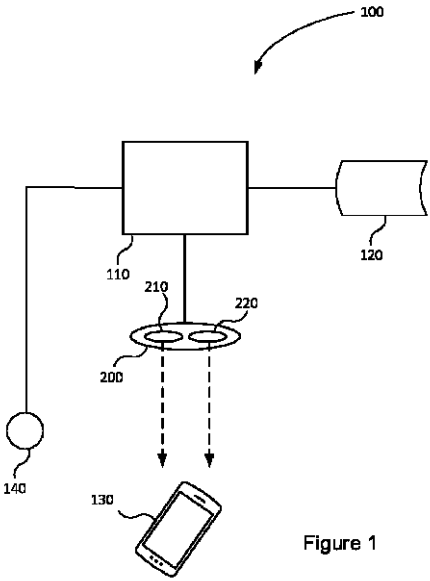


Figure 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つのエンドポイントデバイスに L i F i 信号を提供するために L i F i システムで使用するためのノードであって、当該ノードは、

照明を提供するために変調可視光及び非変調可視光を発するための可視光源、及び変調赤外光を発するための赤外光源、

を含み、

当該ノードは、

前記少なくとも 1 つのエンドポイントデバイスによる受信のために前記赤外光源を介して第 1 の 1 つ以上の周波数で L i F i 信号を出力する、

10

ように構成され、

当該ノードは、前記赤外光源を介して L i F i 信号を送信している場合、照明を提供するための入力を受信することに応答して、前記照明を提供するために前記可視光源をオンにする、並びに、

前記少なくとも 1 つのエンドポイントデバイスによる受信のために前記可視光源を介して前記第 1 の 1 つ以上の周波数で L i F i 信号を出力する、

前記赤外光源及び前記可視光源の少なくとも一方を介して、L i F i 信号の出力が前記可視光源に移行されるというインディケーションを出力する、及び

前記赤外光源をオフにする、

ことにより前記赤外光源から前記可視光源に L i F i 信号の出力を自動的に移行する、

20

ように構成される、ノード。

【請求項 2】

L i F i 信号の前記出力の自動移行は、前記可視光源を介して前記第 1 の 1 つ以上の周波数で L i F i 信号を出力する前に前記赤外光源を用いて前記インディケーションを出力する、及び、前記赤外光源をオフにすることを含む、請求項 1 に記載のノード。

【請求項 3】

L i F i 信号の前記出力の自動移行は、前記赤外光源をオフにする前に前記赤外光源及び前記可視光源の両方を介して前記インディケーションを出力することを含む、請求項 1 又は 2 に記載のノード。

【請求項 4】

30

当該ノードは、高速 L i F i 信号の要求を受信することに応答して、前記赤外光源を介して第 2 の 1 つ以上の周波数で高速 L i F i 信号を出力するように構成され、前記第 2 の 1 つ以上の周波数は、前記第 1 の 1 つ以上の周波数よりも高い 1 つ以上の周波数を含む、請求項 1、2 又は 3 に記載のノード。

【請求項 5】

前記可視光源は、最大変調周波数を有し、前記第 1 の 1 つ以上の周波数は、前記最大変調周波数より下であり、前記第 2 の 1 つ以上の周波数は、前記最大変調周波数より上である、請求項 4 に記載のノード。

【請求項 6】

前記可視光源は、蛍光体コーティングを有する白色 L E D を含む、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のノード。

40

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のノードを複数含む、システム。

【請求項 8】

ユーザによる操作に応答して前記複数のノードの 1 つ以上によって使用するための前記入力を生成するように構成及び配置されるユーザ操作可能なスイッチを含む、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

ユーザの存在を検出することに応答して前記複数のノードの 1 つ以上によって使用するための前記入力を生成するように構成及び配置される存在センサを含む、請求項 7 又は 8

50

に記載のシステム。

【請求項 10】

前記ノードの各々は、それぞれの前記可視光源を介して前記第 1 の 1 つ以上の周波数で同じ L i F i 信号を出力するように構成される、請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 11】

前記ノードの少なくとも 1 つが前記エンドポイントデバイスの範囲内にあると決定する、及び

L i F i 信号を出力するように前記決定された少なくとも 1 つのノードを制御する、ように構成されるコントローラを含む、請求項 7 乃至 10 のいずれか一項に記載のシステム。

10

【請求項 12】

前記コントローラは、前記決定された少なくとも 1 つのノード以外のすべてのノードをオフにするように構成される、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記決定された少なくとも 1 つのノードを制御することは、前記赤外光源を用いて L i F i 信号を出力するように前記決定された少なくとも 1 つのノードを制御することを含む、請求項 11 又は 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

L i F i システムのノードによって L i F i 信号を出力する方法であって、当該方法は

20

、
少なくとも 1 つのエンドポイントデバイスによる受信のために赤外光源を介して第 1 の 1 つ以上の周波数で L i F i 信号を出力することと、

前記赤外光源及び可視光源の少なくとも一方を介して、L i F i 信号の出力が前記可視光源に移行されるというインディケーションを出力することと、
を含み、

前記ノードは、前記赤外光源を介して L i F i 信号を送信している場合、照明を提供するための入力を受信することに応答して、前記照明を提供するために可視光源をオンにする、並びに、

前記少なくとも 1 つのエンドポイントデバイスによる受信のために前記可視光源を介して前記第 1 の 1 つ以上の周波数で L i F i 信号を出力する、及び

30

前記赤外光源をオフにする、
ことにより前記赤外光源から前記可視光源に L i F i 信号の出力を自動的に移行する、方法。

【請求項 15】

L i F i 信号の前記出力の自動移行は、前記赤外光源を介して、L i F i 信号の出力が前記可視光源に移行されるというインディケーションを出力することを含む、請求項 14 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本開示は、L i F i システムで使用するためのノードに関する。

【背景技術】

【0002】

L i - F i (L i g h t F i d e l i t y (ライトフィデリティ)) とは、光源によって発せられる光 (可視光、赤外光等) に埋め込まれる信号の形態で情報が通信される技術を指す。信号は、光の特性を変調すること、例えば、光の強度を変調すること (振幅変調、周波数変調等) 、光の波長を変調する (位相シフト変調等) こと等によって埋め込まれる。具体的な例では、電気的変調 (electrical modulation) の波長は、3 ~ 300 メートルの範囲である。信号に適用される位相シフトは、数ナノメートルのスケールであっ

50

てもよい。

【0003】

米国特許出願US2009/0297167 A1は、主照明機能がオフされている場合、照明光及び／又は赤外光のいずれかを用いて通信が可能である照明光通信装置を開示している。

【発明の概要】

【0004】

本明細書で開示される第1の態様によれば、少なくとも1つのエンドポイントデバイスにLiFi信号を提供するためにLiFiシステムで使用するためのノードであって、ノードは、照明(illumination)を提供するために変調可視光(modulated visible light)及び非変調可視光(non-modulated visible light)を発するための可視光源、及び変調赤外光(modulated infrared light)を発するための赤外光源を含み、ノードは、前記少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために赤外光源を介して第1の1つ以上の周波数でLiFi信号を出力するように構成され、ノードは、赤外光源を介してLiFi信号を送信している場合、照明を提供するための入力を受信することに応答して、前記照明を提供するために可視光源をオンにする、並びに、前記少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために可視光源を介して前記第1の1つ以上の周波数でLiFi信号を出力する、赤外光源及び可視光源の少なくとも一方を介して、LiFi信号の出力が可視光源に移行される(will be transferred)というインディケーション(indication)を出力する、及び、赤外光源をオフにすることにより赤外光源から可視光源にLiFi信号の出力を自動的に移行する(automatically transfer)ように構成される、ノードが提供される。

10

20

【0005】

一例では、LiFi信号の前記出力の自動移行(automatic transferring)は、赤外光源を介して、LiFi信号の出力が可視光源に移行されるというインディケーションを出力することを含む。インディケーションによって、通信相手、ここでは少なくとも1つのエンドポイントデバイスは、赤外光源から可視光源に切り替える意図(intent)を知られる。これに伴い、少なくとも1つのエンドポイントデバイスは、可視光源から受信する可能性のあるLiFi信号の受信を継続するための準備を行うことができる。

【0006】

一般的に、エンドポイントデバイスとの通信は双方向である。ダウンリンク信号のための可視光及び赤外光の使用は一般的に不都合はない(not objectionable)が、アップリンクトラフィックは、典型的には、赤外スペクトルになる。根本的な根拠は、アップリンクに使用される光が、エンドポイントデバイスにおける可視光源に起因する「光害(light pollution)」を引き起こさないの、これは有益であるということである。本発明はダウンリンクを変更することを提案するので、少なくとも1つのエンドポイントデバイスは、インディケーションの受信を容易に確認する(acknowledge)ことができる。

30

【0007】

一例では、LiFi信号の前記出力の自動移行は、可視光源を介して前記第1の1つ以上の周波数でLiFi信号を出力する前に赤外光源を用いてインディケーションを出力する、及び、赤外光源をオフにすることを含む。このようにして、LiFi信号が対象としている少なくとも1つのエンドポイントは、切り替え(switching)に備えることが可能になる。赤外信号を使用することにより、インディケーションは、少なくとも1つのエンドポイントデバイスに向けられる他の情報の間にインターリーブされることができる。好ましくは、完全な同期が望ましい場合、ノードは、エンドポイントからのインディケーションの受信の確認応答(acknowledgement)後まで赤外信号をオフにするのを待ってもよく、このようにして、可視光通信への遷移(transition)はさらに合理化されることができる。

40

【0008】

一例では、LiFi信号の前記出力の自動移行(automatic transfer)は、追加的に

50

又は代替的に、可視光源を介して、L i F i 信号の出力が可視光源に移行されるというインディケーションを出力することを含む。これは、少なくとも1つのエンドポイントデバイスの可視光レシーバによって受信され、可視光ベースの通信へのハンドオーバをトリガすることができる（L i F i 信号よりもシンプルな変調を使用してもよい）簡略化されたウェイクアップ信号を通じてインディケーションが提供される場合にとりわけ有用である。

【0009】

上記の有利なバージョンでは、L i F i 信号の前記出力の自動移行は、赤外光源をオフにする前に赤外光源及び可視光源の両方を介して、L i F i 信号を一時的に出力することを含む。これは、一時的な並列送信(temporary parallel transmission)を可能にすることにより、切り替え(switch over)に起因するデータ損失の可能性を低減するのに有用である。ここでの一時的(temporary)とは、例えば、データ損失のない安全な遷移を可能にする所定の期間であってもよく、より代替的には、（例えば、少なくとも1つのエンドポイントデバイスからのメッセージの受信の確認応答の受信から推論されてもよい）可視光通信リンクを用いてメッセージが成功裏に通信されるまでであってもよい。一例では、ノードによる並列送信は、エンドポイントデバイスが、モジュレータへの入力を徐々に(in a gradual manner)切り替えることを可能にする。これは、例えば、エンドポイントデバイスが、固定期間中に、徐々に(gradually)、自身の赤外線フォトディテクタからの出力から自身の可視光フォトディテクタの出力に移行することによるものであってもよい。このようにして、ノードとの接続におけるパケットロスリスクを最小化することができ得る。

【0010】

一例では、ノードは、高速L i F i (high-speed LiFi signal) 信号の要求を受信することに応答して、赤外光源を介して第2の1つ以上の周波数で高速L i F i 信号を出力するように構成され、第2の1つ以上の周波数は、第1の1つ以上の周波数よりも高い1つ以上の周波数を含む。

【0011】

一例では、可視光源は、最大変調周波数を有し、第1の1つ以上の周波数は、最大変調周波数より下であり、第2の1つ以上の周波数は、最大変調周波数より上である。

【0012】

一例では、可視光源は、蛍光体コーティングを有する白色LEDを含む。

【0013】

一例では、可視光源は、直列に配置される複数のLEDを含む。

【0014】

本明細書で開示される第2の態様によれば、第1の態様又はそのいずれかの例によるノードを複数含む、システムが提供される。

【0015】

一例では、システムは、ユーザによる操作に応答して複数のノードの1つ以上によって使用するための前記入力を生成するように構成及び配置されるユーザ操作可能なスイッチ(user-operable switch)を含む。

【0016】

一例では、システムは、ユーザの存在を検出することに応答して複数のノードの1つ以上によって使用するための前記入力を生成するように構成及び配置される存在センサを含む。

【0017】

一例では、ノードの各々は、それぞれの前記可視光源を介して第1の1つ以上の周波数で同じL i F i 信号を出力するように構成される。

【0018】

一例では、システムは、ノードの少なくとも1つがエンドポイントデバイスの範囲内にあると決定する、及び、L i F i 信号を出力するように決定された少なくとも1つのノード

10

20

30

40

50

ドを制御するように構成されるコントローラを含む。

【0019】

一例では、コントローラは、L i F i 信号を出力しないように決定された少なくとも1つのノード以外のすべてのノードを制御するように構成される。

【0020】

一例では、コントローラは、決定された少なくとも1つのノード以外のすべてのノードをオフにするように構成される。

【0021】

一例では、決定された少なくとも1つのノードを制御することは、赤外光源を用いてL i F i 信号を出力するように決定された少なくとも1つのノードを制御することを含む。

【0022】

本明細書で開示される第3の態様によれば、L i F i システムのノードによってL i F i 信号を出力する方法であって、方法は、少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために赤外光源を介して第1の1つ以上の周波数でL i F i 信号を出力することと、照明を提供するための入力を受信することに応答して、前記照明を提供するために可視光源をオンにする、並びに、前記少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために可視光源を介して前記第1の1つ以上の周波数でL i F i 信号を出力する、及び、赤外光源をオフにすることにより赤外光源から可視光源にL i F i 信号の出力を自動的に移行することを含む、方法が提供される。

【0023】

一例では、L i F i 信号の前記出力の自動移行は、赤外光源を介して、L i F i 信号の出力が可視光源に移行されるというインディケーションを出力することを含む。

【0024】

一例では、L i F i システムで使用するためのノードであって、ノードは、変調可視光を発するための可視光源と、変調赤外光を発するための赤外光源と、可視光源及び赤外光源を制御するためのコントローラとを含み、コントローラは、1つ以上の第1の周波数で変調される赤外光を発することによりL i F i 信号を出力するように赤外光源を制御する、並びに、可視光源をオンにするためのコマンドを受信することに応答して、1つ以上の第1の周波数で変調される可視光を発することによりL i F i 信号を出力するように可視光源を制御する、及び、赤外光源をオフにすることにより赤外光源から可視光源にL i F i 信号の出力を自動的に移行するように構成される、ノードが提供される。

【0025】

本明細書で開示される第4の態様によれば、1つ以上の処理ユニットによって実行された場合、L i F i システムのノードによってL i F i 信号を出力する方法であって、方法は、少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために赤外光源を介して第1の1つ以上の周波数でL i F i 信号を出力することと、照明を提供するための入力を受信することに応答して、前記照明を提供するために可視光源をオンにする、並びに、前記少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために可視光源を介して前記第1の1つ以上の周波数でL i F i 信号を出力する、及び、赤外光源をオフにすることにより赤外光源から可視光源にL i F i 信号の出力を自動的に移行することを含む、方法を実行するように構成される命令を含むコンピュータプログラム又はコンピュータプログラムプロダクトが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

本開示の理解を支援するために、及び、どのようにして実施形態が実施され得るかを示すために、例として、添付の図面が参照される。

【図1】 L i F i システムの第1の例を概略的に示す。

【図2】 L i F i システムの第2の例を概略的に示す。

【図3】 L i F i システムで使用するための第1の例示的なノードを概略的に示す。

【図4】 L i F i システムで使用するための第2の例示的なノードを概略的に示す。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0027】

本明細書で述べられる例は、ライトフィデリティ（LiFi）システムに関する。LiFiとは、光源によって発せられ、光ディテクタで受けられる光（可視光、赤外光等）に埋め込まれる信号の形態で情報が通信される技術を指す。LiFi信号を送信する目的で変調光を出力するための光源を含むデバイスは、LiFiノード、又は単に「ノード」と呼ばれてもよい。

【0028】

信号は、さまざまな適切な変調技術のいずれかに従って、光のプロパティ（典型的には強度であるが、代替的に又は追加的に、周波数又は位相）を変調することによって埋め込まれる。時分割多重アクセス（TDMA）、周波数分割多重アクセス（FDMA）、符号分割多重アクセス（CDMA）等のチャンネルアクセス方式が、LiFiネットワークに接続される複数のデバイス間で利用可能なチャンネルを共有するために使用されてもよい。

【0029】

ノードによって送信される信号は、変調光にエンコードされるビット又はシンボルのシーケンスを含む。信号のデータレート（ビットレート、シンボルレート等）は、変調の周波数、及び、信号対雑音比（SNR）、帯域幅等の他の要因に依存する。したがって、信号の出力に使用されている光源が最大周波数に制限される場合、当該光源から出力される信号のデータレートも同様に制限される。例えば、典型的には白色LEDの一部のタイプは、光の蛍光体変換に起因して応答速度が遅い。これらのタイプの白色LEDは、後述されるように、帯域幅が小さくなるため、データレートが低くなる。

【0030】

例えば、使用される特定の波長に依存して、このような技術は、コード化光、可視光通信（VLC：visible light communication）、自由空間光通信（FSO：free-space optical communication）等と呼ばれることもある。このコンテキストにおいて、可視光は、380nm～740nmの範囲の波長を有する光であってもよく、赤外光は、740nm～1.5mmの範囲の波長を有する光であってもよい。これらの範囲の間にいくらかのオーバーラップがあり得ることを理解されたい。

【0031】

ノードによって発せられるLiFiコード化光(LiFi coded light)における情報は、任意の適切な光センサを用いて検出されることができる。例えば、光センサは、フォトダイオードであってもよい。光センサは、専用のフォトセル（ポイントディテクタ）、場合によってはレンズ、リフレクタ、ディフューザ又は蛍光体コンバータ（低速用）を備えたフォトセルのアレイ、又はフォトセル（ピクセル）のアレイ及びアレイに像を形成するためのレンズであってもよい。光センサは、スマートフォン、タブレット、イーブック(e-book)、ラップトップ等のユーザデバイスにプラグインする dongle に含まれる専用のフォトセルであってもよい。いずれにせよ、これにより、デバイス上で動作するアプリケーションは、光を介してデータを受信することが可能になる。

【0032】

可視波長の光が使用される場合、ノードによって出力される変調可視光は、照明も提供する。すなわち、変調可視光は、LiFi信号送信及び照明の二重機能性を提供することができる。とりわけ、変調は、人間の知覚を超えるように十分に高い周波数で、又は、少なくとも、目に見える一時的な光アーティファクト（例えば、フリッカ及び／又はストロブアーティファクト等）が、人間が気づかない若しくは少なくとも人間が許容できるように十分に高い周波数で十分に弱くなるように行われることができる。斯くして、埋め込まれた信号は、主要な照明機能に影響を与えない。すなわち、人間のユーザは、全体的な照明を知覚するだけで、当該照明に変調されているデータの効果は知覚しない。可視光とは対照的に、赤外光は人間には見えない。これは、変調赤外光は、LiFi送信の機能性を提供することはできるが、照明は提供しないことを意味する。

【0033】

本明細書で述べられる例は、可視光源及び赤外光源の両方を有するLiFiノードにおける電力消費を最適化することに関する。

【0034】

図1は、本開示によるLiFiシステム100の第1の例を概略的に示している。LiFiシステム100は、ノード200及びコントローラ110を含む。また、エンドポイントデバイス130、データソース120、及び入力デバイス140が示されている。コントローラ110は、ノード200、データソース120、及び入力デバイスに動作可能に結合される。

【0035】

ノード200は、可視光を発するための可視光源220、及び赤外光を発するための赤外光源210を含む。可視光源220は、例えば、1つ以上の異なる色の1つ以上の可視光発光ダイオード(LED)、白色光を実現するために一体的又はリモート蛍光体を有する青色LEDであってもよい。赤外光源210は、例えば、赤外LEDであってもよい。

【0036】

さらなる例では、赤外光源210又は可視光源220(又は両方)は、LASER(light amplification by stimulated emission of radiation)光源210、又は単に「レーザ」であってもよい。例として、可視波長レーザダイオード、赤外波長レーザダイオード、可視波長垂直キャビティ面発光レーザ(VCSEL:vertical-cavity surface-emitting lasers)、赤外VCSEL、並びに他のタイプのレーザベースの照明(可視)光源及び/又はレーザベースの赤外光源等が挙げられる。光ワイヤレス通信のためのレーザ光源の使用は、可視光源の中で最もデータレートの制約を受けにくいことが知られている。このため、レーザ光源は、レーザ安全性要件が満たされることができ、FSOのために優れている。

【0037】

ノード200は、エンドポイントデバイス130による受信のためにLiFi信号を出力するように構成及び配置される。とりわけ、ノード200は、可視光源220を用いて変調可視光を発することによって可視LiFi信号を出力するように、及び/又は、赤外光源210を用いて変調赤外光を発することによって赤外LiFi信号を出力するように構成及び配置される。ノード200の2つのコンフィギュレーション、すなわち、SISO(Single Input Single Output)コンフィギュレーション、及びMIMO(Multi Input Multi Output)コンフィギュレーションが可能である。

【0038】

SISOコンフィギュレーションでは、ノード200は、任意の時点で、可視LiFi信号のみを出力してもよく、又は赤外LiFi信号のみを出力してもよい(ただし、両方は出力しない)。SISOコンフィギュレーションの例示的な回路は、図3に関連して以下で述べられる。

【0039】

MIMOコンフィギュレーションでは、ノード200は、任意の時点で、可視LiFi信号のみを出力してもよく、赤外LiFi信号のみを出力してもよく、又は可視LiFi信号及び赤外LiFi信号の両方を出力してもよい。したがって、ノード200は、(可視光源220を使用する)可視LiFiチャネル及び(赤外光源210を使用する)赤外LiFiチャネルのうちの1つ以上を使用してLiFi信号を提供してもよい。MIMOコンフィギュレーションの例示的な回路は、図4に関連して以下で述べられる。

【0040】

エンドポイントデバイス130は、例えば、スマートフォン、タブレットコンピュータ、イーブック、ラップトップコンピュータ等であってもよい。エンドポイントデバイス130は、ノードからのLiFi信号を受信及び復調するための1つ以上のLiFiレシーバを含む。例えば、エンドポイントデバイス130は、可視光を介してノード200によって発せられるLiFi信号を受信するための可視光レシーバ、及び赤外光を介してノ

10

20

30

40

50

ド 200 によって発せられる L i F i 信号を受信するための赤外光レシーバを含んでもよい。他の例では、エンドポイントデバイス 130 は、可視 L i F i 信号及び赤外 L i F i 信号の両方を受信するための単一のレシーバを含んでもよい。

【0041】

ノード 200 からエンドポイントデバイス 130 への L i F i 信号の送信は、「ダウンリンク」と称されてもよい。エンドポイントデバイス 130 及びノード 200 はまた、エンドポイントデバイス 130 がノード 200 による受信のための L i F i 信号を送信する「アップリンク」を提供してもよい。このような場合、ダウンリンクに関連して述べたのに対応するように、エンドポイントデバイス 130 は、1 つ以上の L i F i トランスミッタを含み、ノード 200 は、1 つ以上の L i F i レシーバを含む。代替的に又は追加的に、エンドポイントデバイス 130 は、別個の通信チャネル、例えば、B l u e t o o t h (登録商標) 又は W i F i (登録商標) を用いて L i F i ネットワークにデータを送信してもよい。

【0042】

コントローラ 110 は、可視光源 220 及び赤外光源 210 のうちの 1 つ以上を用いて L i F i 信号を選択的に出力するようにノード 200 を制御するように構成及び配置される。これは、以下でより詳細に述べられる。

【0043】

図 1 において、コントローラ 110 は、便宜上機能ブロックとして概略的に示されている。コントローラ 110 は、ソフトウェア、ハードウェア、又はソフトウェア及びハードウェアの両方の組み合わせで実装されてもよい。例えば、コントローラ 110 は、本明細書で述べられるステップを実行するように構成されるプロセッサ上で動作するソフトウェアとして実装されてもよい。コントローラ 110 は、例えば図 1 に示されるように、ノード 200 とは別個に実装されてもよく、又はノード 200 に実装されてもよい。2 つ以上のノード 200 が存在する後述の例では、コントローラ 110 はまた、例えばすべてのノード 200 に渡って、分散的に実装されてもよい。

【0044】

典型的には、ノード 200 は、ある環境に設置されてもよい。環境は、例えば、オフィス、図書館、教室等であってもよい。ノード 200 の可視光源 220 がアクティブ（オン（ON））及び変調している又は変調していない）である場合、ノード 200 は、環境内に照明を提供する。照明は、特定の時点において、望まれる又は望まれない可能性がある。例えば、環境内に 1 人以上のユーザが存在し、タスクを実行する目的で（例えば、夜間）照明を所望する可能性があり、又は、例えば、（例えば、窓を通して）周囲又は自然光の形態で既に十分な照明がある場合はノード 200 による照明を必要としない可能性がある。

【0045】

コントローラ 110 は、入力に応答して照明をオン又はオフにするように可視光源 220 を制御するように構成される。入力は、入力デバイス 140 から受けてもよく、又はエンドポイントデバイス 130 から受けてもよい。入力デバイス 140 は、スイッチ、存在（又は動き）センサ、及びタイマのうちの 1 つ以上である。入力デバイス 140 は、照明がアクティブにされるべきであることを示す入力を生成する、及びこの入力をコントローラ 110 に提供するように構成及び配置される。

【0046】

したがって、第 1 の具体例では、入力デバイスは、照明をオン又はオフにするようにコントローラ 110 に指示するためにユーザによって操作されることができ環境内のスイッチである。第 2 の具体例として、入力デバイス 140 は、特定の時間に照明をオン又はオフ（例えば、日中の時間帯にオフ、夜間の時間帯にオン）にするようにコントローラ 110 に自動的に指示するように構成されるタイマである。第 3 の具体例として、入力デバイス 140 は、存在を示す存在センサからの入力に応答して照明をオンにするようにコントローラ 110 に自動的に指示するように構成される（例えば、ユーザの）動き又は存在

10

20

30

40

50

を検出するための動き又は存在センサである。コントローラ 110 は、所定の長さの時間存在センサによって存在が検出されなかったと判断することに応答して照明を自動的にオフにするように構成されてもよい。

【0047】

コントローラ 110 は、可視光源 220、赤外光源 210、又は（MIMO コンフィギュレーションにおいて）これらの両方によって出力される光に埋め込まれる LiFi 信号としてデータを出力するようにノード 200 を制御するように構成される。例えば、コントローラ 110 は、データソース 120 からデータを受信し、可視光源 220 及び赤外光源 210 のいずれか又は（MIMO コンフィギュレーションにおいて）両方を制御して、それらの光出力を変調することによりデータソース 120 からのデータを出力してもよい。ここで、データソース 120 は、ローカルデータストレージ若しくはメモリ、又はネットワークを介してコントローラ 110 によってアクセス可能なサーバ等のリモートデータストレージ等の任意のデータソースを表すことが意図されている。具体的な例では、コントローラ 110 は、インターネットを介してサーバからデータを受信するように構成されてもよい。データ自体は、例えば、ビデオファイル、オーディオファイル、ウェブサイト、又は任意の他のデータであってもよい。

【0048】

電界とは対照的に、光出力は負にできない（光の最小量は 0 である）。このため、LiFi 信号は、バイアス光出力レベルに対して光出力を変調することにより生成される。例えば、LED 光源の場合、これは、バイアス電流が LED に供給されることを意味する。典型的なフロントエンドにおいて、このバイアス電流は、公称 LED 電流の約 50～55% に調整される。LED の場合、LED は非線形の電流対電圧関係を有するという事実起因して生成された光における歪みを回避するために十分に高いバイアス電流を供給することがとりわけ重要である。いずれにせよ、バイアス光出力レベルの要件は、実際のデータが伝送される必要がない場合でもバイアス電流から一定の光束を生成することにつながる。典型的な光フロントエンド（OFE: optical frontend）において、電流ドライバは、変調直流電流(modulated DC current)を光源に流し、経時的に変調される光強度を有する光を光源に放射させる。

【0049】

典型的なフロントエンドは、アクティブな光源あたり少なくとも 1～3 W の電力を必要とする。可視光源 220 の場合、この電力は、変調されていない場合でも環境内に照明を提供することができる可視光を生成するために使用される。すなわち、生成された光束を実際に使用するために可視光源 220（例えば、白色 LED 又は白色照明を生成する異なる色の LED の混合）を採用することは有益である。これは、典型的には、人々がモバイル LiFi データを使用したいと思い、追加の電力消費が生じないので既に照明を望んでいる空間にとりわけ有用である。

【0050】

一方、赤外光は人間には見えない。これは、グレアフリー送信(glare free transmission)の利点を有するが、赤外光源 210 のバイアス光出力レベルは照明の副次的効果を提供しないので、可視光変調と比較するとエコフレンドリー(eco-friendly)ではない。

【0051】

したがって、第 1 の例において、ノード 200 は、赤外光源 210 が LiFi 信号を出力するために使用されていて、可視光源 220 は非アクティブである状態である。この場合、コントローラ 120 が（例えば、上述のようにスイッチ、存在センサ、又はタイマを介して）照明がオンにされるべきであることを示す入力を受信する場合、コントローラ 120 は、照明を提供するために可視光源 220 をアクティブにする。追加的に、コントローラ 120 は、（現在、赤外光源 210 によって出力されている）LiFi 信号の出力を現在アクティブな可視光源 220 に自動的に移行する。そうするために、コントローラ 120 は、赤外光源 210 によって出力されていたのと同じデータ（又は同じデータストリ

ーム)をエンコードするように変調される可視光を発するように可視光源 220 を制御する。この場合、コントローラ 120 は、赤外光源 210 をオフにするように制御し、これにより、電力を節約する。

【0052】

エンドポイントデバイス 130 は、現在使用しているのは可視チャネル又は赤外チャネルのどちらであるかを示すインディケーションをエンドポイントデバイス 130 のユーザに出力してもよい。例えば、このようなインディケーションは、エンドポイントデバイス 130 のスクリーン上の視覚的インディケーションとして、又は LED 等のエンドポイントデバイス 130 上の光源を介して、又はエンドポイントデバイス 130 に関連するスピーカによって発せられる音等の聴覚的形態でユーザに提供されてもよい。

10

【0053】

一般に、可視光源 220 は、3つの状態、すなわち、OFF (オフ)、ON (アクティブであるが、変調していない)、又は MOD (オンであり、変調している)のうちの1つであってもよい。赤外光源 210 は、OFF、又は MOD (オンであり、変調する)の2つの状態のうちの1つであってもよい。したがって、MIMO コンフィギュレーションにおけるノード 200 は、表 1 に示されるように 6つの可能な状態のうちの1つであってもよい。

(4) 可視 : OFF 赤外 : MOD	(5) 可視 : ON 赤外 : MOD	(6) 可視 : MOD 赤外 : MOD
(1) 可視 : OFF 赤外 : OFF	(2) 可視 : ON 赤外 : OFF	(3) 可視 : MOD 赤外 : OFF

20

表 1

【0054】

上述したコントローラ 110 の挙動 (behaviour) は、状態 (5) から状態 (3) への自動的遷移 (automatic transition) と考えられてもよい。すなわち、状態 (4) にある場合、可視光源 220 をアクティブにするための入力、状態 (5) への遷移をもたらす。コントローラ 110 は、この事態 (eventuality) において、状態 (5) に留まるのではなく、状態 (3) へ自動的に遷移するように構成される。

30

【0055】

MIMO コンフィギュレーションにおいて、遷移は、赤外光 L i F i 信号から可視光 L i F i 信号へのハンドオーバーを実行するために状態 (6) を介した中間遷移を含んでもよい。例えば、コントローラ 110 は、赤外光源 210 を介して、L i F i 信号の出力が可視光源 220 に移行されるというインディケーションを出力するようにノード 200 を制御してもよい。この場合、エンドポイントデバイス 130 は、インディケーションを受信すると、例えば可視光レシーバをアクティブにすることによって、可視光源 220 を介して L i F i 信号を受信することを継続する準備をするように構成されてもよい。これは、場合によっては、例えば、赤外 L i F i 信号を受信するためにエンドポイントデバイス 130 によって使用されるレシーバが可視 L i F i 信号を受信することも可能である場合、必要ではない。

40

【0056】

コンフィギュレーションに依存して (例えば、ノード 200 が S I S O コンフィギュレーションである場合)、状態 (6) は可能ではない場合があることに留意されたい。

【0057】

50

したがって、SISOコンフィギュレーションにおいて、遷移は、ノード200とエンドポイントデバイス130との間の接続を再確立することを含んでもよい。これは、例えば、信号対雑音比の急激な変化、又は遷移の小さなグリッチ(glitch)の間のリンク／同期の喪失に起因して必要とされ得る。

【0058】

上記は、光出力を変調することができる周波数の観点で同じ出力ケイパビリティを有する可視光源220及び赤外光源210を一般に参照して述べられている。すなわち、任意の変調周波数で、赤外光源210によって出力されているLiFi信号が、可視光源220に移行され、引き続き同じ変調周波数で出力されることができる。しかしながら、一部のタイプの可視光源220は、(赤外光源210を用いて可能なものよりも低い)低速LiFi信号(lower-speed LiFi signal)しか出力できない。

10

【0059】

したがって、一部の例では、可視光源220は、第1の1つ以上の周波数でLiFi信号を出力することができ、赤外光源210は、第2の1つ以上の周波数でLiFi信号を出力することができ、第2の1つ以上の周波数は、第1の1つ以上の周波数よりも高い1つ以上の周波数を含んでもよい。

【0060】

前述したように、光源の周波数ケイパビリティは、当該光源が出力できるデータレート(ビットレート、シンボルレート等)に影響を及ぼす。実際のデータレートは、信号対雑音(SNR)比及び帯域幅等、他の要因にも依存する可能性がある。しかしながら、一般に、周波数出力が制限されることは、出力データレートが制限されることを意味する。例えば、可視光源220は、低～中データレート(例えば、最大60Mbitデータレート)でしかLiFi信号を生成することができないのに対し、赤外光源210は、低、中、及び高データレート(例えば、最大1000Mbitデータレート)でLiFi信号を生成することができる可能性がある。以下で述べられるように、これにはさまざまな理由がある。

20

【0061】

第1の例において、可視光源220は、青色LEDからの光を白色光出力に変換するために蛍光体層を使用する白色LEDである可能性がある。蛍光体層による光子の所要の吸収及び再放出は、本質的にローパスフィルタとして機能する。

30

【0062】

第2の例において、可視光源220は、複数の個別LED(例えば、赤色、緑色、及び青色LED)を含み、これらの光出力が組み合わせられて全体的な白色光出力を生成する可能性がある。プリント回路基板上のこれらの個別LEDのレイアウトは、高周波変調を妨げる可能性がある。例えば、MCPCB(Metal Clad Printed Circuit Board)等の熱伝導率の高い材料に載置されるLEDの典型的に長い直列接続は、高周波電流をLEDに効率よく取り込むことを容易に可能にしない可能性がある。このタイプの周波数制限は、光源(例えば、LED)自体が高周波変調を出力できる場合にも当てはまることもあり、例えば、一部のタイプレーザベースの光源がそうであり得る。

40

【0063】

一方、赤外光源210は、上述したような可視光源220と同じ周波数(したがって、データレート)制限にはそれほど悩まされない。すなわち、赤外光源210は、(可視光源220と同じ低又は中周波数に加えて)高周波数でLiFi信号を生成することが可能である。

【0064】

可視光源220及び赤外光源210を介したLiFi信号の送信は、典型的には、ベースバンドであってもよいことを理解されたい。これは、高速送信は、低速信号の周波数成分よりも高い周波数成分を有するが、すべての成分が必ずしも高いというわけではないことを意味する。すなわち、第2の1つ以上の周波数は、第1の1つ以上の周波数の一部又

50

は全部を含んでもよい。

【0065】

MIMOコンフィギュレーションにおいて、ベースバンドは、2つの別個のチャンネルを使用してもよい。これらのチャンネルは、例えば、可視光用の低帯域幅1MHz～10MHz及び赤外線用の高周波帯域幅20MHz～50MHz等、周波数によって分離されてもよい。代替的に、チャンネルの分離は、波長（エミッタ波長及びフォトダイオード前の光波長フィルタ）によってなされてもよい。波長分離が適用される場合、可視光の帯域幅は、赤外線の帯域幅よりも低くてもよい。対照的に、SISOコンフィギュレーションの場合、可視チャンネル又は赤外チャンネルの一方のみが、所与の時点で使用されることになる。いずれにしても、ベースバンドは、光リンクの帯域幅に基づいて変調帯域幅を変えてもよい。典型的には、赤外チャンネルは、可視チャンネルと比較して高い帯域幅を有してもよい。同じ帯域幅が両方のチャンネルに適用される場合、電気的変調度(electrical modulation depth)は同じになるが、可視光の変調度は妥協されることになる（光変調度(optical modulation depth)を最大化するために、電気的変調帯域幅(electrical modulation bandwidth)は減少される必要がある）。斯くして、一部の例では、赤外光源210及び可視光源220によって出力される（ことが可能な）周波数の間にいくらかのオーバーラップがあってもよい。しかしながら、最大変調度及び／又は最大スループットのために帯域幅を最適化することは有益である。

10

【0066】

上記の観点で、可視光源220は、先に述べたのと同様の3つの状態、すなわち、OFF（オフ）、ON（アクティブであるが、変調しない）、又はLOW（オンであり、低周波数で変調している）のうちの1つであってもよいことを理解されたい。赤外光源210は、OFF、LOW（オンであり、低周波数で変調している）、又はHIGH（オンであり、高周波数で変調している）のうちの1つであってもよい。したがって、これらの例におけるノード200は、表2に示されるように9つの可能な状態のうちの1つであってもよい。

20

(7) 可視 : OFF 赤外 : HIGH	(8) 可視 : ON 赤外 : HIGH	(9) 可視 : LOW 赤外 : HIGH
(4) 可視 : OFF 赤外 : LOW	(5) 可視 : ON 赤外 : LOW	(6) 可視 : LOW 赤外 : LOW
(1) 可視 : OFF 赤外 : OFF	(2) 可視 : ON 赤外 : OFF	(3) 可視 : LOW 赤外 : OFF

30

表2

40

【0067】

状態1～6は、表1に関連して先に述べたものに対応する。現在の例は、赤外光源210が高周波数（高データレート）LiFi信号を提供するために使用される追加の3つの状態（7～9）を導入する。可視光源220は、このような高周波数信号を提供することができないので、より高いデータレートの要求が来るたびに、赤外光源210がアクティブにされる。

【0068】

上述したように、エンドポイントデバイス130は、どのチャンネルが現在使用されてい

50

るかのインディケーションを出力してもよい。したがって、ユーザは、エンドポイントデバイス130が現在、低帯域幅を有する白色で動作しているか、又は増加された帯域幅を有するIRで動作しているかを知らされる。このようなフィードバックは、有益には、レーザ側の光信号（例えば、シグナリングLED(signalling LED)）であってもよい。一部の例では、赤外信号及び可視信号は、例えば、1つ以上の光学フィルタ、TDMA、CDMA等によって分離されてもよい。MIMOコンフィギュレーションでは、両方の信号が並行して使用されることができる。SISOコンフィギュレーションでは、シンプルな（例えば、ACパワー(AC-power)）ディテクタ回路が、赤外信号及び／又は可視信号の存在を決定してもよい。これは、エンドポイントデバイス130又は制御ユニット110に向けてどのデータを供給しているかについての決定を可能にし得る。

10

【0069】

一部の例では、コントローラ110は、高速LiFi信号の要求を受信することに対応して、高速LiFi信号を出力するために赤外光源210をアクティブにするように構成される。要求は、例えば、エンドポイントデバイス130から受けてもよい。高速LiFi信号を提供するための赤外光源210のアクティベーションは、赤外光源210がすでにアクティブにされ、低速LiFi信号を出力しているか否かに関係なく、また、可視光源220が現在オンであるか、オフであるかとは無関係に実行される。このようにすることで、スタンバイ状況が、追加の電力消費なく管理されることができる。

【0070】

一部の例では、エンドポイントデバイス130からの高速LiFiの要求は、明示的であってもよい。例えば、より高いネットワーク速度が必要とされる場合、エンドポイントデバイス130は、赤外チャネルを追加するためのコマンドを送信してもよい。コマンドは、例えば、可視チャネル（低データレートLiFiリンク）を介して、又はインターネット等の別の通信経路を介して送信されてもよい。いずれにしても、受信したコマンドにより、コントローラ110は、赤外チャネルのための変調をアクティブにする。

20

【0071】

代替的に、又は追加的に、エンドポイントデバイス130からの高速LiFiの要求は、暗黙的であってもよい。例えば、ノード200の可視チャネルのみがアクティブである際に、エンドポイントデバイス130が赤外チャネルを介してノード200にLiFi信号を送信する場合、ノード200は、エンドポイントデバイス130が高速LiFiを要求していると判断してもよい。

30

【0072】

別の例では、白色チャネル使用及び赤外チャネルの非アクティベーションに対する切り替えは、動き／存在ディテクタによってトリガされてもよい。これは、高データレートが、空間又は部屋の関連ゾーンで動き／存在が検出される場合にはいつでも利用可能であることを保証する。

【0073】

しかしながら、高データレート赤外チャネルをアクティブにする判断がどのようになされようとも、これは、例えば、LED（白色／IR）の直流バイアス電流を有効及び／又は無効にすること、モジュレータ（白色／IR）への変調信号を有効及び／又は無効にすること（これは、MIMOに適用可能である）、及び／又は、単一の直流電流及び単一の変調電流によって供給される白色及びIR LEDを有することによって実施されてもよい。シャント（スイッチング要素による短絡）することにより、白色LED及び／又はIR LEDの選択が可能である。シャントトポロジ(shunting topology)は、LEDが直列であるため、両チャネルの変調電流が同じになり、MIMOはできないことに留意されたい。

40

【0074】

前述したように、可視光源220は、低～中データレート（例えば、最大60Mbitデータレート）でしかLiFi信号を生成することができないのに対し、赤外光源210は、低、中、及び高データレート（例えば、最大1000Mbitデータレート）でLi

50

F i 信号を生成することができる可能性がある。したがって、一部の例では、コントローラ 110 は、指定されたデータレートにおける L i F i 接続の要求を受信し、指定されたデータレートに基づいて可視チャネル又は赤外線チャネルのいずれを使用するかを判断を行ってもよい。例えば、コントローラ 110 は、可視光源 220 を優先し、指定されたデータレートがそう要求する場合にのみ赤外光源 210 をアクティブにしてもよい。

【0075】

前述したように、ノード 200 は、可視光源 220 及び赤外光源 210 の両方を用いて L i F i 信号を同時に出力することができる M I M O コンフィギュレーションであってもよい。

【0076】

第 1 の例の M I M O コンフィギュレーションにおいて、ノード 200 は、データレートを高めるために可視光源 220 及び赤外光源 210 を同時に使用し、赤外線ビームが遮断された場合に通信が継続するようにしてもよい。例えば、デジタルベースバンドは、別のチャネル（赤外チャネル及び可視チャネル）を有するが、これらのチャネルのうちの単一のものが通信（例えば、双方向通信）にとって十分であってもよい。個別のチャネルとして、スループットが増加することができ、又は、一方のチャネル（光リンク）が遮断された場合にリンクが保持されることができる。

【0077】

さらなる利点は、M I M O チャネルの一方が機能したままである場合 S I S O コンフィギュレーションよりも M I M O コンフィギュレーションの方が I R リンクの再確立が早まり得ることである。これは、自動利得制御（A G C : automatic gain control）、コンスタレーション設定 (constellation setting)、認証等のリンク設定がネゴシエーション及び検証される必要があるため、通常、新しい S I S O リンクを確立するにはより時間がかかるためである。一方、単一の遮断された M I M O リンクは、他のリンクがデータ用に機能し続けているため、より早く回復する。斯くして、他方の M I M O リンクを再確立するためのネゴシエーション及び検証プロセスは省略されることができる。

【0078】

第 2 の例の M I M O コンフィギュレーションにおいて、ノード 200 は、（例えば、アップリンク及びダウンリンク間の）干渉を低減させるために可視光源 220 及び赤外光源 210 を同時に使用してもよい。

【0079】

図 2 は、L i F i システムの第 2 の例を概略的に示している。この例では、複数のノード 200 a ~ c が環境 300 に設置されている。各ノード 200 a ~ c は、図 1 に関連して上述したようなノードである。この例では、コントローラ 110 は、ノード 200 a ~ c の各々に動作可能に結合される中央コントローラとして実装される。しかしながら、上述したように、コントローラ 110 は、例えば、ノード 200 の 2 つ以上にわたって、分散して実装されてもよい。

【0080】

このような配置において、ノード 200 a ~ c の赤外光源 210 a ~ c によって使用される光の 1 つ以上の波長の間に十分なオーバーラップがある場合、これらの赤外チャネル間に干渉がある可能性がある。同様に、ノード 200 a ~ c の可視光源 220 a ~ c によって使用される光の 1 つ以上の波長の間に十分なオーバーラップがある場合、これらの可視チャネル間に干渉がある可能性がある。一方、赤外線チャネルの 1 つ以上と可視チャネルの 1 つ以上との間の干渉に対して（複数の）赤外波長と（複数の）可視波長との間に十分なオーバーラップがない可能性が高い。

【0081】

したがって、一部の例では、ノード 200 a ~ c の各々は、それぞれの可視光源 220 a ~ c を介して第 1 の 1 つ以上の周波数で同じ L i F i 信号を出力するように構成される。すなわち、すべてのノード 200 a ~ c の可視チャネルは、コヒーレント変調（同じ位相及び周波数を有する変調）で変調されてもよい。これは、環境 300 のより大きな部分

10

20

30

40

50

を、同じ、均質な L i F i 信号でフラディングする(flooding)という利点を有する。これにより、迷光も最大限に利用され、シャドウイングの可能性が低減される。さらに、複数のノード 200 からの光は、エンドポイントデバイス 130 におけるレシーバによって加算されることができ、環境内の非常に低いフラックスレベルであっても信号対雑音比を改善することができる。このような例では、コントローラ 110 を集中的に(centrally)実装することがとりわけ有利であり得る。この場合、各ノード 200 は、同じ長さの同じタイプのケーブルを使用してコントローラ 110 に接続されることができる。

【0082】

これは、図 2 に示されるように、複数のノード 200 を制御するための単一のコントローラ 110 を提供することによって実現されてもよい。コントローラ 110 は、ノード 200 と比べて比較的高価である。それゆえ、すべてのノード 200 にコントローラ 110 を備えることは、L i F i システムのコストを増加させることになる。それゆえ、それぞれの可視光源 220 a ~ c を介して第 1 の 1 つ以上の周波数で同じ L i F i 信号を出力することの利点は、必要なコントローラ 110 の数が少なくなることである。オーバーラップするエリアでは、ノード信号は加算され、信号対雑音比を向上させる。ノードが自身のコントローラ 110 を備える場合、オーバーラップするエリアは、信号が干渉する可能性がある（これらは加算されることができない）ため、信号対雑音比を悪化させる。

【0083】

あるコントローラ 110 から別のコントローラ 110 にエンドポイント 130 が移動する場合、ハンドオーバープロセスが必要とされ得る。したがって、さらに別の利点は、（複数の）エンドデバイス 130 が、ハンドオーバーを必要とせずに（同じコントローラ 110 と接続されている）ノード 200 の下を動き回ることができるということである。

【0084】

一部の例では、コントローラ 110 は、エンドポイントデバイス 130 のロケーションを決定するように構成される。例えば、ノード 200 におけるレシーバは、エンドポイントデバイス 130 から信号が受信される方向を検出するように構成されてもよい。この場合、当該ノード 200 は、同じ（戻り）方向に自身の光出力（可視又は赤外のいずれか）を発するように構成されてもよい。

【0085】

代替的な又は追加的な例では、エンドポイントデバイス 130 のロケーションは、例えば、コード化光を使用することにより、屋内測位システム（IPS: indoor positioning system）を使用して決定されてもよい。例えば、エンドデバイス 130 は、画像キャプチャデバイス（例えば、セルフイーカム等のエンドポイントデバイス 130 のカメラ）を使用して（複数の）天井光源 220 の画像をキャプチャしてもよい。この場合、エンドポイントデバイス 130 は、光源 220 からの復号されたメッセージに基づいて自身の位置を決定してもよい。例えば、エンドポイントデバイス 130 は、ノード 200 のロケーションを様々なコードと関連付ける情報を記憶してもよい。この情報は、バックエンド（例えば、コントローラ 110 又は L i F i システムのサーバ）に記憶されてもよい。加速度計、コンパス、アルゴリズム等の他のリソースが、測位精度を向上させるために使用されてもよい。エンドポイント 130 の位置情報は、ワイヤレスネットワークによって（例えば、無線周波数(Radio Frequency)によって、又は最も近いコントローラによって、又はセルで説明されるように指向性高速 I R リンクがセットアップされることができるような大きなカバレッジの低データレート L i F i チャンネルによって）コントローラ 110 に報告されることができる。

【0086】

赤外光源 210 a ~ c は、指向されたビームで変調光を出力してもよい。各ビームは、環境内の「セル」を定義する。それゆえ、エンドポイントデバイス 130 は、ノード 200 a ~ c の 1 つのセル内に位置する（及び当該ノード 200 a ~ c の赤外光源 210 a ~ c 及び／又は可視光源 220 a ~ c が現在アクティブである）際に、当該ノード 200 a ~ c からの L i F i 信号のみを受信することができる。

10

20

30

40

50

【0087】

したがって、一部の例では、コントローラ110は、エンドポイントデバイス130が現在位置するセルを決定するように構成される。これは、コントローラ110がエンドポイントデバイス130のロケーションを決定すること、及び、当該ロケーションを含むセルを決定することを含んでもよい。いずれにしても、コントローラ110は、ノード200の少なくとも1つがエンドポイントデバイス130の範囲内にあると決定する、及び、L i F i 信号を出力するように決定された少なくとも1つのノード200を制御するように構成されてもよい。この場合、コントローラ110は、すべての他のノード200をOFF状態となるように制御し、斯くして、電力を節約してもよい。

【0088】

一部の例では、コントローラ110は、赤外光源210を使用してL i F i 信号を出力するようにエンドポイントデバイス130の範囲内にあると決定される1つ以上のノード200（すなわち、エンドポイントデバイス130が現在位置するセルの（複数の）ノード200）を制御してもよい。

【0089】

さらなる例では、各ノード200の赤外光源210は、変調赤外光の集束ビームを生成する。赤外光源210が可視光源220よりも高速な接続を提供することができる場合、これは、各ノード200が、可視光源220を使用してバックグラウンドデータレートを提供し、赤外光源210を使用して「ピーク」又は向上したデータレートの集束ビームを提供することを意味する。

【0090】

赤外光源210によって出力される変調赤外光のビームの方向は、ビームステアリング技術を使用してステアリングされてもよい。したがって、一部の例では、ノード200は、特定のエンドポイントデバイス130に向けてビームをステアリングしてもよい。そうするために、コントローラ110は、上述したようにエンドポイントデバイス130のロケーションを決定し、エンドポイントデバイス130の決定されたロケーションに向けてそれぞれの赤外ビームをステアリングするように1つ以上のノード200を制御してもよい。これのとりわけ有利な点の一つは、コストに対するものである。すなわち、より多くのユーザのために可視光で大きなカバレッジが提供されると同時に、ビームステアリングによって完全なカバレッジゾーン又は会議テーブル等の主要ゾーン内で高速リンクが提供される。

【0091】

ビームステアリングの別の利点は、並行した複数の通信の干渉のリスクが軽減されることである。ビームステアリングのさらに別の利点は、信号対雑音比が向上することである。とりわけ、狭いビームは、高い信号対雑音比を有し、斯くして、光が可視であり、例えば、カラーLEDから到来する場合でさえも、低い電力消費で高いリンクバジェットを有する。

【0092】

図3及び図4は、ノード200の例をより詳細に概略的に示している。

【0093】

図3に示される回路は、S I S Oコンフィギュレーションによるノード200を実装するのに適している。上述したように、S I S Oコンフィギュレーションにおいて、ノード200は、任意の所与の時点において、赤外光源210又は可視光源220のいずれかを使用し、両方は使用しないように構成される。

【0094】

この例では、可視光源220は、複数の可視光LED224を含み、赤外光源210は、赤外LED214を含む。図3に示される要素は、天井取り付け照明器具内に組み込まれてもよい。

【0095】

赤外光源210は、赤外LED214に直流電流を供給するための電流源211を含む

10

20

30

40

50

。したがって、赤外光源 210 は、電流源 211 及び赤外 LED 214 から成る電流ループを含む。また、（後述のように）変調に起因する交流電流から電流源 211 の直流電流をデカップリングする(decouple)ように配置されるフィルタ要素 212、213 が示されている。

【0096】

可視光源 220 も同様に、電流源 221 及びフィルタ要素 222、223 を含む。しかしながら、赤外 LED 214 に代えて、可視光源 220 は、LED スtring 224 を含む。LED スtring 224 は、図 3 に示されるように、直列に接続される複数の可視波長 LED である。したがって、可視光源 220 は、電流源 221 及び可視 LED スtring 224 から成る電流ループを含む。

10

【0097】

この例では、コントローラ 110 は、ノード 200 に実装される。コントローラ 110 は、この例では、エンコーダ 230 と、アンプリファイア 240 と、光源セクタ 250 とを含む。アンプリファイア 240 は、エンコーダ 230 に動作可能に結合される。光源セクタ 250 は、アンプリファイア 240 に動作可能に結合される。光源セクタ 250 は、第 1 のコンデンサ 251 を介して赤外光源 210 に、及び第 2 のコンデンサ 252 を介して可視光源 220 に動作可能に結合される。

【0098】

エンコーダ 230 は、データソース 120 からデータを受信する、及び、データをエンコードして、変調信号を生成するように構成される。エンコーダ 230 は、生成された変調信号をアンプリファイア 240 に渡す。アンプリファイアは、変調信号をコンディショニングし(condition)、光源セクタ 250 は、コンディショニングされた信号(conditioned signal)を赤外光源 210 及び可視光源 220 のうちの 1 つ以上に選択的に渡す。それぞれの第 1 のコンデンサ 251 及び第 2 のコンデンサ 252 は、それぞれの光源における LED 電流ループに AC 成分のみをカップリングする(couple)ために使用される。

20

【0099】

一部の例では、光源セクタ 250 は、図 3 に示されるように、赤外光源 210 の電流源 211 に動作可能に結合され、光源セクタ 250 が電流源 211 をスイッチオフする、さもなければ非アクティブにすることができるようにもよい。同様に、光源セクタ 250 は、可視光源 220 の電流源 221 に動作可能に結合されてもよいが、これは図示されていない。

30

【0100】

一部の例では、ノード 200 は、（コントローラ 110 からの）変調信号を搬送するケーブル上に存在する DC 電圧オフセットに依存して可視光源 220 又は赤外光源 210 のいずれかを選択的に使用するように構成されてもよい。例えば、ノード 200 は、0 V DC オフセットに応答して両方の光源をオフにし、2 V DC オフセットに応答して LiFi 信号の出力に可視光源 210 を使用し、4 V DC オフセットに応答して LiFi 信号の出力に赤外光源 220 を使用してもよい。

【0101】

一部の例では、光源セクタ 250 は、例えば、光源 210、220 のうちのどの 1 つ以上が使用されているかに依存して、増幅パラメータを調整するためにアンプリファイア 240 に信号を提供するように構成されてもよい。代替的な実施形態では、可視光源 220 のために別個のアンプリファイアが使用されてもよい。これは、（図 3 の例に示されるような）LED の長い直列接続の駆動が、単一の赤外 LED の場合よりもはるかに高い駆動電圧を必要とするため、とりわけ有利である。

40

【0102】

光源セクタ 250 は、上述したように、スイッチ又はタイマ等のソースから入力を受けるように構成及び配置される。例えば、照明をアクティブにするため等の入力を受けることに応答して、光源セクタ 250 は、可視光源 220 をアクティブにしてもよい。

50

【0103】

コントローラ110の光源セレクタ250は、冗長性のケースを識別するように構成される。とりわけ、光源セレクタ250は、赤外光源210が低周波数L i F i信号を出力するために使用されていて、可視光源220が（L i F iではなく）照明の目的だけのために現在アクティブである場合に冗長性を決定してもよい。可視光源220は、照明を提供すると同時に、低周波数L i F i信号を出力することができるので、この状況は冗長である。この状況を識別することに対応して、光源セレクタ250は、（L i F i信号を可視光に変調することにより）L i F i信号を可視光源220に移行し、赤外光源210を非アクティブにする。

【0104】

図4に示される回路は、M I M Oコンフィギュレーションによるノード200を実装するのに適している。上述したように、M I M Oコンフィギュレーションにおいて、ノード200は、L i F i信号を出力する目的のために赤外光源210、可視光源220、又はこれらの両方を使用するように構成される。

【0105】

この例では、赤外光源220は、1つ以上の赤外L E Dであり、可視光源210は、1つ以上の可視光L E Dである。赤外光源220及び可視光源210は、電流源221と直列に配置されている（すなわち、これらは単一の電流源を共有している）。また、上述したように、フィルタ要素222、223が設けられてもよい。

【0106】

コントローラ110は、図3に関連して上述したのと同様に、エンコーダ230及びアンプリファイア240を含む。コントローラ110はまた、第1のコンデンサ251を介して赤外光源210及び可視光源220に動作可能に結合される光源セレクタ250を含む。しかしながら、この例では、光源セレクタ250は、第1のトランジスタ215及び第2のトランジスタ225（のゲートに）も動作可能に結合される。

【0107】

第1のトランジスタ215は、赤外光源210を跨いでいる(straddle)。第2のトランジスタ225は、可視光源220を跨いでいる。この例示的な回路では、I Rチャンネル及び白色チャンネルは、単一の電流源のみを必要とする直列接続になっている。これらは、それぞれのL E Dの周囲で電流をシャントすることによって選択的に変調される。したがって、動作において、光源セレクタ250は、第1のトランジスタ215及び第2のトランジスタ225のいずれか（又は両方）のゲートに電圧を供給し、これにより、赤外光源210及び可視光源220のいずれか（又は両方）の周囲で回路をそれぞれ効果的に短絡させることができる。したがって、光源セレクタ250は、赤外光源210及び可視光源220のいずれも(none)、一方、又は両方を選択的に（非）アクティブにすることができる。

【0108】

すなわち、コントローラ110は、赤外光源210及び可視光源220の各々に制御コマンドを送信するためのそれぞれの出力である、2つの出力を含んでもよい。コントローラ110は、各出力を介して制御コマンドを同時に送信することができてもよく、これによりM I M Oコンフィギュレーションを提供してもよい。変調信号レベルに基づいて、ノード200は、赤外光源210及び／又は可視光源220にD Cバイアスを印加することができる。

【0109】

さらに発展した実施形態では、L E Dバイアス電流を制御及び駆動するために使用される電流源211、221は、例えばカレントミラー回路によって、H F変調信号の挿入を直接サポートするやり方で実装されてもよい。これは、フィルタ要素212、213、222、223を陳腐化する(obsolete)ことにもなる。

【0110】

本発明によるワイヤレス通信ノードは、照明灯を動作させる場合に照明ライティングシ

10

20

30

40

50

システムで慣習的に使用されるような存在センサ又はモーションセンサ等のセンサと共に使用されてもよい。ワイヤレス通信ノードは、典型的には、少なくとも1つのエンドポイントデバイスにL i F i信号を提供し、ノードは、照明を提供するために変調可視光及び非変調可視光を発するための可視光源と、変調赤外光を発するための赤外光源とを含む。好ましくは、ノードは、存在センサ及び／又はモーションセンサと共に使用されるように構成される。

【0111】

ノードは、前記少なくとも1つのエンドポイントデバイスによる受信のために赤外光源又は可視光源を介して第1の1つ以上の周波数でL i F i信号を出力するように配置され、ノードは、センサからの入力を受信することに応答して、ノードの状態に依存して、照明を提供し、L i F i信号を出力していない場合、照明と共に可視光源を介したL i F i信号の送信をオンにし、照明を提供していない場合、ノードにおける照明要求に依存して可視光源又は赤外光源のいずれかを使用してL i F i信号を出力するように構成されてもよい。

10

【0112】

照明を提供していない場合、存在センサからの入力は、照明センサからの入力で補完されてもよい。このようにして、ノードは、照明を提供せず、L i F i信号を出力していない場合、照明センサが照明が必要とされないことを示す場合には赤外光源を介してL i F i信号の送信をオンにし、照明センサが照明が必要とされることを示す場合には可視光源を介してL i F i信号の送信をオンにしてもよい。

20

【0113】

上記の例では、存在（例えば、モーション）センサからの入力は、有利なことに、可視光源又は赤外光源のいずれかを用いた通信が行われていない場合、ノードの状態に依存してデータ通信をオンにするために使用されてもよい。

【0114】

存在（又はモーション）センサからの信号は、ユーザが存在することを示すものであり、通信については、（少し）前にユーザが存在しなかったときにユーザが存在する場合にとりわけ関連し、なぜなら、新たに検出されたユーザは、データ通信を必要とする可能性があるためである。存在センサの使用は、照明光（可視光源）の電力消費を低減するだけでなく、赤外光源の電力消費を低減するためにもとりわけ有用である。斯くして、これまで存在しなかったときにユーザの存在が検出される場合、L i F iのラインオブサイトの特性(line-of-sight nature)の理由で、ノードのL i F i通信をウェイクアップするためのキュー(cue)を提供し、ノードは、L i F i信号の送信を開始することができる。

30

【0115】

新たな存在検出が通信機能をウェイクアップするためのトリガを提供する場合、存在検出の欠如だけでは、一般的に、ノードを低電力状態にする（すなわち、通信機能の切り替え）ための良いインディケーションを提供しない。ユーザが、接続されているデバイスをデータが転送されている場合に放置することはよくあることである。しかしながら、（可能であればコンフィギュラブルな(configurable)）所定の最小期間のネットワーク通信の欠如と組み合わせられる存在の欠如が、ノードによるL i F i通信機能を停止する及び／又はノードをL i F i信号が出力されていない低電力状態にするためのキューを提供してもよい。

40

【0116】

本明細書で言及されるプロセッサ又は処理システム又は回路は、実際には、オプションとしてチップセット、特定用途向け集積回路(A S I C)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(F P G A)、デジタルシグナルプロセッサ(D S P)、グラフィックスプロセッシングユニット(G P U)等として提供される単一のチップ若しくは集積回路又は複数のチップ若しくは集積回路によって提供されてもよいことを理解されたい。単一又は複数のチップは、例示的な実施形態に従って動作するようにコンフィギュラブルである、1つ以上のデータプロセッサ、1つ以上のデジタルシグナルプロセッサ、ベースバンド回路

50

及び無線周波数回路のうちの少なくとも1つ以上を具現化するための回路（及び可能であればファームウェア）を備えてもよい。これに関して、例示的な実施形態は、少なくとも部分的に、（非一時的）メモリに格納され、プロセッサ若しくはハードウェアによって実行可能なコンピュータソフトウェアによって、又は有形に格納されたソフトウェア及びハードウェア（及び有形に格納されたファームウェア）の組み合わせによって実装されてもよい。

【0117】

本明細書では、データを格納するためのデータストレージを参照する。これは、単一のデバイス又は複数のデバイスによって提供されてもよい。適切なデバイスには、例えば、ハードディスク及び不揮発性半導体メモリ（例えば、ソリッドステートドライブ（SSD）を含む）が含まれる。

10

【0118】

図面を参照して本明細書で述べられる実施形態の少なくとも一部の態様は、処理システム又はプロセッサで実行されるコンピュータプロセスを含むが、本発明は、本発明を実施するように適合されたコンピュータプログラム、とりわけ、キャリア上又はキャリア内のコンピュータプログラムにも及ぶ。プログラムは、非一時的なソースコード、オブジェクトコード、コード中間ソース(code intermediate source)及び部分的にコンパイルされた形式等のオブジェクトコードの形式、又は本発明によるプロセスの実装での使用に適した他の任意の非一時的な形式であってもよい。キャリアは、プログラムを担持することができる任意のエンティティ又はデバイスであってもよい。例えば、キャリアは、ソリッドステートドライブ（SSD）若しくは他の半導体ベースのRAM若しくはROM等の記憶媒体、ハードディスク等の磁気記録媒体、又は光メモリデバイス等を含んでもよい。

20

【0119】

本明細書で述べられる例は、本発明の実施形態の例示として理解されるべきである。さらなる実施形態及び例が想定される。いずれかの例又は実施形態に関して述べられる任意の特徴は、単独で又は他の特徴と組み合わせて使用されてもよい。加えて、いずれかの例又は実施形態に関して述べられる任意の特徴は、任意の他の例若しくは実施形態、又は任意の他の例若しくは実施形態の任意の組み合わせの1つ以上の特徴と組み合わせて使用されてもよい。さらに、本明細書で述べられない均等物及び変形例も、特許請求の範囲で定義される、本発明の範囲内で用いられてもよい。

30

40

50

【図面】
【図 1】

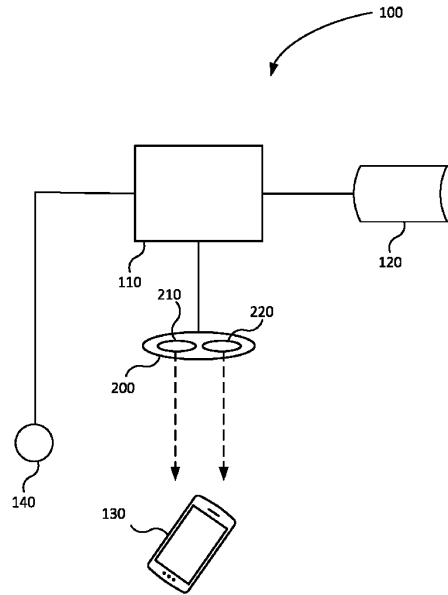


Figure 1

【図 2】

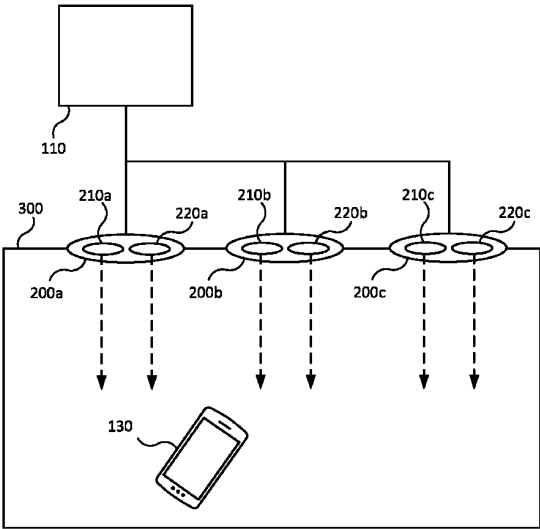


Figure 2

【図 3】

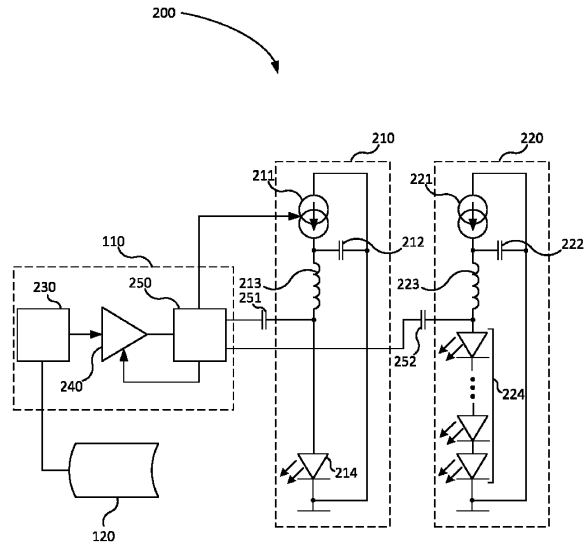


Figure 3

【図 4】

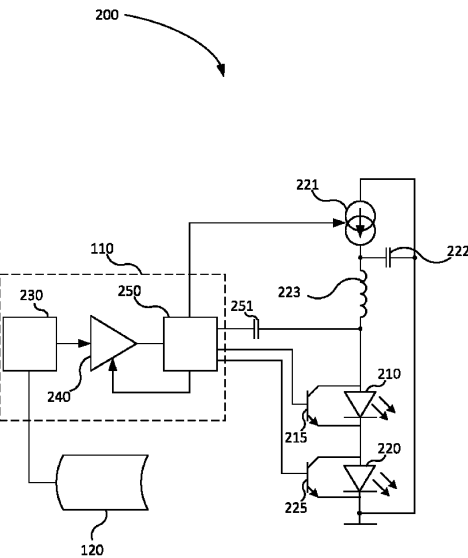


Figure 4

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2021/050271

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04B10/114 H04B10/116
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/297167 A1 (NAKAGAWA MASAO [JP] ET AL) 3 December 2009 (2009-12-03) the whole document -----	1-15
A	US 2009/208221 A1 (SASAI HIROYUKI [JP]) 20 August 2009 (2009-08-20) the whole document -----	1-15
A	WO 2018/229022 A1 (PHILIPS LIGHTING HOLDING BV [NL]) 20 December 2018 (2018-12-20) the whole document -----	1-15
A	US 2008/102893 A1 (SHIN DONG-JAE [KR] ET AL) 1 May 2008 (2008-05-01) paragraph [0011] - paragraph [0012]; claims 9-13; figures 5,6 paragraph [0034] - paragraph [0052] -----	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 April 2021

Date of mailing of the international search report

23/04/2021

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gäde, Sebastian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2021/050271

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009297167 A1	03-12-2009	AT 372614 T	15-09-2007
		AU 2003275606 A1	13-05-2004
		CN 101714898 A	26-05-2010
		DE 60316178 T2	05-06-2008
		EP 1564914 A1	17-08-2005
		EP 1855398 A1	14-11-2007
		EP 1858179 A1	21-11-2007
		EP 1860799 A1	28-11-2007
		EP 1860800 A1	28-11-2007
		EP 1860801 A1	28-11-2007
		EP 1863203 A1	05-12-2007
		EP 1865631 A1	12-12-2007
		HK 1087848 A1	20-10-2006
		HK 1129164 A1	20-11-2009
		KR 20050071617 A	07-07-2005
		US 2006056855 A1	16-03-2006
		US 2009297156 A1	03-12-2009
		US 2009297157 A1	03-12-2009
		US 2009297166 A1	03-12-2009
		US 2009297167 A1	03-12-2009
		US 2009310976 A1	17-12-2009
		WO 2004038962 A1	06-05-2004
US 2009208221 A1	20-08-2009	CN 101502013 A	05-08-2009
		JP 4885234 B2	29-02-2012
		JP WO2008050729 A1	25-02-2010
		US 2009208221 A1	20-08-2009
		WO 2008050729 A1	02-05-2008
WO 2018229022 A1	20-12-2018	CN 110741735 A	31-01-2020
		EP 3639629 A1	22-04-2020
		JP 2020523752 A	06-08-2020
		US 2020204256 A1	25-06-2020
		WO 2018229022 A1	20-12-2018
US 2008102893 A1	01-05-2008	KR 100810297 B1	06-03-2008
		US 2008102893 A1	01-05-2008

10

20

30

40

50

フロントページの続き

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

トホーフエン ハイ テク キャンパス 7

F ターム (参考) 5K102 AA17 AA27 AL23 AL28 PB02 PB14