

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-10316

(P2011-10316A)

(43) 公開日 平成23年1月13日(2011.1.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 10/10 (2006.01)	HO4B 9/00 R	5K102
HO4B 10/105 (2006.01)	HO4B 9/00 X	
HO4B 10/22 (2006.01)	HO4B 9/00 G	
HO4B 10/02 (2006.01)		
HO4B 10/24 (2006.01)		

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-160328 (P2010-160328)
 (22) 出願日 平成22年7月15日 (2010.7.15)
 (62) 分割の表示 特願2008-208151 (P2008-208151) の分割
 原出願日 平成15年9月8日 (2003.9.8)
 (31) 優先権主張番号 10/238,835
 (32) 優先日 平成14年9月10日 (2002.9.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 594071675
 ハリス コーポレイション
 Harris Corporation
 アメリカ合衆国 フロリダ 32919
 メルバーン, ウェスト・ナサ・ブルバード
 1025
 (71) 出願人 505088835
 ランプ, レイモンド チャールズ
 アメリカ合衆国 フロリダ 32934
 メルバーン サイプレス・ベンド・サークル
 1270

最終頁に続く

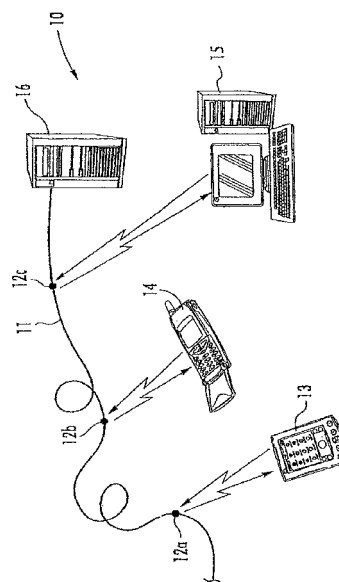
(54) 【発明の名称】 光/ワイヤレス・ハイブリッド通信を提供する通信システム及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光ファイバ通信の利点とワイヤレス通信の利点とを効果的に用いる通信システムを提供する。

【解決手段】 通信システム10は、光ファイバ11の縦側面に接続された少なくとも1つの光-ワイヤレス機器12を有する。光-ワイヤレス機器12は、光パワを電力へ変換する光ファイバパワユニットと、それによって電力供給されるワイヤレス通信ユニットとを有する。光-ワイヤレス機器12は、光ファイバパワユニット及びワイヤレス通信ユニットを光ファイバ11の縦側面へ取り付ける基板を有する。ワイヤレス通信ユニットは、無線周波数送信器と、該送信器を光ファイバ11の縦側面へ接続する信号光格子とを有する。光ファイバ11の縦側面に沿って反対方向に延びる第一の部分及び第二の部分とを有するアンテナが設けられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

通信システムであって、
コアと該コアを囲むクラッドを有する光ファイバ；
該光ファイバを保持する溝を有するファイバベンチ；
を有し、
前記光ファイバは、前記ファイバベンチの隣接部分に接した露出したコア部分を定めるために、前記クラッドの一部が除去され、
当該通信システムは、
前記露出したコア部分に隣接する前記光ファイバの長手方向側面に結合された光ワイヤレス機器；
を有し、
前記光ワイヤレス機器は：
少なくとも 1 つの光起電装置を有し、前記露出したコア部分に結合され、該コア部分への光パワを電気パワに変換する光ファイバパワユニット；
前記露出したコア部分からの光を前記少なくとも 1 つの光起電装置に結合するパワ光格子；及び
前記光ファイバパワユニットにより電力を供給され、前記露出したコア部分に結合され、超広帯域送信器及び該超広帯域送信器を前記光ファイバの前記長手方向側面に結合する光信号格子を有するワイヤレス通信ユニット；
を有し、
前記超広帯域送信器は：
前記信号光格子に結合された入力を有し及び出力を有する光検出器；
該光検出器の出力に接続された入力を有し及び出力を有する増幅器；
出力を有する擬似ランダムコード生成器；
前記増幅器及び前記擬似ランダムコード生成器の出力に接続された入力を有し及び出力を有する乗算器；
前記乗算器の出力に接続された入力を有し及び出力を有するパルス発生器；及び
前記パルス発生器の出力に接続されたアンテナ；
を有する、
ことを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

前記光ワイヤレス機器は、前記光ファイバの前記長手方向側面に沿って間隔の空いた位置で前記光ファイバに結合された複数の光ワイヤレス機器を有する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

通信システムは、しばしば、ユーザ間でデータ信号、音声信号、及び / 又は、映像信号をルーティングするのに用いられる。

【背景技術】**【0002】**

典型的な通信システムの 1 つは、複数のコンピュータ・ワークステーション・ユーザを相互接続するローカル・エリア・ネットワーク (LAN) である。おそらく、LAN においてコンピュータ又は他の機器を一体に接続する最も一般的な方法は、導線を通じたものである。例えば、コンピュータ・ワークステーションへ接続された壁コネクタ又は床コネクタが建物中に配置され、金属製のワイヤが壁コネクタから例えばそれらがサーバなどのホストコンピュータ装置へ接続にされる 1 以上の中心位置まで延びる。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【0003】

ワイヤによるネットワークの使用にはいくつかの欠点に伴う可能性がある。例えば、電力がワイヤを通じて送信されているため、ワイヤの敷設は、電気コードの影響を受けやすく、敷設をより困難に、或いは、コスト高にさえし得る。さらに、典型的な金属製ワイヤ（例えば、銅線）を用いたときに利用可能な帯域幅は、用途によっては、所望の帯域幅に満たない可能性もある。

【0004】

このような制限の結果として、「銅線無しの」ネットワークを提供するために、他の種類の相互接続の利用が試みられている。例えば、光ファイバラインは、電気信号に相当する光信号をコンピュータ又は他の機器間で非常に高速且つ広帯域幅で送信することを可能にする。しかし、光ファイバ通信は、ワイヤより高価であることが多いため、光ファイバラインを数多くの壁コネクタへ延ばすことは、状況によっては、法外なコストが掛かる可能性がある。

10

【0005】

さらに、光ファイバケーブルは、ワイヤよりも信号を抽出するのが難しい。結果として、光ファイバからの信号抽出の困難性を解決する様々な手法が開発されている。このような手法の1つは、米国特許第6,265,710号に開示されている。この手法によれば、光ファイバから出現した光は、光検出器又は別のガラスファイバの入力面において、集光素子によって方向付けされる。別の手法は、特定の波長の光を捕獲するように物理的に構成された格子を用いることである。この手法の一例は、Pattersonらの米国特許第6,304,696号に開示されている。

20

【0006】

LANにおいて1以上の機器を相互接続する別の方法は、ワイヤレス通信リンクを用いることである。例えば、LAN内の各機器が、1以上の指定された周波数を用いて、データ信号を他の機器へ送受信するワイヤレス無線周波数(RF)送受信機を有する。この手法は、ワイヤによるネットワーク又は光ファイバによるネットワークに比べて、(もしあれば)壁コネクタがより少なく済むという利点を有するが、ワイヤレス通信リンクは、機器が様々な場所を移動させられると、干渉や、信号歪みや、信号損失を受ける可能性がある。

30

【0007】

以上の背景から、本発明の目的は、光ファイバ通信の利点とワイヤレス通信の利点とを効果的に用いる通信システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の上記及び他の目的、特徴、及び利点は、光ファイバと、光ファイバに接続された少なくとも1つの光-ワイヤレス機器とを有する通信システムによって提供される。一例として、上記少なくとも1つの光-ワイヤレス機器は、標準的なファイバコネクタ、上記ファイバ内の格子構造のマイクロ製造、電子基板として機能する表面研磨ファイバ、などによって上記ファイバに接続される。さらに、上記光-ワイヤレス機器は、上記光ファイバに接続され、該光ファイバ内の光パワーを電力へ変換する光ファイバパワーユニットと、該光ファイバパワーユニットによって電力が供給され、上記光ファイバに接続されたワイヤレス通信ユニットとを有する。この光-ワイヤレス機器は、上記光ファイバパワーユニット及び上記ワイヤレス通信ユニットを上記光ファイバの上記縦側面に取り付ける基板を有する。

40

【0009】

上記光ファイバパワーユニットは、光起電装置と、該光起電装置を上記光ファイバの上記縦側面に接続するパワー光格子とを有する。上記ワイヤレス通信ユニットは、無線周波数送信器と、該送信器を上記光ファイバの上記縦側面に接続する信号光格子とを有する。

【0010】

本発明の別の重要な態様によれば、上記無線周波数送信器は、超広帯域送信器を有する

50

。この超広帯域送信器は、上記信号光格子に接続された入力を備えた光検出器と、この光検出器の出力に接続された入力を備えた増幅器と、擬似ランダムコード生成器と、該増幅器及び該擬似ランダムコード生成器の出力に接続された入力を備えたマルチプレクサと、該マルチプレクサの出力に接続された入力を備えたパルス発生器とを有する。

【0011】

また、上記超広帯域送信器は、上記パルス発生器の出力に接続されたアンテナを有する。一例として、このアンテナは、例えばダイポールアンテナである。特にコンパクトで効率的な構造とするために、このダイポールアンテナは、上記光ファイバの上記縦側面に沿って反対方向に延びる第一の部分及び第二の部分とを有することが好ましい。

【0012】

上記光ファイバは、コアと、該コアを囲むクラッドとを有する。したがって、上記光ファイバパワユニット及び上記ワイヤレス通信ユニットは、上記光ファイバの上記コアに接続される。

【0013】

上記ワイヤレス通信ユニットがワイヤレス送信器を有する実施形態において、上記システムは、更に、上記ワイヤレス送信器から離間され、該ワイヤレス送信器から信号を受信する少なくとも1つのワイヤレス受信器を有する。逆に、上記ワイヤレス通信ユニットがワイヤレス受信器を有する実施形態において、上記システムは、上記ワイヤレス受信器から離間され、該ワイヤレス受信器へ信号を送信する少なくとも1つのワイヤレス送信器を有する。当然、更に別の実施形態として、全二重通信が提供されてもよい。

【0014】

上記通信システムは、特に、銅線無しネットワークに適用できる。上記実施形態において、上記少なくとも1つの光 - ワイヤレス機器は、上記光ファイバの上記縦側面に沿って間隔を空けて上記光ファイバに接続された複数の光 - ワイヤレス機器を有し得る。状況によっては、複数の光 - ワイヤレス機器を上記光ファイバに接続することができる。

【0015】

上記光 - ワイヤレス機器における電力供給及び信号送出には異なる光波長を用いることができる。特に、上記ワイヤレス通信ユニットが第一の光波長で作動し、上記システムが、上記光ファイバに接続され、上記光ファイバパワユニットに電力を供給すると共に、上記第一の光波長とは異なる第二の波長で作動する光パワ発生源を有する、ようにすることができる。加えて、異なる光波長の代わりに、上記光 - ワイヤレス機器は、異なるモード、異なる極性、又は異なるコードで作動する、或いは、何らかの別の方法で光 - ワイヤレス機器間で信号及び電力を異ならせることも可能である。

【0016】

本発明の方法態様は、光 - ワイヤレス通信用である。この方法は、光ファイバパワユニットと該光ファイバパワユニットに接続されたワイヤレス通信ユニットを有する少なくとも1つの光 - ワイヤレス機器を光ファイバの縦側面に接続する。本方法は、更に、該光ファイバ内に光パワを供給し、上記光ファイバパワユニットを用いて、該光ファイバ内の光パワを電力へ変換し、該光パワから変換された該電力を用いて、光 - ワイヤレス通信のために上記ワイヤレス通信ユニットに電力を供給する。加えて、例えば、太陽電池や、整流アンテナなどの方法によって、或いは、導線によって、外部電力が供給されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】光ファイバに接続された複数の光ワイヤレス機器を含む、本発明に係る通信システムの概略図である。

【図2】図1の光ワイヤレス機器及び光ファイバの一実施形態をより詳細に示し多部分横断面図である。

【図3】図2の光ワイヤレス機器用の超広帯域送信器及びその発電回路の概略ブロック図である。

【図4】図2の光ワイヤレス機器の光ファイバ上での別の配置での取付を示す斜視図であ

10

20

30

40

50

る。

【図5】超広帯域送信器を含む本発明に係る光ワイヤレス機器と受信器との間の通信を示す概略ブロック図である。

【図6】送信器と超広帯域受信器を含む本発明に係る光ワイヤレス機器との間の通信を示す概略ブロック図である。

【図7】本発明に係る方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の好ましい実施形態が図示された添付図面を参照して、本発明をより完全に説明する。しかしながら、本発明は、多くの異なる形で具現化できるものであって、ここに説明する実施形態に限定されるものとして解釈されるべきではない。むしろ、これら実施形態は、この開示をより完全なものとし、本発明の範囲を当業者に完全に伝えるために提供されている。全体を通して同じ数字は同じ要素を示し、代替的实施形態における類似の要素を示すにはプライム表記法が用いられる。

10

【0019】

最初に図1を参照する。本発明に係る通信システム10は、一例として、光ファイバ11と、光ファイバの縦側面に沿って1以上のポイントに接続された少なくとも1つの光ワイヤレス機器12とを有する。例えばLANの場合、光ファイバ11は、PDA13、携帯電話14、及び/又は、パソコン15などの電子機器がアクセスを必要とするサーバ16又は他の中央データソース/ノードへ接続される。当然、当業者には明らかなように、本発明に係る通信システム10は、LAN以外の数多くの用途に用いることが可能であり、また、上記以外の種類の電子機器と共に用いることも可能である。

20

【0020】

したがって、当業者には明らかなように、通信システム10は、特に、銅線無しのネットワークに適用できる。このような実施形態において、複数の光ワイヤレス機器12a、12b、12cは、例えば、光ファイバの縦側面に沿って間隔を空けて光ファイバ11に接続される。光ワイヤレス機器12a、12b、12cは、PDA13、携帯電話14、及び、パソコン15とそれぞれワイヤレス通信を行うのに用いられる。後により完全に説明するように、光ワイヤレス機器12は、有益なことに、光ファイバ11上で（例えばサーバ16によって）送信された光信号をワイヤレス信号へ変換して、それを個々の電子機器へ送信するのに用いることができる。逆に、光ワイヤレス機器12は、図1に矢印で例示するように、個々の電子機器から送信されたワイヤレス信号を対応する光信号へ変換してそれを光ファイバ11上で（例えばサーバ16へ）送信することもできる。

30

【0021】

本発明の光ワイヤレス機器12の結果として、通信システム10は、有益なことに、光通信とワイヤレス通信のいくつかの利点を、それらの個別の欠点の一部を回避しながら、実現することができる。より具体的には、1以上の光ファイバ11を用いて、物理的ネットワークエリア（例えば、建物の床や船、など）全体の至るところのサーバ16又は他の中央データソースからの信号を、光ファイバを延ばすことなく、数多くのワークステーション接続ポイントヘルテイングすることができる。

40

【0022】

さらに、光信号が劣化を最小に抑えながら光ファイバを通じて比較的長い距離を移動することができるため、通信システム10が達するレンジが、単なるワイヤレスネットワークよりも大幅に広がり、さらには、ワイヤレス信号中継局を必要とせず、建物間にも拡張することもできる。加えて、光ワイヤレス機器12と個々の電子機器との間で送信されるワイヤレス信号は、一般的に、単なるワイヤレスネットワークの場合ほど遠くまで飛ぶ必要がない（すなわち、それらはすぐ近くの光ファイバ11へ飛べばよく、サーバ16までのすべての行程を飛ぶ必要はない）ため、干渉及び信号歪みも低減する潜在的可能性がある。

【0023】

50

次に、図 2 ~ 4 を参照する。ここでは、光ワイヤレス機器 1 2 についてより詳細に説明する。光ファイバ 1 1 は、一例として、当業者には明らかなように、コア 2 3 と、コアを囲むクラッド 2 4 とを有する。光ワイヤレス機器 1 2 は、一例として、コア 2 3 に接続され、後述するように光パワを電力に変換する光ファイバパワユニット 2 0 を有する。

【 0 0 2 4 】

さらに、ワイヤレス通信ユニット 2 5 も、光ファイバ 1 1 のコア 2 3 に接続され、光ファイバパワユニット 2 0 から電力供給を受けることができる。図 2 に示すような実施形態などでは、光ファイバパワユニット 2 0 の一部とワイヤレス通信ユニット 2 5 の一部とが単体の機器として具現化されてもよい。よって、図 2 の破線は、1 つの光ワイヤレス機器 1 2 において 2 つの別々の機能が実行される場合を示すためのものであって、様々な回路構成要素の分段の細分化又は配置は必要ない。

10

【 0 0 2 5 】

光ファイバパワユニット 2 0 は、一例として、1 以上の光起電装置 2 1 と、光ファイバ 1 1 のコア 2 3 から発電に用いられる光を特に抽出するように指定された個別の光格子 2 2 とを有する。したがって、パワ光格子 2 2 は、ワイヤレス通信機器 2 5 用の電力へ変換される特定の光波長 λ_1 を有する光をコア 2 3 から抽出するように「チューニングされる」ことが好ましい。当業者には明らかなように、発電用の光を抽出するためのマイクロ光学構造は、特定の波長、極性、モード等に「チューニングする」ことができる。当業者には明らかなように、光ファイバパワユニット 2 0 は、図 5 及び 6 に概略的に示すように、必要に応じてパワ調整回路が追加されてもよい。

20

【 0 0 2 6 】

光起電装置 2 1 として用いることが可能な具体的な種類の一例は、感光性表面上に広帯域反射防止コーティングが施された比較的広域に平面拡散した $InGaAs$ 光ダイオードである。このようなダイオードは、当業者には既知である。いくつかのこのような光起電装置 2 1 は、(例えば図 5 及び 6 に示すように) 直列につなげて、ワイヤレス通信ユニット 2 5 に電力を供給し、その光信号検出器 2 6 (後述) を逆バイアスするのに必要な電圧を生成することができる。光ダイオード 2 1 は、照射効率が最適化されるように、個々の格子 2 2 上に配置されることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

当業者には明らかなように、光ダイオードの照射効率が最適化するためには、コア 2 3 から抽出された光のうち光ダイオード 2 1 の空乏領域内で吸収される量を最大にすることが重要である。コア 2 3 から抽出され、空乏領域において吸収されない光は、損失及び効率の低下を表す。損失の原因は、例えば、反射、方向付けが誤った又は集光されなかった光、空乏領域外での光量子吸収、などである。当業者には明らかなように、反射防止コーティング、接合点方向付け、及び、ビーム集光は、損失を最小化するために、個々のデザイン用途に応じて調整することができる。

30

【 0 0 2 8 】

光ダイオード 2 1 を照射する手法の一例は、光ダイオード接合点に垂直に光を入射させることである。別の手法は、光ダイオード 2 1 の接合点に平行に光を入射させることである。後者の手法は、接合点をコア 2 3 の長さ方向に沿って並べることができるという利点を有する。これにより、より長い格子 2 2 に例えば強化機能を与えることができる。当業者には明らかなように、他の手法も潜在的に用いることができる。

40

【 0 0 2 9 】

また、明らかなように、電源から負荷へ最大の電力を伝達するためには、負荷抵抗と等価な発生源抵抗とを等しくすることが好ましい。照射している間、開回路負荷に接続された光ダイオードは、光電圧 V_{OC} を産み出す。同様に、短絡回路負荷に接続された光ダイオードは、光電流 I_{SC} を産み出す。このとき、光ダイオードの等価な発生源抵抗 R_{EQ} は、約 V_{OC} / I_{SC} である。当業者には明らかなように、光ワイヤレス機器 1 2 へのパワ伝達を最適化するために、発生源抵抗及び負荷抵抗は、それぞれの用途に応じて、最適な一致が実現されるように調整されることが好ましい。

50

【0030】

光ダイオードの照射を最適化することに加えて、パッケージ化することによって電氣的相互接続に導入された寄生インピーダンスが最小限に保たれることが好ましい。当業者には明らかなように、電源コネクタにおける寄生インピーダンスは、パワ変換効率を低減させる。送信器27とアンテナ34(図3)との間の寄生インピーダンスが放射パルスの帯域幅及び/又は形状を過度に制限しないようにも気を付ける必要がある。本発明では様々な種類の相互接続を用いることができ、その選択基準は、例えば、シンプルで、安価で、大量生産できるものであること、などである。

【0031】

電氣的相互接続を形成するこのような手法の1つは、導電性エポキシを用いることである。このようにして相互接続を形成することは、本分野では良く知られており、ワイヤボンディングより低い寄生インダクタンスを有し、他の従来の相互接続よりも占める物理的空間が少ない。また、このエポキシによる相互接続の形成は、機器を所定の場所に永久的に保持することができる。加えて、添加物を用いてエポキシの導電性を変え、信号検出ダイオード26をバイアスするのに用いられる抵抗39(図3)を形成することができる。これが可能であるのは、信号検出器回路のバイアス抵抗39に必要なパワが非常に低いためである。さらに、非導電性エポキシ44を用いて、光ダイオード21を1以上の信号検出ダイオード26から絶縁することも可能である。

10

【0032】

エポキシを多機能に用いることにより、パッケージの複雑さ、サイズ、組立に必要な処理工程数、及び、コストを減らすことができる。ワイヤボンディングを用いることがより適切な場合、それに関連する寄生は最小限に保たれることが好ましい。ワイヤボンディングは、注意しなければ、ナノヘンリー(nano-Henry)レベルのインダクタンスを容易にパッケージ内に導入する可能性がある。ワイヤボンディングの寄生を減らす方法の1つは、パッケージ19又は基板43(図4)へ向けてボンドを平らに押圧することである。これは、ワイヤが曲がるのを制限して磁束鎖交を減らし、ワイヤをグランド面に近づけて、より制御されたインピーダンスを有する送信ラインとして機能させる。

20

【0033】

特に、ワイヤボンド40は、上述のように、光ダイオード21を直列に連結するのに用いることができ、ワイヤボンド41は、光パワファイバユニット20をワイヤレス通信ユニット25へ連結するのに用いることができる。加えて、ワイヤボンド42a、42bは、ワイヤレス通信ユニット25をダイポールアンテナ素子34a、34b(図1)に連結するのに用いることができる。

30

【0034】

ワイヤレス通信ユニット25は、一例として、無線周波数(RF)送信器27と、ファイバ11から光データ信号を抽出するのに最適化された光信号格子28とを有する。当然、光信号格子28及びパワ格子22は、それぞれに異なって最適化されてもよい。本発明の重要な態様の1つにおいて、RF送信器27は、超広帯域(UWB)送信器である。UWBは、非常に広い周波数帯域にわたった非常に低電力のスペクトル密度に拡散されたワイヤレス通信を提供する。データは、RFエネルギーの離散パルスを変調し、放射することによって、送信される。結果として、UWBは、通信システム10において使用すると特に有益的となる。なぜなら、UWBは、多くの既存の持続波狭帯域システムと干渉無しで共存できるからである。さらに、UWBパルスの広スペクトル性質及び/又は低周波含有により、UWBパルスは、他の既存の技術よりも壁及び障害物を貫通するのにより良く適している。当然、当業者には明らかなように、他の形のワイヤレス通信も本発明において用いることができる。

40

【0035】

図3に一例を示すように、超広帯域送信器27は、例えば、信号光格子(図2)に連結された入力を備えた光信号検出器26を有する。また、信号検出器26は、例えば、上述のInGaAs光ダイオードなどの光ダイオードである。上述の光ダイオード21の配置

50

や効率等に関する考察は、光ダイオード 26 にも適用可能であるため、光ダイオード 26 は複数個用いることもできるが、信号を検出するには通常 1 つだけで十分であることに注意する以外については、説明を省略する。さらに、ワイヤレス通信ユニット 25 が半導体技術を用いて実現された実施形態には、半導体技術を用いて実現することが可能な信号調整回路（図示せず）が更に含まれてもよい。

【0036】

増幅器 30 は、光検出器 26 の出力に接続された入力を有する。送信器は、更に、擬似ランダムコード生成器 31 と、増幅器 30 及び擬似ランダムコード生成器 31 の出力に接続された入力を備えたマルチプレクサ 32 と、マルチプレクサの出力に接続された入力を備えたパルス発生器 33 とを有する。当業者には明らかなように、他の UWB 送信器回路構成も可能である。

10

【0037】

また、超広帯域送信器 27 は、パルス発生器 33 の出力に接続されたアンテナ 34 も有する。一例として、アンテナ 34 は、超広帯域送信器 27（又は他の適切な RF 機器）にワイヤボンド 42a、42b（図 1）によって接続されたダイポールアンテナである。特にコンパクトで効率的な構造のために、ダイポールアンテナ 34 は、図 2 に一例を示すように、光ファイバ 11 の縦側面に沿って反対方向に延びる第一の部分 34a および第二の部分 34b を有することが好ましい。

【0038】

低いプロファイルを維持するために、光ファイバ側に内蔵可能な広帯域ダイポールアンテナ 34 を用いることが好ましい。しかし、当業者には明らかなように、ほとんどのダイポールアンテナは内在的に狭い帯域を有する。なぜなら、それらは定常波をサポートする共鳴構造だからである。したがって、様々な手法を用いて、超広帯域送信をより効率的にサポートするようにダイポールアンテナ 34 の帯域幅を増加させることができる。このような手法の 1 つは、アンテナの電流分布が進行波をサポートするように変更される進行波法である。

20

【0039】

より具体的には、ダイポールを作るのに抵抗材を用いることによって入力端子からの距離を減らすように電流波の振幅が作られる。アンテナ 34 は、電流分布がアンテナの性能に深刻な影響を与えないような微小となるポイントにおいて、切断されてもよい。ダイポール端点から反射される電流はほとんどないため、共鳴が回避され、この構造は進行波をサポートする。この手法は、帯域幅を向上させるが、アンテナ 34 におけるエネルギー損失のために効率が犠牲にされる可能性がある。当業者には明らかなように、アンテナ 34 の抵抗プロファイルは、用途によっては、効率と帯域幅の間のトレードオフを最適化するために長さ方向に沿って変える必要があるかもしれない。この手法に関する更なる情報は、Tonnonら、「Traveling Wave Microstrip Dipole Antennas」、IEEE Electronics Letters、volume 31、issue 24、1995年11月23日、2,064~2,066頁、から得ることができる。

30

【0040】

更に別の手法は、ダイポールの有効長を周波数依存にすることによって寄生を意図的に導入して周波数応答を広げるインピーダンス・ローディング（impedance loading）法である。これは、高周波が多重共鳴するのを防止し、それらをダイポールのより小さい一部分の範囲に限定することによって、達成される。ここで、再び、この手法は、寄生負荷のエネルギー損失のせいで、効率を犠牲にして帯域幅を向上させることができる。したがって、アンテナ 34 のインピーダンス・プロファイルは、用途によっては、効率と帯域幅との間のトレードオフを最適化するために、長さ方向に沿って変える必要があるかもしれない。この手法に関する更なる情報は、Austinら、「Numerical modeling and design of loaded broadband wire antennas」、IEEE Fourth Internatio

40

50

nal Conference on HF Radio Systems and Techniques、1988年、125～129頁、に記載されている。

【0041】

したがって、当業者は、上記の（又は他の）手法のうちいずれが本発明の特定の実施にあたって最も適切なものとなり得るかを判断する必要があるかもしれない。加えて、アンテナのインピーダンス・プロファイル及び/又は抵抗プロファイルは、帯域幅及び効率以外の理由によって調整することも可能である。プロファイルは、パルス成形や信号フィルタリングなどの機能に対して設計・最適化することができる。

【0042】

上述のように、本発明の一態様によれば、パワ光格子22を用いてコア23からワイヤレス通信ユニット25へ光が抽出されると共に、光信号格子28を用いてコアから光を抽出する（ワイヤレス通信からの信号送信の場合）又はコアへ光を案内する（すなわち、ワイヤレス通信ユニットによる信号受信の場合）。当然、当業者には明らかなように、消散結合（evanescent coupling）や、パワ分離や、さらには複数のファイバなど、光ファイバ11から光を抽出する他の手法も存在する。これらの手法及び当業者には既知の他の適切な手法も、本発明の範囲内に含まれる。

【0043】

光ワイヤレス機器12における電力供給及び信号送出には様々な光波長が用いられることが好ましい。特に、ワイヤレス通信ユニット25は、光信号発生源35（図5）によって（ワイヤレス通信ユニットによる送信の場合に）供給された光波長 λ_2 の光で作動可能である。この場合、光信号格子28は、後述するように、 λ_2 に「チューニング」される。さらに、通信システム10は、光ファイバ、特にコア23に接続され、上述のように、波長 λ_1 の光を用いて光ファイバパワユニット20に電力を供給する光パワ発生源36を有することができる。当然、実施形態によっては、同じ波長の光の単一の発生源から信号と電力の双方を抽出することが可能となり得る。光パワ発生源36及び光信号発生源35は、例えばサーバ16の内部回路であってもよい。

【0044】

ここで、格子22及び28の製造について詳細に説明する。製造工程を円滑にするために、ファイバベンチ（fiber bench）29が用いられると有益である。ファイバベンチは、クラッド24の一部を削ぎ落としてファイバコア23の非常に近くに平らな面が形成されたファイバの一部分である。当業者には明らかなように、ファイバベンチ29上に製造された表面格子22、28は、スペクトルフィルタリング、分散補償、モードマッチング、モードストリッピング、光抽出/注入、などの様々な機能を実行するために消散フィールド（evanescent field）を利用することができる。また、格子22、28は、これら機能を他に影響を与えずに、特定の波長（例えば、 λ_1 及び λ_2 ）又は特定のモード上で実行するように設計することもできる。

【0045】

このように光ファイバ11とのインターフェイスをとることは、挿入損失が低くなり、システムの複雑さが低減し、機能性が強化され、大量生産の可能性がある、といった利点を有する。このようにしていない従来 of 接続では、様々な波長で作動する複数の光ワイヤレス機器12を用いるときに光ファイバ11の損失が大きくなる可能性があった。また、ファイバベンチ29は、特定の実施形態では、MEMSや、センサ（例えば、生化学センサ、音響センサ、地震センサ、など）や、他のマイクロシステムなどの小型デバイスを受け入れるマイクロサイズの基板として用いることもできる。

【0046】

ファイバベンチ29は、ファイバをシリコンV字溝に置き、隙間をエポキシで埋めることによって作ることができる。エポキシを硬化させると、光ファイバ11のクラッド24がコア23の近くになるまでアセンブリ全体が磨かれる。次いで、例えば液滴テスト測定を用いて、ファイバベンチ29表面からファイバコア23までの近さを精密に制御する。この工程は、自動化することができるため、ファイバベンチを備えたシステムは、低コ

10

20

30

40

50

ストで大量生産することができる可能性がある。ファイバベンチの使用法に関する更なる詳細については、例えば、Leminger and Zengerle、Journal of Lightwave Technology、Volume 3、1985年、などを参照のこと。

【0047】

この手法の更なる利点は、機器にシリコンベンチ29部分を用いて検出器エレクトロニクスと一体化することができることである。さらに、当業者には明らかなように、ファイバベンチ29のシリコン部分上に更なる光学素子及び/又はアンテナ素子(図示せず)を一体的に追加することが可能であると便利である。

【0048】

液滴テスト測定法は、ファイバベンチ29表面の光ファイバ11のコア23に対する近さを評価する。光は、光ファイバ11の一端へ注入され、ファイバベンチ29の領域を通過して、最終的にはパワーメータへ伝搬する。液体の一滴をファイバベンチ29表面上に置くことによって、光は、液体の領域から外れ、パワーメータによって損失として測定することができる。光損失の一部は、ベンチ表面からファイバコアまでの距離を演算するのに用いることができる。

【0049】

格子22、28を製造する1つの方法は、コア形成中にコアを傾けることである。当業者には明らかなように、格子は、その分散特性のために内在的にスペクトルを選択でき、コア23からの波長の帯域を選択的に再度方向付けるように設計することができる。外れた光は、次いで、光ファイバ11の平らな側面上に製造されたマイクロ光素子を用いて、光ダイオード21、26上に集光される。この手法は、コア23に隣接する格子22、28を作るのに感光性ガラスを必要とするため、屈折率の大きな変化を実現することが困難となる可能性がある。屈折率の変化が小さいと、ファイバから大量の光パワーを取り出すのに長いインタラクション長さを必要とする。これは、集光を複雑すると共に、マイクロパッケージングにするというオプションを制限する可能性がある。

【0050】

したがって、例えば標準的なリソグラフィック工程を用いて、表面格子22、28は、それらを光ファイバ11の研磨面上にエッチングすることによって製造される。インタラクション長さを減らすために、格子構造の表面に高い屈折率の物質を上塗りすることによって屈折率変化を大幅に強化することが可能である。

【0051】

また、傾けられた表面格子構造は、光抽出及び光ダイオード照射効率を最適化するのに用いることができる可能性がある。これは、光ファイバ11を傾けられた固定物上に置き、異方性エッチングパターンをファイバベンチ29表面に用いることによって、実現可能である。この手法により、例えば0~30°の傾斜角を得ることができる。集光光学系を追加する必要がないように、格子構造22、28のインタラクション長さは、それぞれ光ダイオード21、26のアクティブ領域より長くないことが好ましい。このように、取り出された光は、内在的に、アクティブ領域の面積に制限される。追加的な集光が必要となった場合、当業者には明らかなように、回折光学系を用いて、光を光ダイオード21、26上へ集光してもよい。

【0052】

上記の光を抽出する手法は、光ファイバ11から出て案内された光を電力抽出及び信号抽出のために特定の波長又はモードから再方向付け又はタッピングすることに基づくものである。別の手法は、この問題をスペクトル選択式方向性カブラとして考える。ファイバコア23及び光ダイオード基板は、伝搬する光の2つ領域を表す。当業者には明らかなように、これら2つの領域を近づけることによって、スペクトル選択式格子をこれら2つの領域の伝搬定数にマッチするように設計することによってファイバからの光を非常に効率的に光ダイオードへ接続することが可能となり、方向性カブラを効率的に形成することができる。

10

20

30

40

50

【0053】

上述のように、信号用の光と電力は、波長選択式格子22、28を用いることによって、異なる波長 λ_1 、 λ_2 上で提供することができるため、電力及び信号光は別々に抽出することができる。別の手法として、信号用光と電力を異なる伝播モードで提供してもよい。例えば、この目的に適しているであろう段階的屈折率マルチモードの個々のモードをエキサイトさせるボルテックスレンズを用いるプロセスが開発されている。このプロセスは、Johnsonら、「Diffractive Vortex Lens for Mode-Matching Graded Index Fiber」、Optical Society of America、Topical Meeting on Diffractive and Micro-Optics、2000年、に記載されている。よって、当業者には明らかなように、回折光学系を用いて電力用波長 λ_1 及び信号用波長 λ_2 について光を異なる空間モードへ送り出すことも実現可能性があるとと言える。同様に、回折光学系は電力モード及び信号モードをそれぞれ空間的に逆多重化するように設計することも潜在的に可能であることは明らかである。

10

【0054】

別の手法として、一方のファイバが電力供給専用で、他方のファイバが信号を分配する二重ファイバアセンブリを利用してもよい。これは、信号ファイバを妨害せずに、ネットワークの様々な場所において、電力チャネルを増幅又は再供給することができるという点でいくつかの利点を有する。このようにして電源を分散させることができるため、通信システム10をより信頼性が高く、より強力なものとすることができる。さらに、当業者には明らかなように、光ファイバ11を使うため、例えば、波長分割多重(WDM)方式や、高密度波長分割多重(DWDM)方式が採用できる。この手法は、標準的なパッシブWDM技術及び電力チャネルに対して標準的な増幅器技術を用いることによって、様々な信号を分配することができる。しかし、この一体化は、潜在的に、上述のシングル光ファイバ手法よりも多くの土地を必要とする。当然、両実施形態とも本発明の範囲内に含まれるものであり、実施形態によっては電力を供給するのに別体の導線を用いることさえもできることは明らかである。

20

【0055】

上述のように、光ワイヤレス機器の一部は、パッケージング19(図2)を備えた半導体機器として実施されると有益的である。この実施形態では、パッケージング19は、光ファイバパワユニット20及びワイヤレス通信ユニット25を光ファイバ11の縦側面に対してマウントする基板として機能することができる。図4に示した実施形態のように、この目的のために別体の基板43(例えば、セラミック基板)を用いることも可能である。

30

【0056】

図4に示した1つの考えられるマイクロパッケージング手法は、様々なハードウェア部分をモジュール化することを含む。特に、光ダイオード21、26の行が、セラミック基板43の前面に固定される。基板43の背面には、上述のUWB無線ハードウェアが設けられている。電氣的相互接続は、同じく上述のように、導電性抵抗エポキシ、セラミック基板の金属製軌跡、及び、ワイヤボンドによって提供される。この構成において、例えば、セラミック基板及びシリコン基板を一体に「スナップ」させてもよい。

40

【0057】

これも上述したように、光ワイヤレスユニット12は、ワイヤレス信号を送信も受信もすることができる。ワイヤレス通信ユニット12がワイヤレス送信器27を有する実施形態において、通信システム10は、更に、一例を図5に示すように、ワイヤレス送信器から離間し、ワイヤレス送信器から信号を受信する少なくとも1つのワイヤレス受信器37(及びそのアンテナ38)を有する。逆に、ワイヤレス通信ユニット12がワイヤレス受信器を有する実施形態においては、本システムは、ワイヤレス受信器から離間し、ワイヤレス受信器へ信号を送信する少なくとも1つのワイヤレス送信器60'(及びそのアンテナ61')を有する。当然、更に別の実施形態として、双方向通信も可能である。すなわ

50

ち、ワイヤレス通信ユニット 12 が例えば送受信機を有する。

【 0058 】

次いで、図 7 を参照し、本発明に係る光ワイヤレス通信の方法態様について説明する。本方法が開始すると（ブロック 70）、ブロック 71 において、少なくとも 1 つの光ワイヤレス機器 12 を光ファイバ 11 の縦側面に接続する。このとき、該少なくとも 1 つの光ワイヤレス機器は、上述のように、光ファイバパウユニット 20 及びこれに接続されたワイヤレス通信ユニット 25 を有する。また、本方法は、ブロック 72 において、光ファイバ 11 内に光パワを供給し、ブロック 73 において、光ファイバパウユニット 20 を用いて光ファイバ内の光パワを電力に変換し、ブロック 74 において、光パワから変換された電力を用いて光ワイヤレス通信用のワイヤレス通信ユニット 25 に電力を供給して、そし

10

【 0059 】

よって、当業者には明らかなように、本発明に係る通信システム 10 によって数多くの利点が提供される。特に、これら利点は、例えば、光領域からワイヤレス領域へのシームレスな変換；信頼性が高く、束縛されず、大容量な光リンクへのアクセス；超広帯域インパルス無線の潜在的利点；高い変換度；小型でコンパクトな形要因；光 - 電気 - 光接続無しで光ファイバ 11 に沿ってワイヤレスノード機能を分散させること；追加された冗長性によるより生き残り得るシステム；従来の光 - ワイヤレスシステムより管理が容易で携帯性が良いシステム；従来の光 - ワイヤレス変換器より複雑でないシステム；ケーブルが最低限で済む；システムを低コストで迅速に開発できる；従来の光 - ワイヤレスシステムより簡易且つ迅速に敷設可能な銅線無し LAN；「従来の」UWB リンク及びアドホック・ネットワークの到達可能距離の大幅な増加；待ち時間及び処理オーバーヘッドが光/ワイヤレス相互作用ポイントにおいて大幅に削減できる；周波数割当制限を無視できる；及び、システムコストを低減できる、などである。

20

【 符号の説明 】

【 0060 】

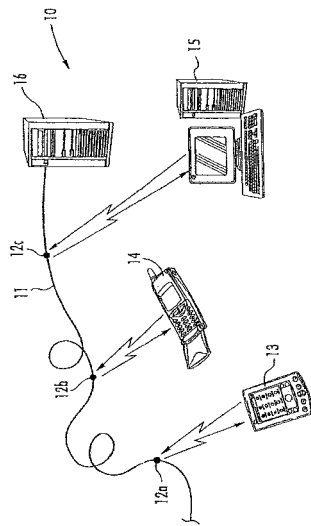
- 10 通信システム
- 11 光ファイバ
- 12 光ワイヤレス機器
- 19 パッケージング
- 20 光ファイバパウユニット
- 21、26 光ダイオード
- 22、28 パワ光格子
- 23 コア
- 25 ワイヤレス通信ユニット
- 26 光検出器
- 27 超広帯域送信器
- 28 光信号格子
- 29 ファイバベンチ
- 30 増幅器
- 31 疑似ランダムコード生成器
- 32 マルチプレクサ
- 33 パルス発生器
- 34 アンテナ
- 34 a、34 b ダイポールアンテナ素子
- 35 光信号発生源
- 40、42 a、42 b ワイヤボンド
- 43 基板
- 60' ワイヤレス送信器

30

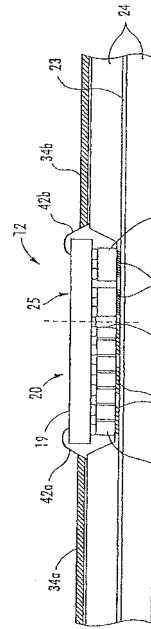
40

50

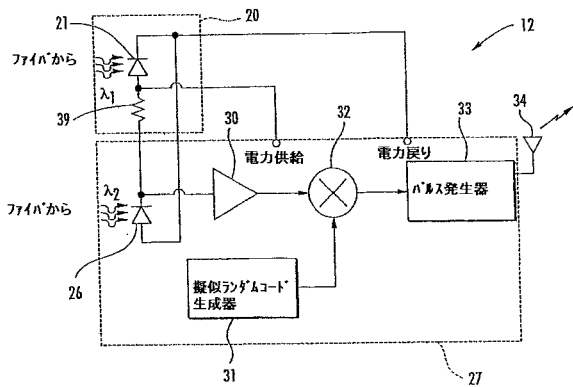
【 図 1 】



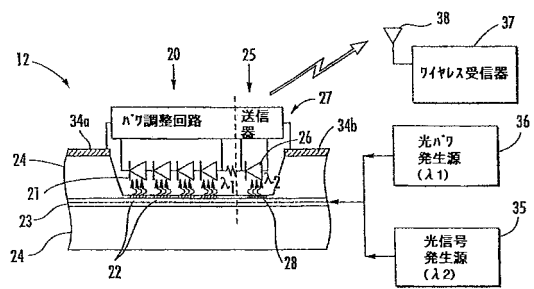
【 図 2 】



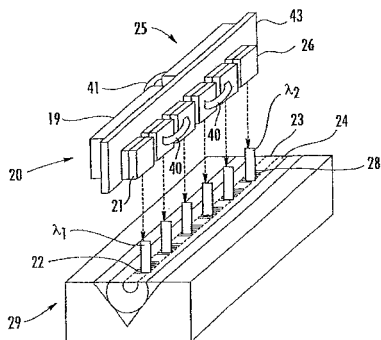
【 図 3 】



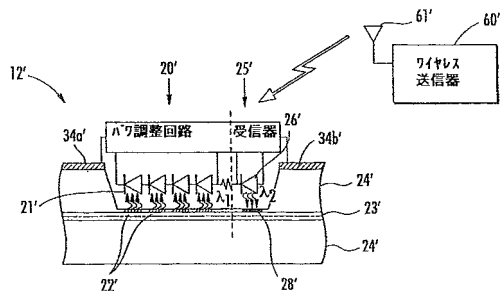
【 図 5 】



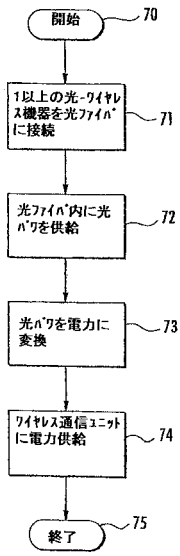
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (71)出願人 505088857
ジョンソン, エリック ジー
アメリカ合衆国 フロリダ 3 2 7 6 5 オヴィエド ノース・ディヴィジョン・ストリート 1
0 2 1
- (74)代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
- (74)代理人 100091214
弁理士 大貫 進介
- (74)代理人 100107766
弁理士 伊東 忠重
- (72)発明者 ランプ, レイモンド チャールズ
アメリカ合衆国 フロリダ 3 2 9 3 4 メルバーン サイプレス・ベンド・サークル 1 2 7 0
- (72)発明者 ジョンソン, エリック ジー
アメリカ合衆国 フロリダ 3 2 7 6 5 オヴィエド ノース・ディヴィジョン・ストリート 1
0 2 1
- Fターム(参考) 5K102 AH21 AL11 AL23 AL28 AN01 AN03 PC03 RD03