

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5210459号
(P5210459)

(45) 発行日 平成25年6月12日 (2013. 6. 12)

(24) 登録日 平成25年3月1日 (2013. 3. 1)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 B 10/2575 (2013. 01)	H O 4 B 9/00 2 6 7
H O 4 L 27/34 (2006. 01)	H O 4 L 27/00 E

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-501243 (P2012-501243)	(73) 特許権者	391030332
(86) (22) 出願日	平成22年3月16日 (2010. 3. 16)		アルカテルルーセント
(65) 公表番号	特表2012-521701 (P2012-521701A)		フランス国、75 007・パリ、 アブニ
(43) 公表日	平成24年9月13日 (2012. 9. 13)		ユ・オクターブ・グレアール、 3
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/053365	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開番号	W02010/108818		弁理士 岡部 譲
(87) 国際公開日	平成22年9月30日 (2010. 9. 30)	(74) 代理人	100106183
審査請求日	平成23年11月16日 (2011. 11. 16)		弁理士 吉澤 弘司
(31) 優先権主張番号	09305258.7	(74) 代理人	100128657
(32) 優先日	平成21年3月24日 (2009. 3. 24)		弁理士 三山 勝巳
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100160967
			弁理士 ▲濱▼口 岳久
		(74) 代理人	100170601
			弁理士 川崎 孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 包絡線除去および復元増幅器を使用するデータ伝送の方法、そのための包絡線除去および復元増幅器 [MS Office 1]、送信デバイス、受信デバイス、ならびに通信ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

信号増幅用の包絡線除去および復元増幅器 (E E R 1、E E R 2) を使用する送信デバイス (B S) から少なくとも1つの受信デバイス (R A H 1) へのデータ信号の伝送の方法であって、

- ・データ信号は、前記送信デバイス (B S) 内に配置された前記包絡線除去および復元増幅器 (E E R 1、E E R 2) の第1部分内で包絡線信号成分および位相信号成分によって表され、

- ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分の群のうちの少なくとも1つは、前記送信デバイス (B S) 内に配置された少なくとも1つの電光変換器 (E O 1、E O 2) 内で電気信号から光信号に変換され、

- ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分の前記群のうちの前記少なくとも1つは、少なくとも1つの光接続 (O F 1、O F 2、O F 8) を介して前記送信デバイス (B S) から前記少なくとも1つの受信デバイス (R A H 1) へ伝送され、

- ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分の前記群のうちの前記少なくとも1つは、前記少なくとも1つの受信デバイス (R A H 1) 内に配置された少なくとも1つの光電変換器 (O E 1、O E 2) 内で光信号から電気信号に変換され、

- ・前記データ信号は、前記少なくとも1つの受信デバイス (R A H 1) 内に配置された前記包絡線除去および復元増幅器 (E E R 1、E E R 2) の第2部分内で増幅される方法。

10

20

【請求項 2】

- ・前記包絡線信号成分は、 $\Delta\Sigma$ 変調器（DSM）によって前記包絡線除去および前記復元増幅器（EER1、EER2）の第1部分内で変調され、
 - ・前記包絡線信号成分は、スイッチド出力段（SOS）内の前記包絡線除去および前記復元増幅器（EER1、EER2）の前記第2部分内で増幅される
- 請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

- ・前記位相信号成分は、前記送信デバイス（BS）内の電光変換器（EO2）内で電気信号から光位相信号成分に変換され、
 - ・無線周波数搬送波信号は、合成され、前記送信デバイス（BS）内のさらなる電光変換器（EO3）内で電気信号から光無線周波数搬送波信号に変換され、
 - ・前記光位相信号成分は、前記光無線周波数搬送波信号と加算され、組み合わされた光位相信号成分をもたらし、
 - ・前記組み合わされた光位相信号成分は、前記少なくとも1つの受信デバイス（RAH1）内の光電変換器（OE2）内で光信号成分から電気信号成分に変換され、
 - ・前記光位相信号成分は、前記光電変換器（OE2）内で光ヘテロダインを適用することによる前記光無線周波数搬送波信号との乗算によって無線周波数領域にアップコンバートされる
- 請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

- ・前記包絡線除去および前記復元増幅器（EER1、EER2）の出力信号は、前記送信デバイス（BS）にフィード・バックされ、
 - ・前記フィード・バックされた出力信号に基づいて、前記包絡線除去および前記復元増幅器（EER1、EER2）は制御される
- 請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

- 前記送信デバイス（BS）は、基地局であり、前記少なくとも1つの受信デバイス（RAH1）は、リモート・アンテナ・ヘッドであり、前記データ信号は、前記基地局（BS）から前記少なくとも1つのリモート・アンテナ・ヘッド（RAH1）を介してユーザ端末（UE1）に伝送される、請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

- 前記基地局（BS）からのデータ信号は、ビームフォーミングまたはmultiple-input-multiple-outputを適用することによって少なくとも2つのリモート・アンテナ・ヘッド（RAH3、RAH4）を介してユーザ端末（UE4）に伝送される、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

- ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分は、前記送信デバイス（BS）内の電光変換器（EO1、EO2）内で電気信号から光信号に変換され、
 - ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分は、前記送信デバイス（BS）内に配置された光マルチプレクサ（MUX）内で光多重化され、
 - ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分は、1つの光接続（OF8）を介して前記送信デバイス（BS）から前記少なくとも1つの受信デバイス（RAH1）内に配置された光デマルチプレクサ（DEMUX）に送られ、
 - ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分は、前記光デマルチプレクサ（DEMUX）内で光多重分離される
- 請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

- 少なくとも1つの受信デバイス（RAH1）への信号の伝送のための送信デバイス（BS）であって、前記送信デバイス（BS）は、包絡線除去および復元増幅器（EER1、EER2）の第1部分として、

- ・包絡線信号成分の第1信号経路と、
- ・位相信号成分の第2信号経路と、
- ・前記包絡線信号成分および前記位相信号成分の群のうちの少なくとも1つを電気信号から光信号に変換する少なくとも1つの電光変換器（EO1、EO2）とを含む、送信デバイス（BS）。

【請求項9】

前記送信デバイス（BS）は、前記包絡線除去および前記復元増幅器（EER1、EER2）の前記第1部分内に包絡線信号成分の前記第1信号経路内の $\Delta\Sigma$ 変調器（DSM）をさらに含む、請求項8に記載の送信デバイス（BS）。

【請求項10】

前記送信デバイス（BS）は、リモート・アンテナ・ヘッド（RAH1）を介するユーザ端末（UE1）への信号の伝送用の基地局（BS）である、請求項8に記載の送信デバイス（BS）。

【請求項11】

前記送信デバイス（BS）は、標準的なUniversal Mobile Telecommunications System、Third Generation Partnership Project Long Term Evolution、またはWorldwide Interoperability for Microwave Accessを適用する通信ネットワークに使用される、請求項8に記載の送信デバイス（BS）。

【請求項12】

送信デバイス（BS）から送られた信号の受信用の受信デバイス（RAH1）であって、前記受信デバイス（RAH1）は、包絡線除去および復元増幅器（EER1、EER2）の第2部分として、

- ・包絡線信号成分および位相信号成分の群のうちの少なくとも1つを光信号から電気信号に変換する少なくとも1つの光電変換器（OE1、OE2）と、
- ・前記包絡線信号成分の増幅用の第1出力段（SOS）と、
- ・前記位相信号成分の増幅用の第2出力段（OS）とを含む、受信デバイス（RAH1）。

【請求項13】

前記包絡線信号成分の増幅用の前記第1出力段（SOS）は、D級スイッチド出力段である、請求項12に記載の受信デバイス（RAH1）。

【請求項14】

前記受信デバイス（RAH1）は、基地局（BS）から送られた信号の受信用のリモート・アンテナ・ヘッド（RAH1）である、請求項12に記載の受信デバイス（RAH1）。

【請求項15】

少なくとも1つの請求項10に記載の基地局（BS）および少なくとも1つの請求項14に記載のリモート・アンテナ・ヘッド（RAH1）を含む通信ネットワーク（CN）。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、請求項1のプリアンブルによるデータ信号の伝送の方法、請求項8のプリアンブルによる包絡線除去および復元増幅器、請求項10のプリアンブルによる送信デバイス、請求項13のプリアンブルによる受信デバイス、および請求項15のプリアンブルによる通信ネットワークに関する。

【背景技術】**【0002】**

セルラ無線ネットワーク内のあるサービス・エリアのカバレッジは、複数の無線基地局によって提供され、これらの無線基地局は、そのサービス・エリア内のモバイル・ユーザ

10

20

30

40

50

との間の接続を提供するためにコア・ネットワークに接続される。無線基地局は、ベースバンド・ユニットおよび少なくとも1つのアンテナ・ユニットを含む。無線カバレッジおよび容量を増やすために、現代の基地局は、複数のセクタ・アンテナを使用する。

【0003】

基地局の柔軟性を高めるためには、アンテナをベースバンド・ユニットから離れて配置することを可能にすることが望ましい。これは、リモート・アンテナ・ヘッド (remote antenna head) とも呼ばれるアクティブ・アンテナ・システムの開発につながった。通常、1つのリモート・アンテナ・ヘッドは、1つのセクタ・アンテナを含むが、ただ1つより多数のセクタ・アンテナを有するリモート・アンテナ・ヘッドを有する既知のシステムもある。

10

【0004】

基地局は、光ファイバによってリモート・アンテナ・ヘッドに接続されることが好ましい。従来の光ファイバ無線 (radio-over-fiber) シナリオは、基地局とリモート・アンテナ・ヘッド内の増幅器を有する送信器との間でのアナログ信号の光伝送を用いる。

【0005】

2ファイバリングを使用するセルラ無線ネットワークでの光ファイバ無線概念の実施態様の例が、欧州特許第EP 1553791 B1号で与えられる。

【0006】

しかし、光伝送の品質は、雑音、たとえば波長分散などの非線形性、および減衰効果から深刻に影響を受ける。その結果、光ファイバ無線概念の技術的实施態様は、非常に洗練された光学変調技法および信号調整を用いなければならない。

20

【0007】

基本的に、アナログ無線周波数信号の光伝送は、信号変調技法および信号調整に関する多大な電子の労力を伴う。実際に、たとえば、強度変調および直接検出の方法は、単で単純であり、かなり線形の光伝送特性を可能にするが、その一方で、アナログ無線周波数伝送の要件を満足するために、コストの高い変調器および変調器ドライバを必要とする。両側波帯変調が使用される場合には、波長分散が、無線周波数電力の周波数および長さに依存する抑制をもたらし、これは、伝送品質を劣化させる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】 欧州特許第EP 1553791 B1号

【特許文献2】 米国特許出願第US 2002/0141510 A1号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

したがって、本発明の目的は、送信デバイスと少なくとも1つの受信デバイスとの間の光接続を用いる信号増幅用のエネルギー効率のよい電力増幅器アーキテクチャを使用する、送信デバイスから少なくとも1つの受信デバイスへの信号の伝送のコスト効率がよくフ

40

ォールトトレラントな方法を提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この目的は、請求項1の教示による方法、請求項8の教示による包絡線除去および復元増幅器、請求項10の教示による送信デバイス、請求項13の教示による受信デバイス、および請求項15の教示による通信ネットワークによって達成される。

【0011】

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)、WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)、または3GPP LTE (Thi

50

rd Generation Partnership Project Long Term Evolution)などの移動通信システムは、2.6GHzまでの周波数で高い出力電力を有する電力増幅器を必要とするので、好ましくは、いわゆる包絡線除去および復元増幅器が信号増幅に使用される。というのは、包絡線除去および復元増幅器が、高い度合の線形性および効率を特徴とするからである。

【0012】

前記包絡線除去および復元増幅器では、データ信号は、比較的ゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分および一定振幅のより速く変化する位相信号成分によって表される。高速位相信号は、たとえばE級またはF級の出力段の入力を制御するが、包絡線信号は、変調器を駆動し、この変調器は、やはり前記出力段の供給電圧を制御する。包絡線信号成分または位相信号成分を、たとえばスイッチド出力段(switched output stage)での増幅に使用されるデジタル信号とすることができる。

10

【0013】

米国特許出願第US 2002/0141510 A1号では、位相変調または周波数変調と振幅変調とを利用する変調器および変調の方法が開示されている。遅延回路または同期回路が、振幅変調および位相変調の実行を調整するのに利用される。変調回路を、高周波数回路および低周波数回路を含むすべての周波数範囲で利用することができる。

【0014】

本発明の主要なアイデアは、デジタル信号が干渉に対してアナログ信号よりフォールトレラントなので、包絡線除去および復元増幅器を少なくとも1つの光接続によって接続された2つの遠隔部分に分割することによって、データ信号の光伝送に既存の包絡線除去および復元増幅器概念の内部のデジタル信号経路の存在を活用することである。

20

【0015】

本発明は、包絡線除去および復元増幅器の内部に既に存在するデジタル信号経路からの使用を活用することによって、アナログ信号の代わりにデジタル信号の伝送を可能にすることである。包絡線除去および復元増幅器内で既に使用可能であるデジタル信号が使用されるので、追加の高コストの高速アナログーデジタル変換および高速デジタルーアナログ変換は不要である。したがって、従来の光ファイバ無線シナリオと比較して、0の追加コストで、デジタル信号の光伝送のすべての概念を、光ファイバ無線応用に適用することができる。

30

【0016】

信号増幅用の包絡線除去および復元増幅器は、基地局から少なくとも1つのリモート・アンテナ・ヘッドを介してユーザ端末へ信号を送送するのに使用され、これらの信号は、基地局から少なくとも1つのリモート・アンテナ・ヘッドへの少なくとも1つの光接続を介して伝送される。本発明は、上で説明した既存の包絡線除去および復元増幅器を、デジタル光リンクによって分離された2つの部分に分割し、これらをそれぞれ中央基地局内およびリモート・アンテナ・ユニットの近くに配置することによって、優れた光ファイバ無線アーキテクチャの実現を可能にする。この概念は、たとえばビームフォーミング応用およびMIMO(multiple input multiple output)応用で、コストおよびハードウェア労力を簡単に減らす新しいアーキテクチャを可能にする。

40

【0017】

本発明によれば、データ信号は、送信デバイス内に配置された包絡線除去および復元増幅器の第1部分内で包絡線信号成分および位相信号成分によって表され、包絡線信号成分および位相信号成分の群のうちの少なくとも1つは、送信デバイス内に配置された少なくとも1つの電光変換器内で電気信号から光信号に変換され、包絡線信号成分および位相信号成分の群のうちの少なくとも1つは、少なくとも1つの光接続を介して送信デバイスから少なくとも1つの受信デバイスへ伝送され、包絡線信号成分および位相信号成分の群のうちの少なくとも1つは、前記少なくとも1つの受信デバイス内に配置された少なくとも1つの光電変換器内で光信号から電気信号に変換され、前記データ信号は、前記少なくとも1つの受信デバイス内に配置された包絡線除去および復元増幅器の第2部分内の出力段

50

によって増幅される。

【0018】

本発明のさらなる展開を、従属請求項および次の説明から集めることができる。

【0019】

次では、本発明を、添付図面を参照してさらに説明する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明を実施できる基地局およびリモート・アンテナ・ヘッドを有するセルラ通信ネットワークを概略的に示す図である。

【図2】技術的現状による包絡線除去および復元増幅器アーキテクチャを概略的に示す図である。

10

【図3】技術的現状による、電圧スイッチング回路トポロジに頼るスイッチド・モード (switched mode) 電力増幅器アーキテクチャを概略的に示す図である。

【図4】技術的現状による、 $\Delta\Sigma$ 変調器を概略的に示す図である。

【図5】技術的現状による、 $\Delta\Sigma$ 変調器、スイッチド出力段、およびフィルタを有するスイッチド・モード電力増幅器を概略的に示す図である。

【図6】本発明による、それぞれ基地局内およびリモート・アンテナ・ヘッド内に配置される2つの部分に分割されるスイッチド・モード電力増幅器を概略的に示す図である。

【図7】本発明による分散包絡線除去および復元増幅器を含む送信器および受信器を概略的に示す図である。

20

【図8】本発明による光多重化および光多重分離の原理を適用する単一の光経路によって相互接続された分散包絡線除去および復元増幅器を含む送信器および受信器を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明を実施できる信号伝送および信号受信のための通信ネットワークCNの原理的構造を、図1に示す。通信ネットワークCNは、基地局BS、リモート・アンテナ・ヘッドRAH1~RAH4およびユーザ端末UE1~UE4を含む。

【0022】

前記リモート・アンテナ・ヘッドRAH1~RAH4のそれぞれは、それぞれ、たとえば光ファイバまたは光自由空間接続などの光接続OF1、OF2、OF11、OF12、およびOF13によって基地局BSに接続される。前記ユーザ端末UE1~UE4のそれぞれは、図1で両方向矢印によって象徴されているように、前記リモート・アンテナ・ヘッドRAH1~RAH4のうちの1つまたは複数に接続される。基地局BSは、コア・ネットワークに接続され、このコア・ネットワークは、単純にするために図1には図示されていない。

30

【0023】

基地局BSからリモート・アンテナ・ヘッドRAH1~RAH4を介してユーザ端末UE1~UE4に伝送されなければならない信号の増幅のために、好ましくは技術的現状に従ってリモート・アンテナ・ヘッドRAH1~RAH4内に配置される、包絡線除去および復元増幅器が使用されることが好ましい。

40

【0024】

図2に、技術的現状による包絡線除去および復元増幅器を概略的に示す。

【0025】

包絡線除去および復元増幅器のラジオ周波数(RF)信号の入力は、振幅検出器DETの入力とリミッタLIMの入力との両方に接続される。

【0026】

振幅検出器DETの出力は、振幅増幅器AAMの第1入力に接続される。振幅増幅器AAMの第2入力は、供給電圧VSに接続するために設けられる。

【0027】

50

リミッタ L I M の出力は、位相増幅器 P A M の第 1 入力に接続され、振幅増幅器 A A M の出力は、位相増幅器 P A M の第 2 入力すなわち供給電圧入力に接続される。

【0028】

位相増幅器 P A M の出力は、増幅された位相変調され振幅変調された信号を出力するために設けられる。

【0029】

図 2 に示された技術的現状による包絡線除去および復元増幅器を使用する信号増幅の方法では、アナログ・ラジオ周波数入力信号が、包絡線除去および復元増幅器の入力に送られる。入力信号の包絡線信号成分は、たとえばカプラおよび振幅検出器 D E T を使用して感知され、包絡線信号成分は、振幅増幅器 A A M に供給される。

10

【0030】

主要な振幅変調され位相変調されたラジオ周波数入力信号は、リミッタ L I M の入力に送られ、ここで、複素入力信号 $A(t) e^{i(\omega t + \phi(t))}$ (ただし、 $A(t)$ は時間依存振幅であり、 ω は搬送波周波数であり、 $\phi(t)$ は時間依存位相である) は、クリッピングされ、一定振幅の位相信号成分 $e^{i(\omega t + \phi(t))}$ をもたらす。

【0031】

包絡線信号成分は、リミッタ L I M の前の信号を感知する振幅検出器 D E T によって感知される。振幅検出器 D E T によって、変化する位相信号が除去され、ゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分 $A(t)$ がもたらされる。

【0032】

20

ゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分は、振幅増幅器 A A M の第 1 入力に送られる。振幅増幅器 A A M の第 2 入力に接続された供給電圧 V S は、ゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分によって変調され、増幅された包絡線信号成分をもたらす。

【0033】

一定振幅の位相信号成分は、位相増幅器 P A M の第 1 入力すなわちラジオ周波数入力に送られ、増幅された包絡線信号成分は、位相増幅器 P A M の第 2 入力すなわち供給電圧入力に接続され、これは、位相増幅器 P A M の出力でアナログ・ラジオ周波数入力信号の増幅されたコピーをもたらす。

【0034】

本発明によれば、包絡線除去および復元増幅器の内部のデジタル信号経路の存在が、信号の光伝送に使用される。そのようなデジタル信号経路を、たとえばゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分の経路内の $\Delta \Sigma$ 変調器および後続のスイッチド出力段によって、図 2 に示された包絡線除去および復元増幅器内で実施することができる。

30

【0035】

デジタル信号経路のこの実施態様を実行するために、振幅検出器 D E T の出力は、 $\Delta \Sigma$ 変調器の入力に接続され、この $\Delta \Sigma$ 変調器の出力は、振幅増幅器 A A M の入力に接続され、振幅増幅器 A A M は、たとえばこのケースでは D 級増幅器などのスイッチド出力段である。

【0036】

次では、 $\Delta \Sigma$ 変調器を使用するスイッチド・モード増幅器の基本原理を説明し、その後、本発明の 2 つの実施形態での $\Delta \Sigma$ 変調器を有するスイッチド・モード増幅器の応用を示す。

40

【0037】

スイッチド・モード電力増幅器の例として、技術的現状による電圧スイッチング電力増幅器システムを図 3 に示す。そのような電圧スイッチング電力増幅器システムは、アナログ・ラジオ周波数入力信号または本発明による包絡線信号成分を受け取る入力およびクロッキング信号 C S を受け取る入力を有する $\Delta \Sigma$ 変調器 D S M を含む。 $\Delta \Sigma$ 変調器 D S M の出力は、ドライバ D R の入力に接続される。

【0038】

好ましくは、 $\Delta \Sigma$ 変調器 D S M は、雑音整形フィルタ N F に接続されるか、雑音整形フ

50

ィルタを含む。

【0039】

ドライバDRの第1出力は、第1トランジスタT1のゲートGに接続され、ドライバDRの第2出力は、第2トランジスタT2のゲートGに接続される。

【0040】

第1トランジスタT1のソースSは、グラウンドに接続され、第2トランジスタT2のソースは、第1トランジスタT1のドレインに接続される。

【0041】

第1トランジスタT1のドレインおよび第2トランジスタT2のソースは、直列のインダクタLおよびキャパシタCを含む再構成フィルタR F I L Tを介してラジオ周波数信号または本発明による増幅されたアナログ包絡線信号成分の出力に接続される。LCフィルタ・トポロジの変形形態があるが、これは、開示される本発明にとって重要ではない。

10

【0042】

第2トランジスタT2のドレインは、定電圧源の供給に接続される。

【0043】

図3に示された技術的現状による電圧スイッチング電力増幅器システムを使用する信号増幅の方法では、アナログ・ラジオ周波数入力信号または本発明による包絡線信号成分は、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMに送られる。さらに、ラジオ周波数搬送波周波数の倍数を有するクロッキング信号が、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMに送られる。

【0044】

20

$\Delta\Sigma$ 変調器DSM内では、アナログ・ラジオ周波数入力信号または包絡線信号成分が、デジタル1ビット信号またはより高い分解能のデジタル信号に変換される。サンプリング・レートは、受け取られるクロッキング信号によって決定される。デジタル1ビット信号は、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの出力で供給される。

【0045】

好ましくは、雑音整形フィルタNFは、量子化雑音を信号処理により少なく関係するかこれに関係しない周波数範囲にシフトすることによって量子化雑音を最小にするのに使用される。

【0046】

前記デジタル1ビット信号は、ドライバDRに送られ、ドライバDRは、デジタル1ビット信号に基づく第1ドライバ信号および反転されたデジタル1ビット信号に基づく第2ドライバ信号を生成する。第1ドライバ信号は、第2トランジスタT2のゲートに送られ、第2ドライバ信号は、第1トランジスタT1のゲートに送られる。したがって、ドライバDRの出力信号は、逆相であり、これは、第1トランジスタT1がオンである場合に、第2トランジスタT2がオフであり、逆も同様であることを意味する。2つのトランジスタT1およびT2を有する説明された増幅器アーキテクチャは、単なる例であり、代替アーキテクチャでは、たとえばJ級増幅器のように1つだけ、または3つ以上のトランジスタが使用されるが、これは、本発明には影響しない。後者の場合に、そのような代替アーキテクチャは、たとえば、より多くの各ビットあたり2つのより多くのトランジスタを使用する、マルチビット・アーキテクチャである。

30

40

【0047】

キャパシタCおよびインダクタLは、一緒に、滑らかなアナログ出力信号を生成するのに使用される再構成フィルタR F I L Tを作り、この滑らかなアナログ出力信号は、ラジオ周波数信号または増幅されたアナログ包絡線信号成分の出力で供給される。

【0048】

図4は、技術的現状による $\Delta\Sigma$ 変調器DSMを示している。 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMは、フィルタF1、加算器SUM、雑音整形フィルタF2、アナログーデジタル変換器AD、およびデジタルーアナログ変換器DAを含む。

【0049】

フィルタF1は、アナログ入力信号を受け取る入力に有する。フィルタF1の出力は、

50

加算器SUMの第1入力に接続される。

【0050】

アナログ加算器SUMの出力は、雑音整形フィルタF2の入力に接続され、雑音整形フィルタF2の出力は、アナログ-デジタル変換器ADの入力に接続される。

【0051】

アナログ-デジタル変換器ADの出力は、一方ではデジタルアナログ変換器DAの入力に接続され、他方では、たとえばデジタル出力信号を伝送するための図3のスイッチド出力段のドライバDなどの外部デバイスに接続され得る。

【0052】

デジタルアナログ変換器DAの出力は、アナログ加算器SUMの第2反転入力に接続される。

10

【0053】

原則として、アナログ・ラジオ周波数入力信号または包絡線信号成分は、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSM内で、スイッチド・モード増幅器のスイッチド出力段を駆動するのに適当な2レベル・デジタル出力シーケンスに符号化される。

【0054】

図5は、上側の行に、図4に示された $\Delta\Sigma$ 変調器DSM、スイッチド出力段SOS、およびフィルタFを含む、技術的現状によるスイッチド・モード電力増幅器を概略的に示している。スイッチド出力段SOSは、たとえば、図3に示されているようにドライバDRならびに2つのトランジスタT1およびT2を含む。しかし、図3の1つのドライバDRならびに2つのトランジスタT1およびT2を有する説明される増幅器アーキテクチャは、単なる例であり、代替アーキテクチャでは、1つだけのトランジスタまたは複数のドライバを有する3つ以上のトランジスタが使用される、すなわち、スイッチド出力段SOSは、任意の個数のドライバおよびトランジスタを含むことができるが、これは、本発明には影響しない。

20

【0055】

$\Delta\Sigma$ 変調器DSMは、入力信号を受け取る入力に有する。 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの出力は、スイッチド出力段SOSの入力に接続される。

【0056】

スイッチド出力段SOSの出力は、フィルタFの入力に接続され、フィルタFは、出力信号を伝送する出力を含む。

30

【0057】

中央の行では、4つの図が、左から右へ、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの入力、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの出力、スイッチド出力段SOSの出力、およびフィルタFの出力での信号のボルト単位の信号電圧対ナノ秒単位の時間を示している。

【0058】

下の行では、4つの図が、左から右へ、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの入力、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの出力、スイッチド出力段SOSの出力、およびフィルタFの出力での信号のデシベル単位の信号電力密度スペクトル対メガヘルツ単位の周波数を示している。

【0059】

40

中央の行の最初の2つの図からわかるように、デジタル信号変調器は、アナログ信号をデジタル信号に変換し、本発明に従って、前記デジタル信号は、光ファイバを介してリモート・アンテナ・ヘッド内にリモートに配置されたスイッチド出力段SOSに伝送される。

【0060】

図5に示されたスイッチド・モード電力増幅器の機能性は、上で、入力でのラジオ周波数信号を使用して説明されている[W. T. 9]。次では、たとえば中間周波数またはベースバンド周波数というより低い周波数を有する入力信号について本発明を説明する。しかし、入力で使用される周波数は、本発明に対して大きくは影響しない。説明されるS級原理を本発明による光学的に制御される包絡線除去および復元増幅器概念に適用する場合

50

には、再構成用の $\Delta\Sigma$ 変調器DSMおよびフィルタFは、好ましくは低域通過型である。

【0061】

本発明による包絡線除去および復元増幅器内で使用できるスイッチド・モード電力増幅器PAを、図6に示す。スイッチド・モード電力増幅器PAは、破線の箱として図示され、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSM、電光変換器EO、光電変換器OE、スイッチド出力段SOS、およびフィルタFを含む。スイッチド出力段は、上で図5の下で説明したように、少なくとも1つのドライバおよび少なくとも1つのトランジスタを含む。

【0062】

$\Delta\Sigma$ 変調器DSMは、アナログ入力信号を受け取る入力有する。 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの出力は、電光変換器EOの入力に接続される。

10

【0063】

電光変換器EOの出力は、たとえば光ファイバまたは光学自由空間接続などの光接続OF1を介して光電変換器OEの入力に接続される。

【0064】

光電変換器OEの出力は、スイッチド出力段SOSの入力に接続され、スイッチド出力段SOSの出力は、フィルタFの入力に接続される。

【0065】

本発明の実施形態では、たとえばフィルタ、等化器、または前置増幅器などの信号調整用のさらなるデバイスが、電光変換器EOと光電変換器OEとの間の信号経路または光電変換器OEとスイッチド出力段SOSとの間の信号経路に含まれる。

20

【0066】

フィルタFの出力は、さらなる出力段を介してアンテナ・ネットワークに接続され、このさらなる出力段は、単純さのために図6には図示されていない。

【0067】

図6に示された実施形態では、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMおよび電光変換器EOは、箱として示された基地局BS内に含まれ、光電変換器OE、スイッチド出力段SOS、およびフィルタFは、やはり箱として示されたリモート・アンテナ・ヘッドRAH1内に含まれる。

【0068】

光学的に制御された包絡線除去および復元増幅器へのS級原理の実施のために、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSM内では、たとえばアナログ包絡線信号成分などの、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMがその入力

30

で受け取るアナログ信号が、デジタル信号に変換される。前記デジタル信号は、デジタル電気信号からデジタル光信号への変換のために電光変換器EOに送られる。好ましくは、前記電光変換器EOは、直接に変調されるかたとえば電気吸収変調器またはニオブ酸リチウム変調器によって外部的に変調されるかのいずれかであるレーザ・ダイオードを含む。

【0069】

電光変換器EOの出力から、たとえばPWM信号（PWM＝パルス幅変調）などのデジタル光信号が、光ファイバまたは光学自由空間接続などの光接続OF1を介して光電変換器OEの入力に送られる。

【0070】

40

光電変換器OE内では、デジタル光信号が、デジタル電気信号に戻って変換される。好ましくは、前記光電変換器OEは、いわゆるPINダイオードまたはいわゆるアバランシフォトダイオードを含む。デジタル電気信号は、光電変換器OEの出力からスイッチド出力段SOSの入力に送られる。

【0071】

スイッチド出力段SOS内では、デジタル電気信号は、少なくとも1つのドライバを介して少なくとも1つのトランジスタを駆動し、これが、スイッチド出力段SOSの出力での増幅されたデジタル電気信号になる。

【0072】

前記増幅されたデジタル電気信号は、フィルタFの入力に送られ、前記フィルタFによ

50

って、増幅されたアナログ包絡線信号成分が、再構成され、フィルタFの出力を介して、たとえば図2に示された位相増幅器PAMの第2入力などのさらなる出力段の入力に送られる。

【0073】

光ヘテロダイン(optical heterodyning)の原理を適用する本発明による包絡線除去および復元増幅器EER1の実施形態を図7に示す。包絡線除去および復元増幅器EER1は、破線の箱として示され、振幅検出器DET、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSM、リミッタLIM、第1アナログーデジタル変換器AD1、搬送波シンセサイザ(carrier synthesizer)CS、3つの電光変換器EO1、EO2、およびEO3、光加算器(optical adder)A、2つの光電変換器OE1およびOE2、位相信号リシンセサイザ(phase signal resynthesizer)PSRS、スイッチド出力段SOS、出力段OS、ならびにフィルタFを含む。スイッチド出力段SOSは、上で図5の下で説明したように、少なくとも1つのドライバおよび少なくとも1つのトランジスタを含む。

10

【0074】

図7に示された実施形態では、振幅検出器DET、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSM、リミッタLIM、第1アナログーデジタル変換器AD1、搬送波シンセサイザCS、3つの電光変換器EO1、EO2、およびEO3、ならびに光加算器Aは、箱として示された基地局BS内に含まれ、2つの光電変換器OE1およびOE2、位相信号リシンセサイザPSRS、スイッチド出力段SOS、出力段OS、ならびにフィルタFは、やはり箱として示されたリモート・アンテナ・ヘッドRAH1内に含まれる。

20

【0075】

基地局BSは、さらに、第3光電変換器OE3および受信器RXを有するフィードバック経路を含む。

【0076】

リモート・アンテナ・ヘッドRAH1は、さらに、アンテナ・ネットワークAN、低雑音増幅器LNA、ダウン・コンバータDC、第2アナログーデジタル変換器AD2、および第4電光変換器EO4を含む。

【0077】

包絡線除去および復元増幅器EER1の、たとえばベースバンド周波数または中間周波数(IF)の入力は、振幅検出器DETの入力とリミッタLIMの入力との両方に接続される。

30

【0078】

振幅検出器DETの出力は、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの入力に接続され、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの出力は、第1電光変換器EO1の入力に接続される。

【0079】

第1電光変換器EO1の出力は、光ファイバまたは光学自由空間接続などの光接続OF1を介して第1光電変換器OE1の入力に接続され、第1光電変換器OE1の出力は、スイッチド出力段SOSの第1入力に接続される。

【0080】

スイッチド出力段SOSの第2入力は、供給電圧VSに接続するために設けられ、スイッチド出力段SOSの出力は、フィルタFの入力に接続される。

40

【0081】

リミッタLIMの出力は、第1アナログーデジタル変換器AD1の入力に接続され、第1アナログーデジタル変換器AD1の出力は、第2電光変換器EO2の入力に接続される。

【0082】

第2電光変換器EO2の出力は、光接続OF3を介して光加算器Aの第1入力に接続される。

【0083】

50

搬送波シンセサイザCSの出力は、第3電光変換器EO3の入力に接続され、第3電光変換器EO3の出力は、第4光接続OF4を介して光加算器Aの第2入力に接続される。

【0084】

光加算器Aの出力は、たとえば光ファイバまたは光自由空間接続などの光接続OF2を介して第2光電変換器OE2の入力に接続される。

【0085】

第2光電変換器OE2の出力は、位相信号リシンセサイザPSRSの入力に接続され、位相信号リシンセサイザPSRSの出力は、出力段OSの第1入力に接続される。

【0086】

フィルタFの出力は、出力段OSの第2入力に接続され、出力段OSの出力は、アンテナ・ネットワークANに接続される。

10

【0087】

本発明の実施形態では、たとえば等化器または前置増幅器などの信号調整用のさらなるデバイスが、電光変換器EO1、EO2、およびEO3と光電変換器OE1およびOE2とのそれぞれの間の信号経路内または光電変換器OE1およびOE2とスイッチド出力段SOSおよび出力段OSとのそれぞれの間の信号経路内に含まれる。

【0088】

受信経路内では、アンテナ・ネットワークANの出力は、低雑音増幅器LNAの入力に接続され、低雑音増幅器LNAの出力は、ダウン・コンバータDCの入力に接続される。

【0089】

20

ダウン・コンバータDCの出力は、第2アナログ・デジタル変換器AD2の入力に接続され第2アナログ・デジタル変換器AD2の出力は、第4電光変換器EO4の入力に接続される。

【0090】

第4電光変換器EO4の出力は、たとえば光ファイバまたは光自由空間接続などの光接続OF5を介して第3光電変換器OE3の入力に接続される。

【0091】

第3光電変換器OE3の出力は、受信器RXの入力に接続される。

【0092】

本発明の実施形態では、包絡線除去および復元増幅器EER1の出力は、好ましくは第4電光変換器EO4の入力で、受信経路に接続され、これは、図7では破線の矢印によって示されている。

30

【0093】

好ましくは、前記電光変換器EO1～EO4は、それぞれ、直接に変調されるかたとえば電気吸収変調器またはニオブ酸リチウム変調器によって外部的に変調されるかのいずれかであるレーザ・ダイオードを含む。

【0094】

好ましくは、前記光電変換器OE1～OE3は、いわゆるPINダイオードまたはいわゆるアバランシフォトダイオードを含む。

【0095】

40

図7に示された実施形態では、たとえば好ましくは周波数範囲0～200MHz内のベースバンド周波数 f_{bb} 上のアナログ・データ信号は、包絡線除去および復元増幅器EER1の入力に送られる。

【0096】

データ信号の主要部分は、リミッタLIMの入力に送られ、リミッタLIM内では、データ信号 $A(t) \exp(i(\omega_{bb}t + \phi(t)))$ （ただし、 $A(t)$ は時間依存振幅であり、 ω_{bb} はベースバンド角周波数であり、 $\phi(t)$ は時間依存位相である）は、クリッピングされ、一定振幅の位相信号成分 $\exp(i(\omega_{bb}t + \phi(t)))$ をもたらす。

【0097】

50

データ信号の包絡線信号成分は、リミッタ L I M の前に信号を感知する振幅検出器 D E T によって感知される。変化する位相信号は、振幅検出器 D E T によって除去され、ゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分 $A(t)$ がもたらされる。

【0098】

ゆっくり変化する振幅の包絡線信号成分は、 $\Delta \Sigma$ 変調器 D S M の第 1 入力に送られ、 $\Delta \Sigma$ 変調器 D S M 内でデジタル信号に変換される。この実施形態では、デジタル信号は、P W M 信号 (P W M = パルス幅変調) であるが、別の実施形態ではたとえばマンチェスタ・コーディングを使用してさらに符号化もされ得る。包絡線信号成分のデジタル化に使用される $\Delta \Sigma$ 変調を、従来の比較的低速の低域 $\Delta \Sigma$ 変調器によって実行することができ、したがって、エネルギーおよびチップの複雑さが節約される。

10

【0099】

デジタル包絡線信号成分は、デジタル電気信号をデジタル光信号に変換するために、第 1 電光変換器 E O 1 に送られる。

【0100】

第 1 電光変換器 E O 1 の出力からは、デジタル光包絡線信号成分 (この実施形態では P W M 信号である) が、光接続 O F 1 を介して第 1 光電変換器 O E 1 の入力に送られる。

【0101】

第 1 光電変換器 O E 1 内では、デジタル光信号が、デジタル電気信号に戻って変換される。結果のデジタル電気包絡線信号成分は、第 1 光電変換器 O E 1 の出力からスイッチド出力段 S O S の第 1 入力に送られる。

20

【0102】

スイッチド出力段 S O S 内では、デジタル電気信号が、少なくとも 1 つのドライバを介して少なくとも 1 つのトランジスタを駆動し、これが、スイッチド出力段 S O S の出力での増幅されたデジタル電気信号になる。したがって、スイッチド出力段 S O S の第 2 入力に接続された供給電圧 V S は、デジタル電気包絡線信号成分によって変調され、増幅されたデジタル電気包絡線信号成分をもたらす。

【0103】

前記増幅されたデジタル電気包絡線信号成分は、フィルタ F の入力に送られ、前記フィルタ F によって、増幅されたアナログ包絡線信号成分が、再構成され、フィルタ F の出力を介して出力段 O S の第 2 入力に供給電圧として接続される。

30

【0104】

位相信号成分は、リミッタ L I M の出力から第 1 アナログ-デジタル変換器 A D 1 の入力に送られ、第 1 アナログ-デジタル変換器 A D 1 内では、アナログ位相信号成分が、デジタル位相信号成分に変換される。

【0105】

デジタル位相信号成分は、光学ソース ($f_{optical}$ は、光学ソースの光の周波数である) を使用してデジタル電気信号をデジタル光信号に変換するために第 2 電光変換器 E O 2 の入力に送られ、その結果、デジタル光位相信号成分は、周波数 $f_{os} = f_{optical} \pm f_{bb}$ を有するようになる。

【0106】

40

第 2 電光変換器 E O 2 の出力から、デジタル光位相信号成分は、光接続 O F 3 を介して光加算器 A の第 1 入力に送られる。

【0107】

搬送波シンセサイザ C S 内では、好ましくは数百 M H z から数 G H z までの周波数範囲内のラジオ周波数 f_{rf} 上のラジオ周波数搬送波信号が生成される。ラジオ周波数搬送波信号は、光学ソース ($f_{optical}$ は、光学ソースの光の周波数である) を使用して電気ラジオ周波数搬送波信号を光ラジオ周波数搬送波信号に変換するために第 3 電光変換器 E O 3 に送られ、その結果、光ラジオ周波数搬送波信号は、周波数 $f_{orf} = f_{optical} \pm f_{rf}$ を有するようになる。

【0108】

50

第3電光変換器EO3の出力からは、光ラジオ周波数搬送波信号が、光接続OF4を介して光加算器Aの第2入力に送られる。

【0109】

光加算器A内では、デジタル光位相信号成分が、光ラジオ周波数搬送波信号と加算される、すなわち、周波数 $f_{os} = f_{optical} \pm f_{bb}$ を有するデジタル光位相信号成分が、周波数 $f_{orf} = f_{optical} \pm f_{rf}$ を有する光ラジオ周波数搬送波信号と合計され、これが、組み合わされた光データ信号をもたらす。

【0110】

光加算器Aの出力からは、組み合わされた光データ信号が、光接続OF2を介して第2光電変換器OE2の入力に送られる。

10

【0111】

第2光電変換器OE2内では、光ヘテロダインの原理が適用され、デジタル光位相信号成分が、デジタル電気位相信号成分に変換される。検出されたデジタル電気位相信号成分の強度は、周波数 $f_{des} = f_{rf} \pm f_{bb}$ に伴って変化する。というのは、 $f_{optical}$ の範囲内の強度のすべてのより高周波数の成分が、第2光電変換器OE2内で時間平均されるからである。デジタル電気位相信号成分は、第2光電変換器OE2の出力から位相信号リシンセサイザPSRSの入力に送られ、位相信号リシンセサイザPSRS内では、アナログ電気位相信号成分が回復される。

【0112】

アナログ電気位相信号成分は、位相信号リシンセサイザPSRSの出力から出力段OSの第1入力に送られる。アナログ電気位相信号成分は、出力段OSの第1入力を制御し、これは、出力段OSの出力でのアナログ・データ信号の増幅されたコピーになる。

20

【0113】

本発明の実施形態では、アナログ電気位相信号成分は、出力段OS内の暗黙の受動信号再構成フィルタリングによって回復され、位相信号リシンセサイザPSRSは不要である。

【0114】

アナログ・データ信号の増幅されたコピーは、エア・インターフェースを介する伝送のためにアンテナ・ネットワークANに送られる。

【0115】

受信経路では、アナログ電気信号は、アンテナ・ネットワークANから、信号増幅のために低雑音増幅器LNAに送られる。

30

【0116】

増幅されたアナログ電気信号は、ダウン・コンバータDCに送られ、ダウン・コンバータDC内では、信号が、ラジオ周波数からベースバンド周波数にダウンコンバートされる。

【0117】

ダウンコンバートされたアナログ電気信号は、デジタル化のために第2アナログーデジタル変換器AD2に送られ、デジタル電気信号が、デジタル電気信号をデジタル光信号に変換するために第4電光変換器EO4に送られる。

40

【0118】

デジタル光信号は、第4電光変換器EO4から光接続OF5を介して第3光電変換器OE3に送られる。

【0119】

第3光電変換器OE3内では、デジタル光信号が、デジタル電気信号に戻って変換され、さらなる処理のために受信器RXに送られる。

【0120】

本発明の実施形態では、包絡線除去および復元増幅器EER1の線形化が必要になる場合には、包絡線除去および復元増幅器EER1の出力信号のある分数が、第4電光変換器EO4および光接続OF5を介して基地局BSにフィード・バックされ、前記フィード・

50

バックされた出力信号に基づいて、包絡線除去および復元増幅器 E E R 1 が制御される。

【0121】

本発明の上で説明した実施形態の利益は、光ヘテロダインを使用することによって、電気アップコンバージョンの必要が減らされ、位相信号関連信号処理が、かなり下げられた速度でベースバンド周波数レベルで実行され、したがって、減らされた電力散逸およびチップ複雑さで実行されることである。

【0122】

しかし、光ヘテロダインの適用は、本発明にとって必須ではない。したがって、本発明の一実施形態では、位相信号成分が、第2光電変換器 O E 2 内での受取の後に電氣的にアップコンバートされる。本発明のもう1つの実施形態では、位相信号成分が、第2電光変換器 E O 2 に送られる前に電氣的にアップコンバートされ、デジタル光位相信号成分が、光接続を介して第2光電変換器 O E 2 に直接に送られる。その結果、搬送波シンセサイザ C S、第3電光変換器 E O 3、および光加算器 A は、これらの実施形態では必要ではない。

10

【0123】

原則として、デジタル位相信号成分とデジタル包絡線信号成分との両方が光信号として基地局 B S からリモート・アンテナ・ヘッド R A H 1 に送信されることは、本発明の適用に必要ではない、すなわち、デジタル位相信号成分またはデジタル包絡線信号成分のいずれかが、基地局 B S からリモート・アンテナ・ヘッド R A H 1 に電氣的に送信されることが、可能である。したがって、本発明の実施形態では、デジタル位相信号成分のみまたはデジタル包絡線信号成分のみのいずれかが、基地局 B S からリモート・アンテナ・ヘッド R A H 1 に光学的に送信される。

20

【0124】

本発明の一実施形態では、包絡線除去および復元増幅器 E E R 1 の入力に送られるアナログ・データ信号が、ベースバンド周波数上ではなく、中間周波数上である。

【0125】

図8に示された実施形態では、本発明による光多重化および光多重分離の原理を適用する分散包絡線除去および復元増幅器 E E R 2 が示される。包絡線除去および復元増幅器 E E R 2 の基本構造は、図7に示され、上で説明された分散包絡線除去および復元増幅器 E E R 1 の構造に類似する。したがって、次では、図7に示された分散包絡線除去および復元増幅器 E E R 1 と比較した相違のみを説明する。

30

【0126】

図8の包絡線除去および復元増幅器 E E R 2 は、基地局 B S 内に配置された光マルチプレクサ M U X およびリモート・アンテナ・ヘッド R A H 1 内に配置された光デマルチプレクサ D E M U X を含む。

【0127】

第1電光変換器 E O 1 の出力は、光接続 O F 6 を介して光マルチプレクサ M U X の第1入力に接続される。

【0128】

光加算器 A の出力は、光接続 O F 7 を介して光マルチプレクサ M U X の第2入力に接続され、光マルチプレクサ M U X の出力は、光接続 O F 8 を介して光デマルチプレクサ D E M U X の入力に接続される。

40

【0129】

光デマルチプレクサ D E M U X の第1出力は、光接続 O F 9 を介して第1光電変換器 O E 1 の入力に接続され、光デマルチプレクサ D E M U X の第2出力は、光接続 O F 10 を介して第2光電変換器 O E 2 の入力に接続される。

【0130】

図7に示された実施形態では、デジタル光包絡線信号成分およびデジタル光位相信号成分が、別々の光接続 O F 1 および O F 2 を介して基地局 B S からリモート・アンテナ・ヘッド R A H 1 に伝送される。

50

【0131】

図8に示された実施形態では、デジタル光包絡線信号成分、デジタル光位相信号成分、および光ラジオ周波数搬送波信号が、光マルチプレクサMUX内で多重化され、共通の光接続OF8を介して光デマルチプレクサDEMUXに伝送され、光デマルチプレクサDEMUX内で、光信号が多重分離される。デジタル光包絡線信号成分は、光接続OF9を介して第1光電変換器OE1に送られ、デジタル光位相信号成分および光ラジオ周波数搬送波信号は、光接続OF10を介して第2光電変換器OE2に送られる。

【0132】

本発明のさらなる実施形態では、基地局BSからの信号は、ユーザ端末UE4への信号伝送に使用される2つのリモート・アンテナ・ヘッドRAH3およびRAH4の場合について図1に示されているように、少なくとも2つの光接続OF12およびOF13を介し、少なくとも2つのリモート・アンテナ・ヘッドRAH3およびRAH4を介してユーザ端末UE4に伝送され、いわゆるビームフォーミングまたはMIMO (multiple-input-multiple-output) を適用する。

10

【0133】

本発明によるそのような包絡線除去および復元増幅器を、たとえば、標準的なUniversal Mobile Telecommunications System、Third Generation Partnership Project Long Term Evolution、またはWorldwide Interoperability for Microwave Accessを適用する通信ネットワークに使用することができる。

20

【0134】

上で説明した実施形態では、アナログ・データ信号は、それぞれ包絡線除去および復元増幅器EER1およびEER2の入力で供給される。しかし、さらなる好ましい実施形態では、それぞれ包絡線除去および復元増幅器EER1およびEER2の入力で供給される入力データ信号は、たとえばベースバンド周波数でデジタル処理ユニットから供給されるいわゆるI値またはQ値などのデジタル信号である。包絡線信号成分は、そのデジタル信号から感知され、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMの入力でデジタル包絡線信号成分として供給される。

【0135】

デジタル入力データ信号を使用する実施形態では、 $\Delta\Sigma$ 変調器DSMは、好ましくはフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (FPGA) 内で実施されるが、特定用途向け集積回路 (ASIC) 内で実施することもできる。包絡線信号成分は、好ましくは、FPGA内で直接に感知される、すなわち、振幅検出器DETの機能は、FPGA内で実行される。デジタル入力データ信号の一部のクリッピングも、好ましくはFPGA内で実行され、一定振幅の位相信号成分をもたらす、すなわち、リミッタLIMの機能が、FPGA内で実行される。そのような実施形態では、アナログーデジタル変換器AD1は必要ではない。

30

【0136】

上で説明した実施形態では、光電変換器OE1およびOE2ならびに出力段SOSおよびOSは、それぞれ、2つの別個のデバイスとして図示されている。しかし、本発明のさらなる実施形態では、光電変換器OE1およびOE2をそれぞれ、および出力段SOSおよびOSをそれぞれ、同一位置に配置することもできる、すなわち、これらは、1つのデバイスの2つの部分である。そのような同一位置に配置されたデバイスの例は、高電子移動度トランジスタ (HEMT) とのアバランシフोटダイオードの垂直集積である。この例では、光電変換器OE1およびOE2は、それぞれ、アバランシフोटダイオードとして実現され、出力段SOSおよびOSは、それぞれ、高電子移動度トランジスタ (HEMT) として実現される。

40

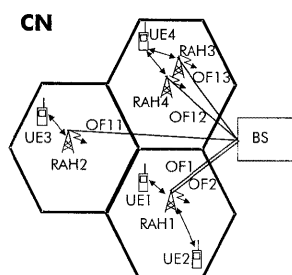
【0137】

上の実施形態では、本発明が、基地局BSから少なくとも1つのリモート・アンテナ・ヘッドRAH1を介するユーザ端末UE1への信号の伝送に関して説明されるが、本発明

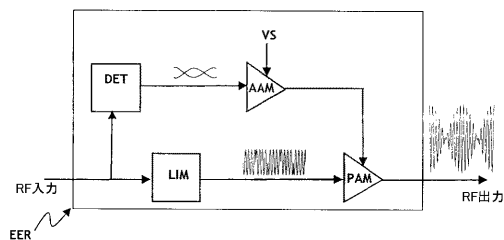
50

は、たとえばポイントツーポイント無線システム内で使用されるものまたはラック内のデバイスの接続に使用されるものなど、任意の送信デバイスから任意の受信デバイスへの信号の伝送にも適用可能である。

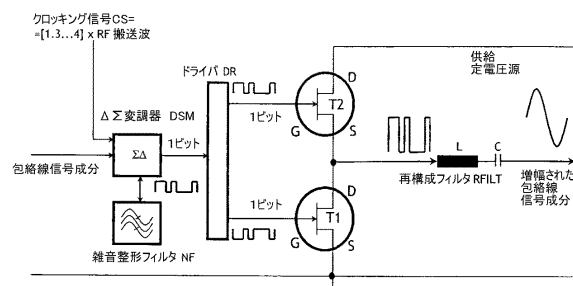
【図 1】



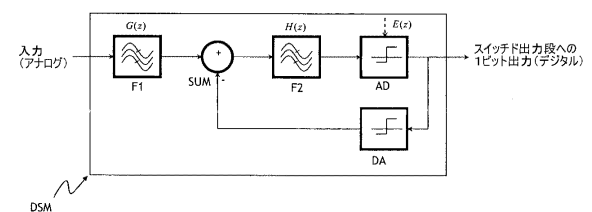
【図 2】



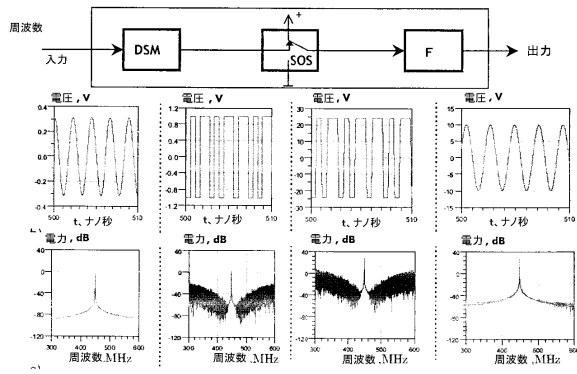
【図 3】



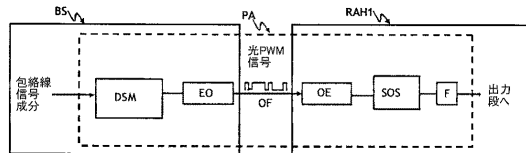
【図 4】



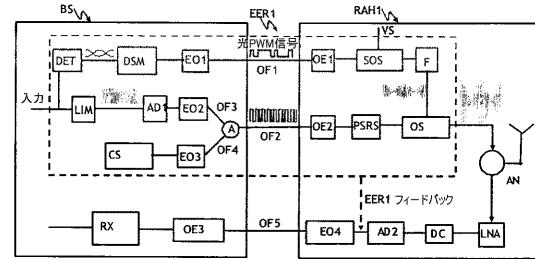
【図 5】



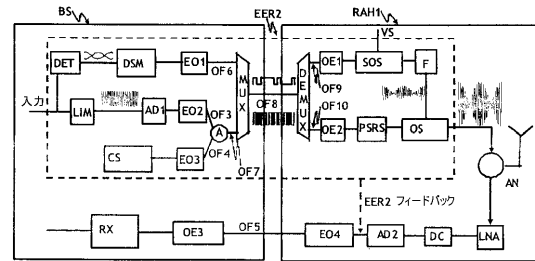
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 テンプル, ウォルフギャング
ドイツ 74372 サーシェイム, ヴァイヒンゲル シュトラッセ 46
- (72)発明者 ウェイグナー, ダーク
ドイツ 71409 シュワイクハイム, ローゼンストラッセ 22

審査官 後澤 瑞征

- (56)参考文献 特開2005-079855 (JP, A)
特開2002-238071 (JP, A)
特開2001-148661 (JP, A)
特開2001-244883 (JP, A)
国際公開第2007/064007 (WO, A1)
特開2005-057665 (JP, A)
国際公開第2008/090721 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H04B10/00-10/90
H04J14/00-14/08
H04L 27/34