

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4083970号
(P4083970)

(45) 発行日 平成20年4月30日 (2008. 4. 30)

(24) 登録日 平成20年2月22日 (2008. 2. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 J 11/00 (2006. 01)

H O 4 J 11/00 Z

H O 4 B 7/08 (2006. 01)

H O 4 B 7/08 D

H O 4 B 7/15 (2006. 01)

H O 4 B 7/15 Z

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-353245 (P2000-353245)
 (22) 出願日 平成12年11月20日 (2000. 11. 20)
 (65) 公開番号 特開2002-158632 (P2002-158632A)
 (43) 公開日 平成14年5月31日 (2002. 5. 31)
 審査請求日 平成18年2月16日 (2006. 2. 16)

特許権者において、実施許諾の用意がある。

(73) 特許権者 000004352
 日本放送協会
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100100712
 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
 (74) 代理人 100100929
 弁理士 川又 澄雄
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一
 (74) 代理人 100098327
 弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDMデジタル信号中継装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周波数及び変調内容が同一の OFDM デジタル信号を中継伝送する OFDM デジタル信号中継装置であって、

前記 OFDM デジタル信号の送信波を受信する複数の受信アンテナと、

前記複数の受信アンテナで受信された複数系統の受信信号を系統毎にベースバンドデジタル信号に変換する手段と、

前記複数系統の受信信号それぞれに対応した FIR フィルタを備え、前記変換された複数系統のベースバンドデジタル信号を、系統毎に求められる伝送路の周波数応答から算出されるダイバーシティ合成用の重み付け係数に基づいて前記 FIR フィルタ毎に算出されるフィルタ係数によりフィルタ処理することによって、各系統のベースバンドデジタル信号の周波数特性を適応的に変更する手段と、

前記 FIR フィルタ通過後の各系統のベースバンドデジタル信号をダイバーシティ合成して1系統のベースバンドデジタル信号を生成する手段と、

前記生成された1系統のベースバンドデジタル信号を所望送信周波数の OFDM デジタル信号送信波に変換する手段と、

を備えたことを特徴とする OFDM デジタル信号中継装置。

【請求項 2】

異なる周波数で送られてきた同一変調内容の複数の OFDM デジタル信号を中継伝送する OFDM デジタル信号中継装置であって、

10

20

前記変調内容が同一でも周波数が異なる複数のOFDMデジタル信号の送信波を受信する1以上の受信アンテナと、

前記1以上の受信アンテナで受信された周波数が異なる複数のOFDMデジタル信号をバンドパスフィルタによって所望の周波数帯域の受信信号成分に分波する手段と、

前記分波された複数系統の受信信号を系統毎にベースバンドデジタル信号に変換する手段と、

前記複数系統の受信信号それぞれに対応したFIRフィルタを備え、前記変換された複数系統のベースバンドデジタル信号を、系統毎に求められる伝送路の周波数応答から算出されるダイバーシティ合成用の重み付け係数に基づいて前記FIRフィルタ毎に算出されるフィルタ係数によりフィルタ処理することによって、各系統のベースバンドデジタル信号の周波数特性を適応的に変更する手段と、

10

前記FIRフィルタ通過後の各系統のベースバンドデジタル信号をダイバーシティ合成して1系統のベースバンドデジタル信号を生成する手段と、

前記生成された1系統のベースバンドデジタル信号を所望送信周波数のOFDMデジタル信号送信波に変換する手段と、

を備えたことを特徴とするOFDMデジタル信号中継装置。

【請求項3】

前記FIRフィルタのフィルタ係数をそれぞれ演算するフィルタ係数演算手段として、前記複数系統のベースバンドデジタル信号を入力して系統毎の伝送路の周波数応答を求める伝送路応答演算回路と、

20

求められた系統毎の伝送路の周波数応答に基づきダイバーシティ合成用のキャリア毎の重み付け係数を演算する周波数重み付け係数演算回路と、

求められた重み付け係数に基づき、系統別に適応的に重み付けされた各フィルタ係数を求めて前記FIRフィルタにそれぞれ出力するフィルタ係数演算回路と、

を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載のOFDMデジタル信号中継装置。

【請求項4】

OFDMデジタル信号を中継伝送するOFDMデジタル信号中継装置であって、

前記OFDMデジタル信号の送信波を受信する受信アンテナと、

前記受信アンテナで受信された受信信号をベースバンドデジタル信号に変換する手段と

30

、前記ベースバンドデジタル信号を入力して伝送路の周波数応答を求める伝送路応答演算回路と、求められた伝送路の周波数応答に基づき重み付け係数を演算する周波数重み付け係数演算回路と、求められた重み付け係数に基づき、適応的に重み付けされたフィルタ係数を求めるフィルタ係数演算回路とを有するフィルタ係数演算手段と、

FIRフィルタを備え、前記変換されたベースバンドデジタル信号を、前記フィルタ係数演算手段で求められたフィルタ係数によりフィルタ処理することによって、ベースバンドデジタル信号の周波数特性を適応的に変更する手段と、

前記周波数特性が適応的に変更されたベースバンドデジタル信号を所望送信周波数のOFDMデジタル信号送信波に変換する手段と、

を備えたことを特徴とするOFDMデジタル信号中継装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、変調内容が同一で、周波数が同一または異なる複数のOFDMデジタル信号を中継伝送するOFDMデジタル信号中継装置に関する。

【0002】

【発明の概要】

本発明は、変調内容が同一で、周波数が同一または異なる複数のOFDMデジタル信号の中継伝送に関し、中継のために受信したOFDMデジタル信号のマルチパスの影響による特性劣化を改善し、かつ受信したOFDMデジタル信号の各キャリアのC/N比をできるだ

50

け大きくなるように改善し、さらに、送信するOFDMデジタル信号の送信波各々のキャリアの電力を等しくすることにより中継装置の送信出力を有効に使用できるようにすることを、OFDMデジタル信号の非再生中継により実現するものである。

【0003】

【従来の技術】

一般に、デジタル信号の中継は、中継装置において受信デジタル信号を復調し、ビット判定を行い、再び変調して送信するような再生中継を採用している。しかし、再生中継を行わない場合、即ち、非再生中継の場合、OFDMデジタル信号の非再生中継では、例えば図4に示すような中継方法が行われている。

【0004】

即ち、OFDMデジタル信号の中継においては、従来では、図4に示すように、1つの受信アンテナ101で受信されたOFDMデジタル信号は、ダウンコンバータ(Down/conv)102にて特定周波数のIF(中間周波数)信号にダウンコンバートされ、不要波を除去するためのバンドパスフィルタ103を通過され、アップコンバータ(Uplconv)104にて再び送信周波数にアップコンバートされ、増幅器105にて所要の出力レベルに増幅され、送信アンテナ46から送信されていた。

【0005】

なお、OFDMデジタル信号の中継では、周波数及び変調内容が同一である場合と変調内容は同一であるが周波数が異なる場合とがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来のOFDMデジタル信号中継装置では、OFDMデジタル信号の送信波を1つの受信アンテナで受信していたため、電波伝搬路のフェージングにより受信レベルが低下し、OFDMデジタル信号の全キャリアのCN比が低下しても、それを改善できずそのまま中継送信していた。そのため、従来では、中継装置で増幅され、再送信されたOFDMデジタル信号を受信しても誤り率特性は劣化したままであった。

【0007】

また、受信されたOFDMデジタル信号に含まれるマルチパス歪の影響による劣化及びキャリア毎のCN比の劣化が改善されることなく再送信されていたため、中継後のOFDMデジタル信号を受信した場合、中継後の伝送特性の劣化に加えて中継前の伝送特性の劣化が重なり、さらに誤り率特性の劣化が大きくなっていた。

【0008】

さらに、中継するOFDMデジタル信号の伝送信号帯域内の振幅周波数特性を一定にするような改善も行われていないため、中継後のOFDMデジタル信号を受信した場合、キャリア毎にCN比が異なるためCN比の小さいキャリアの誤り率が劣化し、それが全キャリアの平均誤り率をさらに劣化させていた。

【0009】

そこで、本発明の目的は、変調内容が同一で、周波数が同一または異なる複数のOFDMデジタル信号の非再生中継伝送において、OFDMデジタル信号の受信電波がフェージングを受けていても受信レベルを大きくすることができるようにして、受信したOFDMデジタル信号の特性劣化を改善でき、さらに、送信するOFDMデジタル信号の送信波各々のキャリアの電力を等しくすることにより中継装置の送信出力を有効に使用することを可能とするOFDMデジタル信号中継装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のOFDMデジタル信号中継装置は、周波数及び変調内容が同一のOFDMデジタル信号を中継伝送するOFDMデジタル信号中継装置であって、前記OFDMデジタル信号の送信波を受信する複数の受信アンテナと、前記複数の受信アンテナで受信された複数系統の受信信号を系統毎にベースバンドデジタル信号に変換する手段と、前記複数系統の受信信号それぞれに対応したFIRフィルタを備え、前記

10

20

30

40

50

変換された複数系統のベースバンドデジタル信号を、系統毎に求められる伝送路の周波数応答から算出されるダイバーシティ合成用の重み付け係数に基づいて前記FIRフィルタ毎に算出されるフィルタ係数によりフィルタ処理することによって、各系統のベースバンドデジタル信号の周波数特性を適応的に変更する手段と、前記FIRフィルタ通過後の各系統のベースバンドデジタル信号をダイバーシティ合成して1系統のベースバンドデジタル信号を生成する手段と、前記生成された1系統のベースバンドデジタル信号を所望送信周波数のOFDMデジタル信号送信波に変換する手段と、を備えたことを特徴としている。

【0011】

また、本発明のOFDMデジタル信号中継装置は、異なる周波数で送られてきた同一変調内容の複数のOFDMデジタル信号を中継伝送するOFDMデジタル信号中継装置であって、前記変調内容が同一でも周波数が異なる複数のOFDMデジタル信号の送信波を受信する1以上の受信アンテナと、前記1以上の受信アンテナで受信された周波数が異なる複数のOFDMデジタル信号をバンドパスフィルタによって所望の周波数帯域の受信信号成分に分波する手段と、前記分波された複数系統の受信信号を系統毎にベースバンドデジタル信号に変換する手段と、前記複数系統の受信信号それぞれに対応したFIRフィルタを備え、前記変換された複数系統のベースバンドデジタル信号を、系統毎に求められる伝送路の周波数応答から算出されるダイバーシティ合成用の重み付け係数に基づいて前記FIRフィルタ毎に算出されるフィルタ係数によりフィルタ処理することによって、各系統のベースバンドデジタル信号の周波数特性を適応的に変更する手段と、前記FIRフィルタ通過後の各系統のベースバンドデジタル信号をダイバーシティ合成して1系統のベースバンドデジタル信号を生成する手段と、前記生成された1系統のベースバンドデジタル信号を所望送信周波数のOFDMデジタル信号送信波に変換する手段と、を備えたことを特徴としている。

【0012】

本発明によれば、OFDMデジタル信号の受信電波がフェージングを受けていても、受信レベルを大きくすることができるので、受信C/N比を大きくすることができる。また、各系統のベースバンドデジタル信号の周波数特性を変更して合成するので、受信C/N比をさらに改善することができ、受信したOFDMデジタル信号の特性劣化を改善することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0014】

（第1の実施形態）

図1は、本発明の第1の実施形態に係るOFDMデジタル信号中継装置の構成を示すブロック図である。なお、この第1の実施形態は、例えばSFN（Single Frequency Network）のように周波数及び変調内容が同一のOFDMデジタル信号が送信されるシステムにおいて中継伝送する中継局で用いられる場合、あるいは変調内容が同一のままで周波数を変えて送信する場合に関する。

【0015】

図1において、このOFDMデジタル信号中継装置は、信号伝送系が受信部1とダイバーシティ合成部2と送信部3と構成でされ、制御系が同期回路部4とフィルタ係数演算部5とで構成されている。

【0016】

受信部1は、ブランチ数Lのスペースダイバーシティアンテナ（ブランチ#0，#1，...，#L-1）11と、対応するアンテナの無線周波（RF）受信信号をベースバンドの受信信号に変換する系統数Lのダウンコンバータ（Down/conv）12と、系統数Lのベースバンド受信信号をデジタル信号（複素ベースバンド信号）に変換するA/D変換器13とを備えている。

【0017】

ダイバーシティ合成部2は、系統数LのA/D変換器13の出力を受ける系統数LのFIRフィルタ21と、系統数LのFIRフィルタ21の出力を合成する信号合成回路22とを備えている。

【0018】

系統数LのFIRフィルタ21は、それぞれMタップのトランスバーサルフィルタで構成され、各タップにはフィルタ係数演算部5から系統別に適応的に重み付けされたフィルタ係数 $w_l(m)$ ($m = 0, 1, 2, \dots, M-1$) が与えられるようになっている。

【0019】

送信部3は、信号合成回路22の出力をアナログ信号に変換するD/A変換器31と、D/A変換器31の出力をRF送信信号に変換するアップコンバータ(Up/Con)32と、RF送信信号のチャンネル(CH)を変換するチャンネル変換器(CH変換器)33と、CH変換器33の出力を所定レベルに増幅する増幅器34と、増幅器34で増幅されたOFDMデジタル信号の送信電波を送出する送信アンテナ35とを備えている。なお、SFNの場合は中継局受信の周波数と同じ送信周波数なので、CH変換器33は使用しない。

10

【0020】

フィルタ係数演算部5は、受信部1のA/D変換器13が出力するL系統の複素ベースバンド信号から各系統の周波数応答を求める伝送路応答演算回路51と、伝送路応答演算回路51が求めた周波数応答に基づきダイバーシティ合成用のキャリア毎の重み付け係数を演算する周波数重み付け係数演算回路52と、周波数重み付け係数演算回路52の出力に基づきダイバーシティ合成部2のFIRフィルタ21の各タップに出力するフィルタ重み係数 $w_l(m)$ を求めるフィルタ係数演算回路53とを備えている。

20

【0021】

同期回路部4は、受信部1のA/D変換器13が出力するL系統の複素ベースバンドデジタル信号のうち任意の1系統の複素ベースバンドデジタル信号を使用して、主に次の3つの制御信号を生成する。図示例では、ブランチ#1の複素ベースバンド信号を使用している。

【0022】

1つは、信号伝送系の受信部1のダウンコンバータ12と送信部3のアップコンバータ32において使用する周波数変換のための共通の周波数 L_0 のローカル信号(以下「ローカル信号 L_0 」という)を生成する。

30

【0023】

2つ目は、受信部1のA/D変換器13、送信部3のD/A変換器31、ダイバーシティ合成部2及びフィルタ係数演算部5において使用するサンプリング周波数 f_s のクロック(以下「サンプリングクロック f_s 」という)を生成する。

【0024】

3つ目は、フィルタ係数演算部5内の伝送路応答演算回路51における系統数Lの離散フーリエ変換(DFT、FFT)のウィンドウ位置を設定するために共通に使用するシンボルタイミングクロックを発生する。

40

【0025】

次に、以上のように構成されるOFDMデジタル信号中継装置の動作を図1を用いて説明する。

【0026】

このOFDMデジタル信号中継装置では、OFDMデジタル信号は、受信部1とダイバーシティ合成部2と送信部3のみを中継伝送される。

【0027】

有効シンボル長 T_u 、キャリア数KのOFDMデジタル信号の変復調は、サンプリングクロック f_s により、分点数 N_0 の逆離散フーリエ変換(IDFT、IFFT)と分点数 N_0 の離散フーリエ変換(DFT、FFT)によって行われる。

50

【 0 0 2 8 】

このとき、サンプリングクロック f_s は、分点数 N_o と有効シンボル長 T_u との比 ($f_s = N_o / T_u$) で与えられる。また、分点数 N_o とキャリア数 K とは、 $N_o > K$ の関係がある。

【 0 0 2 9 】

受信部 1 では、当該中継局の親局から送信されてきた O F D M デジタル信号の送信電波が、ブランチ数 L ($1 = 0, 1, 2, \dots, L - 1$) のスペースダイバーシティアンテナによって受信される。その受信された系統数 L の受信信号は、系統数 L のダウンコンバータ 1 2 において、同期回路部 4 から供給される共通のローカル信号 L_o により、それぞれ R F 周波数帯から複素ベースバンド信号に変換される。

【 0 0 3 0 】

さらに、系統数 L の A / D 変換器 1 3 において、同期回路部 4 から供給される共通のサンプリングクロック f_s によりデジタル信号に変換される。

【 0 0 3 1 】

ダイバーシティ合成部 2 では、A / D 変換器 1 3 にてデジタル化された L 系統の複素ベースバンド信号が、M タップのトランスバーサルフィルタによって構成される L 系統の F I R フィルタ 2 1 にそれぞれ入力された後、信号合成回路 2 2 において合成され、1 系統の複素ベースバンド信号となる。

【 0 0 3 2 】

S F N (Single Frequency Network) では、サービスエリア内の全ての送信局は、同一周波数で同一内容の O F D M 変調波を送信している。したがって、中継局は、中継伝送する送受信信号の周波数を同一にする必要がある。

【 0 0 3 3 】

即ち、送信部 3 では、ダイバーシティ合成部 2 から出力された 1 系統の複素ベースバンド信号が、D / A 変換器 3 1 において受信部 1 と共通のサンプリングクロック f_s によりアナログ信号に変換される。そして、変換されたアナログベースバンド信号は、アップコンバータ 3 2 において、受信部 1 と共通のローカル信号 L_o により、R F 周波の信号に変換され、増幅器 3 4 にて増幅され、アンテナ 3 5 から送信される。なお、中継が S F N でない場合には、C H 変換器 3 3 で所望の周波数に変換する。

【 0 0 3 4 】

以上の中継伝送動作の過程で、同期回路部 4 は、上記ローカル信号 L_o 、サンプリングクロック f_s を精度良く生成して供給する。また、同期回路部 4 は、シンボルタイミングクロックを精度良く発生し、フィルタ係数演算部 5 内の伝送路応答演算回路 5 1 に供給する。

【 0 0 3 5 】

さて、フィルタ係数演算部 5 における伝送路応答演算回路 5 1 では、 L 系統の複素ベースバンド信号に基づき系統毎に伝送路の周波数応答 $H_l(k)$ を求める。周波数応答 $H_l(k)$ は、系統 l の O F D M 信号のキャリア k に作用する周波数応答を意味する。O F D M デジタル信号には、伝送路推定に利用できる受信側既知のデータが挿入されており、ここではそれをパイロットと呼ぶ。

【 0 0 3 6 】

周波数応答 $H_l(k)$ は、受信信号を分点数 N_o の離散フーリエ変換 (D F T、F F T) し、その出力から抽出したパイロットの値を既知のパイロットの値で複素除算することにより求める。

【 0 0 3 7 】

フィルタ係数演算部 5 における周波数重み付け係数演算回路 5 2 では、伝送路応答演算回路 5 1 で求められた L 系統の周波数応答 $H_l(k)$ に基づき、 L 系統のダイバーシティ合成用のキャリア毎の重み付け係数 $W_l(k)$ を求め、フィルタ係数演算回路 5 3 に出力する。

【 0 0 3 8 】

このキャリア重み付け係数 $W_l(k)$ は、最大比合成の場合は、系統毎に次の式 (1) ように与える。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$W_1(k) = \frac{|H_1(k)|^2}{H_1(k) \sum_i |H_1(k)|^2} \quad (1)$$

【0040】

また、このキャリア毎の重み付け係数 $W_1(k)$ は、等利得合成の場合は、系統毎に次の式(2)のように与える。

【0041】

【数 2】

10

$$W_1(k) = \frac{|H_1(k)|}{H_1(k) \sum_i |H_1(k)|} \quad (2)$$

【0042】

また、このキャリア毎の重み付け係数 $W_1(k)$ は、選択合成の場合は、系統毎に次の式(3)のように与える。

【0043】

【数 3】

20

$$W_1(k) = \begin{cases} \frac{1}{H_1(k)} ; |H_1(k)| \\ \quad = \text{MAX}\{|H_0(k)|, |H_1(k)|, |H_2(k)|, \dots, |H_{L-1}(k)|\} \\ \quad \quad \quad \text{の場合} \\ 0 ; \text{その他の場合} \end{cases} \quad (3)$$

30

【0044】

次いで、フィルタ係数演算部5におけるフィルタ係数演算回路53では、入力するL系統のダイバーシティ合成用のキャリア毎の重み付け係数 $W_1(k)$ に基づき、系統毎に $N_o - K$ 個のヌルデータを加え、分点数 N_o の逆離散フーリエ変換(I D F T、I F F T)を行うことにより N_o 個のフィルタ係数 $w_1(m)$ を求め、ダイバーシティ合成部2のF I Rフィルタ21の対応するタップに出力する。

【0045】

このとき、フィルタ係数演算部5の逆離散フーリエ変換(I D F T、I F F T)の分点数 N_o とダイバーシティ合成部2のF I Rフィルタ21が備えるタップ数 M とは、 $M = N_o$ の関係にある。

40

【0046】

この N_o 個のフィルタ係数 $w_1(m)$ ($m = 0, 1, 2, \dots, N_o - 1$)のうち、 $m = 0, 1, 2, \dots, M - 1$ の M 個のフィルタ係数 $w_1(m)$ をダイバーシティ合成部2における系統1のF I Rフィルタ21にフィルタ係数として与えられる。

【0047】

これにより、L系統のF I Rフィルタ21を構成するトランスバーサルフィルタでは、系統別に適応的に重み付けされたフィルタ係数が与えられることになるので、受信部1で得られたL系統の複素ベースバンドデジタル信号は、L系統のF I Rフィルタ21を通過す

50

ることにより周波数特性が適応的に変更されることになる。

【 0 0 4 8 】

以上のように、この実施の形態によれば、OFDMデジタル信号を非再生中継する場合において、OFDMデジタル信号の受信電波がフェージングを受けた場合に、従来より大きな受信レベルが確保できるので、受信C/N比を大きくすることができる。また、受信したOFDMデジタル信号をダイバーシティ合成するので、C/N比をさらに改善することができるようになる。

【 0 0 4 9 】

また、同期回路部4が、受信部1の複数系統のベースバンドデジタル信号の任意の1系統を選択し、その1系統の信号に同期するサンプリングクロックを発生する手段と、その1系統の信号のキャリア再生を行って受信部1と送信部3で使用する周波数変換のための基準ローカル信号を発生する手段として機能している。

10

【 0 0 5 0 】

これにより、それぞれの系統のOFDMデジタル信号の周波数が一致し、なおかつサンプリング周波数が一致するようになる。したがって、当該中継装置でダイバーシティ合成する際に、精度の高い合成が行えるようになる。

【 0 0 5 1 】

また、フィルタ係数演算部5が、受信した複数系統のOFDMデジタル信号の各々についてキャリア毎の伝送路の周波数応答を得る手段と、その周波数応答から複数系統のOFDM信号のダイバーシティ合成を行うためのキャリア毎の重み付け係数を系統毎に得る手段と、その系統毎のキャリア毎の重み付け係数を逆離散フーリエ変換してFIRフィルタ21に与えるべきフィルタ係数を得る手段として機能している。

20

【 0 0 5 2 】

これにより、各系統のOFDMデジタル信号をダイバーシティ合成する際に、OFDMデジタル信号のキャリア毎に重み付け係数を与えることができ、どのキャリアについても同相合成が行えるようになり、ダイバーシティ合成後のOFDMデジタル信号全体のC/N比を大きくすることができるようになる。

【 0 0 5 3 】

また、フィルタ係数演算部5が、ダイバーシティ合成が最大比合成、もしくは等利得合成、もしくは選択合成となるようなキャリア毎の重み付け係数を系統毎に得る手段として機能している。

30

【 0 0 5 4 】

これにより、各系統のOFDMデジタル信号をダイバーシティ合成する際に、OFDMのキャリア毎に最大比合成もしくは等利得合成もしくは選択合成となるように、キャリア毎に重み付け係数が得られるため、OFDMのダイバーシティ合成として、キャリア毎にC/N比を大きくすることができるようになる。

【 0 0 5 5 】

さらに、フィルタ係数演算部5には、ダイバーシティ合成後のOFDM信号の各々のキャリアの電力が等しくなるようなキャリア毎の重み付け係数を系統毎に得る手段として機能させることができる。

40

【 0 0 5 6 】

これによれば、ダイバ - シティ合成後のキャリアの電力を等しくすることができるので、当該中継装置の送信出力を有効に使用することができるようになる。

【 0 0 5 7 】

(第 2 の実施形態)

図2は、本発明の第2の実施形態に係るOFDMデジタル信号中継装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 8 】

図2に示すように、この第2の実施形態では、図1に示した第1の実施形態のOFDMデジタル信号中継装置における伝送路応答演算回路51と周波数重み付け係数演算回路52の

50

間に、周波数間引き回路 5 4 を挿入し、伝送路応答演算回路 5 1 でキャリア毎に得られた周波数応答から一部のキャリアの周波数応答を間引くようにしたものである。

【 0 0 5 9 】

図 3 は、周波数間引き回路 5 4 の動作説明図である。図 3 において、周波数間引き回路 5 4 では、伝送路応答演算回路 5 1 からの系統毎の K 個の周波数応答 $H I(k)$ に $N_0 - K$ 個のヌルデータを加えた N_0 個の周波数応答 $H I(n)$ に対し $1 / N$ の間引きを行い、 N_0 / N 個の周波数応答 $H I(n)$ を得る。

【 0 0 6 0 】

N は、 $2, 4, 8, \dots$ と変化させる。 $N = 2$ の場合には、 $N_0 / 2$ 個の周波数応答 $H I(n)$ が得られ、 $N = 4$ の場合には、 $N_0 / 4$ 個の周波数応答 $H I(n)$ が得られる。

10

【 0 0 6 1 】

周波数間引き回路 5 4 では、このようにして得られた N_0 / N 個の周波数応答 $H I(n)$ からヌルデータを除いた K / N の周波数応答 $H I(n)$ を出力する。

【 0 0 6 2 】

周波数重み付け係数演算回路 5 2 では、各系統のキャリア毎に K / N 個の重み付け係数 $W I(k)$ を出力する。

【 0 0 6 3 】

フィルタ係数演算回路 5 3 では、入力する L 系統のダイバーシティ合成用のキャリア毎の重み付け係数 $W I(k)$ に基づき、系統毎に $(N_0 - K) / N$ 個のヌルデータを加え、分点数 N_0 / N の逆離散フーリエ変換 (I D F T、 I F F T) を行うことによりフィルタ係数 $w I(m)$ を出力する。

20

【 0 0 6 4 】

このとき、フィルタ係数演算部 5 の逆離散フーリエ変換 (I D F T、 I F F T) の分点数 N_0 とダイバーシティ合成部 2 の F I R フィルタ 2 1 を構成するトランスバーサルフィルタのタップ数 M とは、 $M = N_0 / N$ の関係にある。

【 0 0 6 5 】

この N_0 / N 個のフィルタ係数 $w I(m)$ ($m = 0, 1, 2, \dots, N_0 / N - 1$) のうち、 $m = 0, 1, 2, \dots, M - 1$ の M 個のフィルタ係数 $w I(m)$ をダイバーシティ合成部 2 における系統 1 の F I R フィルタ 2 1 にフィルタ係数として与えられる。

【 0 0 6 6 】

なお、図 2 において、周波数間引き回路 5 4 は、周波数重み付け係数演算回路 5 2 とフィルタ係数演算回路 5 3 の間に挿入しても良い。

30

【 0 0 6 7 】

つまり、この第 2 の実施形態では、フィルタ係数演算部 5 において、キャリア毎に得られた周波数応答から一部のキャリアの周波数応答を間引く手段、もしくはキャリア毎の重み付け係数から一部のキャリアの重み付け係数を間引く手段を設けるようにしてある。

【 0 0 6 8 】

これにより、周波数重み付け係数演算回路 5 2 とフィルタ係数演算回路 5 3 の演算規模を小さくすることができるようになる。

【 0 0 6 9 】

また、ダイバーシティ合成部 2 の系統毎の F I R フィルタ 2 1 を構成するトランスバーサルフィルタのタップ数も小さくすることができ、回路規模の縮小が可能となる。

40

【 0 0 7 0 】

(第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態と第 2 の実施形態の双方または一方に次の事項を追加して構成したものである。

【 0 0 7 1 】

即ち、第 1 の実施形態と第 2 の実施形態の双方または一方の O F D M デジタル信号中継装置において、受信部 1 の各系統に、ブランチ数 L のスペースダイバーシティアンテナ 1 1 の受信信号に対し個別の利得を持つ信号増幅器を挿入する。

50

【0072】

この信号増幅器は、各系統毎にその後のダウンコンバータ12とA/D変換器13において最適な信号レベルとなるように利得 g_l を制御するAGC回路を備えている。

【0073】

各系統毎の信号増幅器は、増幅した受信OFDMデジタル信号を出力する他、各系統毎にAGCで求めた利得情報 g_l を伝送路応答演算回路51に出力している。

【0074】

伝送路応答演算回路51では、系統毎に求められた伝送路の周波数応答 $H_l(k)$ に $1/g_l$ を乗じた値 $(1/g_l)H_l(k)$ を、利得補正された周波数応答 $H_l(k)$ として出力する。

【0075】

このように、この第3の実施形態では、受信部1の各系統毎に設けた増幅器の利得情報を得る手段と、受信した複数系統のOFDMデジタル信号の各々について得られたキャリア毎の伝送路の周波数応答を各系統毎に得られた利得値で除算する手段とを備える。

【0076】

これにより、受信部の各系統に設ける増幅器の利得が異なっても、系統毎に正しい伝送路の周波数応答を求めることが可能となるので、各系統へのOFDMデジタル信号の入力レベルが異なっても、効果的なダイバーシティ合成ができるようになる。

【0077】

(第4の実施形態)

この第4の実施形態は、異なる周波数で送られてきた同一変調内容の複数のOFDMデジタル信号を中継伝送するOFDMデジタル信号中継装置に関する。

【0078】

このOFDMデジタル信号中継装置は、上記第1～第3の実施の形態におけるOFDMデジタル信号中継装置の受信部1を次のように構成することにより実現できる。

【0079】

即ち、第1～第3の実施形態で示す受信部1において、L個の異なる送信周波数で送信されてきた同一変調内容のOFDMデジタル信号を、1以上の受信アンテナで受信し、バンドパスフィルタによって分波し、系統数Lのダウンコンバータにそれぞれ入力するようにする。そして、系統数Lのダウンコンバータに同期回路部4から異なる周波数のローカル信号を入力して、系統数Lの複素ベースバンド信号に変換する。以降は、第1～第3の実施形態と同様である。

これにより、変調内容は同一であるが、周波数が異なる複数のOFDMデジタル信号の中継伝送を、第1～第3の実施形態と同様の効果を奏しつつ実施することができる。

【0080】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、変調内容が同一で、周波数が同一または異なる複数のOFDMデジタル信号の非再生中継伝送において、OFDMデジタル信号の受信電波がフェージングを受けていても受信レベルを大きくすることができるようにして、受信したOFDMデジタル信号の特性劣化を改善でき、さらに、送信するOFDMデジタル信号の送信波各々のキャリアの電力を等しくすることにより中継装置の送信出力を有効に使用することを可能とするOFDMデジタル信号中継装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るOFDMデジタル信号中継装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係るOFDMデジタル信号中継装置の構成を示すブロック図である。

【図3】周波数間引き回路の動作説明図である。

【図4】従来のOFDMデジタル信号中継装置の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 受信部

10

20

30

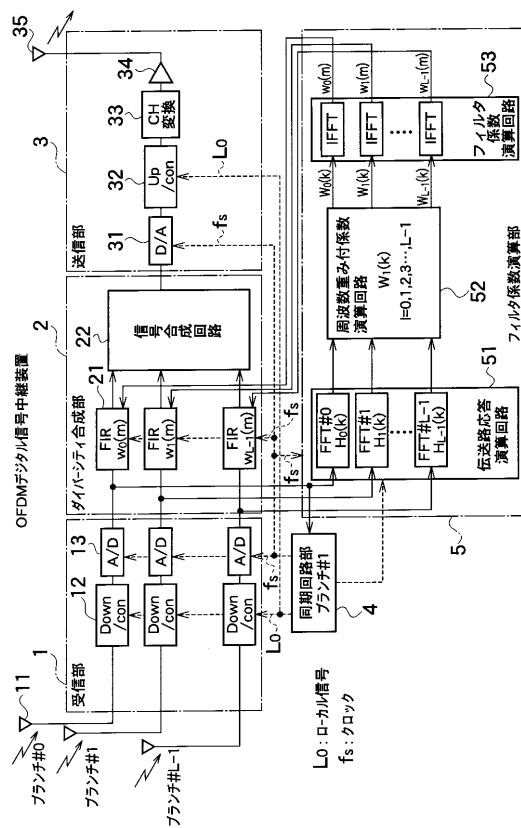
40

50

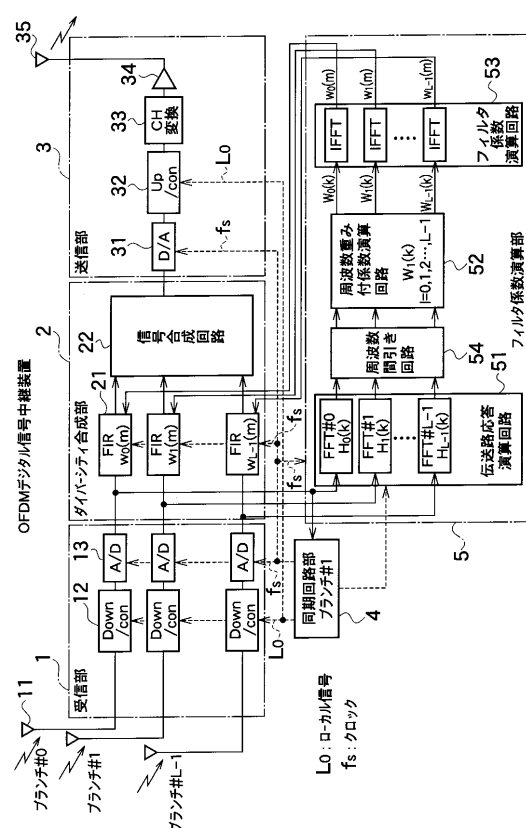
- 2 ダイバーシティ合成部
- 3 送信部
- 4 同期回路部
- 5 フィルタ係数演算部
 - 11 ブランチ数Lのスペースダイバーシティアンテナ
 - 12 系統数Lのダウンコンバータ (Down / con)
 - 13 系統数LのA / D変換器
 - 21 系統数LのFIRフィルタ
 - 22 信号合成回路
 - 31 D / A変換器
 - 32 アップコンバータ (Up / con)
 - 33 チャンネル変換器 (CH変換器)
 - 34 増幅器
 - 35 送信アンテナ
- 51 伝送路応答演算回路
- 52 周波数重み付け係数演算回路
- 53 フィルタ係数演算回路
- 54 周波数間引き回路

10

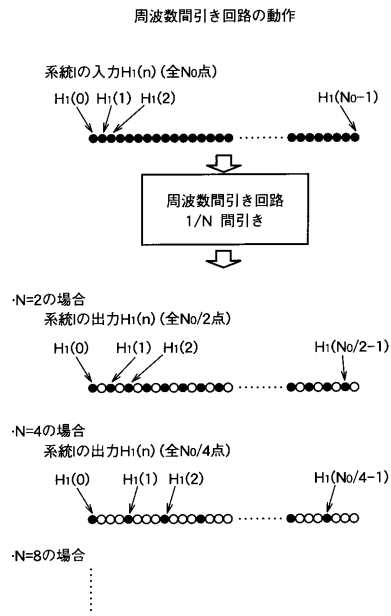
【図1】



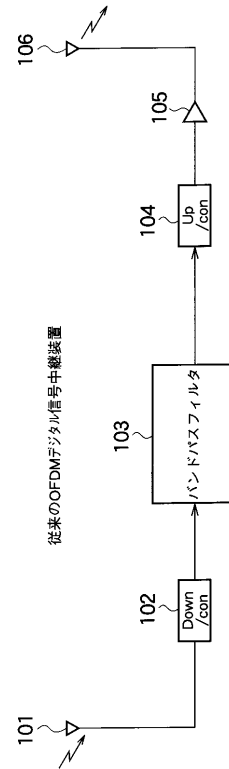
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 中原 俊二
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 今村 浩一郎
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 居相 直彦
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 濱住 啓之
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 澁谷 一彦
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 佐々木 誠
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

審査官 高野 洋

- (56)参考文献 特開2000-341243(JP,A)
特開2000-278237(JP,A)
特開2000-278241(JP,A)
特開平11-088286(JP,A)
特開2001-223663(JP,A)
特開平09-181699(JP,A)
特開平11-298434(JP,A)
特開2002-111625(JP,A)
特開2002-111624(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 11/00
H04B 7/08
H04B 7/15