

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4446343号
(P4446343)

(45) 発行日 平成22年4月7日 (2010.4.7)

(24) 登録日 平成22年1月29日 (2010.1.29)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 W 84/10 (2009.01)

HO 4 Q 7/00 6 2 9

HO 4 W 72/08 (2009.01)

HO 4 Q 7/00 5 5 4

HO 4 W 4/04 (2009.01)

HO 4 Q 7/00 1 0 5

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2004-220166 (P2004-220166)	(73) 特許権者	391007460
(22) 出願日	平成16年7月28日 (2004.7.28)		中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社
(65) 公開番号	特開2006-42020 (P2006-42020A)		愛知県名古屋市中区錦一丁目8番11号
(43) 公開日	平成18年2月9日 (2006.2.9)		D N I 錦ビルディング
審査請求日	平成19年5月17日 (2007.5.17)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703 弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781 弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316 弁理士 野田 久登

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線伝送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケーブルと、
前記ケーブルに沿って移動し、前記ケーブルに密着または近接して無線信号の送受信を行う第1の無線伝送装置と、
前記ケーブルに接続され、前記ケーブルを介して前記第1の無線伝送装置と前記無線信号の送受信を行う第2の無線伝送装置とを備え、
前記第1の無線伝送装置は、
前記ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数によって位相変調する位相変調方式を用いて、外部から受けた映像または／および音声のデジタル信号を第1の無線信号へ変調して前記第2の無線伝送装置へ送信する第1の変調手段と、
予め定められた複数の周波数の中から前記位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数を前記位相変調方式の前記搬送波周波数として選択する第1の変調周波数選択手段とを含む、
前記第2の無線伝送装置は、
前記第1の無線伝送装置から受信した第1の無線信号を復調して映像または／および音声のデジタル信号を取得する第1の復調手段と、
前記第1の無線信号に基づいて、前記第1の変調手段における位相変調方式の搬送波周波数を検出する搬送波検出手段と、
前記搬送波検出手段における検出結果に応じて、予め定められた複数の周波数の中か

10

20

ら前記第1の復調手段における位相変調方式の搬送波周波数を選択する第1の復調周波数選択手段とを含み、

前記第1の変調周波数選択手段は、両者の間隔が前記ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数間隔の略1/2離れた2つの搬送波周波数のそれぞれについて伝送テストを行った結果に基づいて、使用する搬送波周波数を決定する、無線伝送システム。

【請求項2】

前記第2の無線伝送装置は、

外部からの指令に応じて、予め定められた複数の周波数の中から前記位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数を前記第1の復調手段における位相変調方式の搬送波周波数として選択する第2の復調周波数選択手段と、

前記第2の復調周波数選択手段において選択された搬送波周波数を選択させるための周波数選択指令を前記ケーブルを介して前記第1の無線伝送装置へ送信する指令送信手段とをさらに含み、

前記第1の無線伝送装置は、

前記指令送信手段において送信された周波数選択指令を受信する指令受信手段と、

前記指令受信手段において受信された周波数選択指令に応じて、予め定められた複数の周波数の中から前記位相変調方式の前記搬送波周波数を選択する第2の変調周波数選択手段とをさらに含む、請求項1に記載の無線伝送システム。

【請求項3】

前記第1の無線伝送装置は、前記位相変調方式の前記搬送波周波数と近接した搬送波周波数によって周波数偏移変調する周波数偏移変調方式を用いて、前記第1の無線伝送装置に接続された装置に関する運転状態のデジタル信号を第2の無線信号へ変調して前記第2の無線伝送装置へ送信する第2の変調手段をさらに含み、

前記第2の無線伝送装置は、前記第1の無線伝送装置から受信した第2の無線信号を復調して前記運転状態のデジタル信号を取得する第2の復調手段をさらに含む、請求項1または2に記載の無線伝送システム。

【請求項4】

前記第2の無線伝送装置は、前記位相変調方式の前記搬送波周波数および前記第2の変調手段における周波数偏移変調方式の搬送波周波数と周波数分離可能な搬送波周波数によって周波数偏移変調する周波数偏移変調方式を用いて、前記第1の無線伝送装置に接続された装置に対する操作指示のデジタル信号を第3の無線信号へ変調して前記第1の無線伝送装置へ送信する第3の変調手段をさらに含み、

前記第1の無線伝送装置は、前記第2の無線伝送装置から受信した第3の無線信号を復調して前記操作指示のデジタル信号を取得する第3の復調手段をさらに含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の無線伝送システム。

【請求項5】

前記第1の無線伝送装置は、前記第3の復調手段において復調される第3の無線信号と前記第1または／および第2の無線信号との重畳を防止する第1の信号分離手段をさらに含む、請求項4に記載の無線伝送システム。

【請求項6】

前記第2の無線伝送装置は、前記第1または／および第2の復調手段において復調された第1または／および第2の無線信号と前記第3の無線信号との重畳を防止する第2の信号分離手段をさらに含む、請求項4または5に記載の無線伝送システム。

【請求項7】

前記位相変調方式は、4相位相変調方式である、請求項1～6のいずれか1項に記載の無線伝送システム。

【請求項8】

敷設されたケーブルに沿って移動し、前記ケーブルに密着または近接して無線信号の送受信を行う無線伝送装置であって、

前記ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数によって位相

10

20

30

40

50

変調する位相変調方式を用いて、外部から受けた映像または／および音声のデジタル信号を第1の無線信号へ変調して他の無線伝送装置へ送信する第1の変調手段と、

予め定められた複数の周波数の中から前記位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数を前記位相変調方式の前記搬送波周波数として選択する第1の変調周波数選択手段とを備え、

前記第1の変調周波数選択手段は、両者の間隔が前記ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数間隔の略1／2離れた2つの搬送波周波数のそれぞれについて伝送テストを行った結果に基づいて、使用する搬送波周波数を決定する、無線伝送装置。

【請求項9】

前記無線伝送装置に接続された装置に関する運転状態のデジタル信号を周波数偏移変調方式により第2の無線信号へ変調して他の無線伝送装置へ送信する第2の変調手段と、

前記無線伝送装置に接続された装置に対する操作指示のデジタル信号を周波数偏移変調方式により変調した第3の無線信号を受信して復調する復調手段とをさらに備える、請求項8に記載の無線伝送装置。

【請求項10】

ケーブルと接続され、前記ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数によって位相変調された無線信号を前記ケーブルを介して送受信する無線伝送装置であって、

映像または／および音声のデジタル信号を位相変調方式により変調した第1の無線信号を受信して復調する第1の復調手段と、

前記第1の無線信号に基づいて、受信して第1の無線信号の搬送波周波数を検出する搬送波検出手段と、

前記搬送波検出手段における検出結果に応じて、予め定められた複数の周波数の中から前記第1の復調手段における位相変調方式の搬送波周波数を選択する第1の復調周波数選択手段とを備え、

使用される搬送波周波数は、両者の間隔が前記ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数間隔の略1／2離れた2つの搬送波周波数のそれぞれについて伝送テストを行った結果に基づいて決定される、無線伝送装置。

【請求項11】

他の無線伝送装置に接続された装置に関する運転状態のデジタル信号を周波数偏移変調方式により変調した第2の無線信号を受信して復調する第2の復調手段と、

前記他の無線伝送装置に接続された装置に対する操作指示のデジタル信号を周波数偏移変調方式により第3の無線信号へ変調して他の無線伝送装置へ送信する変調手段とをさらに備える、請求項10に記載の無線伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は無線伝送システムおよび無線伝送装置に関し、特に密結合無線伝送方式により信号伝送を行う無線伝送システムおよび無線伝送装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、高所などの危険を伴う場所での点検を行うために、遠隔操作で点検可能な点検ロボットが開発されている。

【0003】

特許文献1には、高架道路の裏面の点検を行うための橋梁点検設備およびその点検ロボットが示されている。

【0004】

上述のような点検作業では、点検ロボットは、撮影した映像をコントローラへ伝送し、点検者は、その伝送された映像を見ながらコントローラを介して操作指示を点検ロボットへ与える。さらに、点検ロボットは、その操作指示に応じて移動などを行う。

【0005】

ところで、コントローラと点検ロボットとの間の信号伝送には、ケーブルが不要で小型化が可能な無線伝送手段が一般的に用いられている。無線伝送手段には、送信出力が小さく電波使用の免許が不要な特定小電力無線を採用する場合もあるが、法令で電界強度が制限されているため伝送可能距離が限られる。

【0006】

そこで、密結合無線伝送方式が採用されている。密結合無線伝送方式は、点検ロボットの走行方向に沿ってケーブルを敷設し、そのケーブルをコントローラ側の無線伝送装置（以下、固定側無線伝送装置と称す）と接続し、さらに、点検ロボット側の無線伝送装置（以下、車上側無線伝送装置と称す）をそのケーブルに密着または近接させて無線信号の送受信を行うことにより、ケーブルを介して両無線伝送装置間で無線信号を送受信するものである。

10

【0007】

このような密結合無線伝送方式を採用することにより、法令で定められた電界強度を遵守しながら、伝送可能距離を延長することができる。

【0008】

特許文献2には、ケーブルに磁化可能な物質を設け、結合器に磁石を設けることにより、結合器をケーブルに対して最良の位置に設置できる密結合無線伝送方法が示されている。

【0009】

特許文献3には、密結合無線伝送方式と光を用いたリモート空間伝送方式とを組合せた搬送手段制御方法および装置が示されている。

20

【特許文献1】特開平08-128015号公報

【特許文献2】特公平05-80180号公報

【特許文献3】特開平10-29702号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

最近の画像処理技術の進歩に伴い、撮影した映像をデジタル画像処理し、迅速かつ精度よく点検できる技術が開発されている。その実現のためには、コントローラに高品質な映像を伝送する必要がある。

30

【0011】

ところで、情報量の多い映像を伝送する場合には、広い周波数帯域を必要とするため、高い搬送波周波数をもつ無線信号に変調されて伝送される。高周波数領域では、ケーブル内の伝送路は分布定数回路となり、車上側無線伝送装置とケーブルとの位置関係に応じて、車上側無線伝送装置と固定側無線伝送装置との間の信号伝送特性は大きく変動する。

【0012】

そのため、点検ロボットが撮影を行いながらレール上を移動すると、信号伝送特性に時間的な変動が生じる。したがって、固定側無線伝送装置で受信する無線信号のレベルに時間的な変動が生じ、アナログ変調方式で映像を伝送する場合には、映像の劣化は避けられない。

40

【0013】

また、周波数領域での両無線伝送装置間の信号伝送特性は、特定の周波数において大きく変動することがわかってきた。したがって、デジタル変調方式で映像を伝送したとしても、上述のような大きな変動を生じる周波数をスペクトルに含む場合には、コントローラ側での受信波形が大きくひずむため、伝送誤りが多く生じて映像の劣化は避けられない。

【0014】

以上のような理由から、コントローラへ高品質な映像を伝送することは困難であった。

【0015】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、

50

密結合無線伝送方式を用いて高品質な映像を伝送できる無線伝送システムおよび無線伝送装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

この発明によれば、ケーブルと、ケーブルに沿って移動し、ケーブルに密着または近接して無線信号の送受信を行う第1の無線伝送装置と、ケーブルに接続され、ケーブルを介して第1の無線伝送装置と無線信号の送受信を行う第2の無線伝送装置とを備える無線伝送システムである。第1の無線伝送装置は、ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数によって位相変調する位相変調方式を用いて、外部から受けた映像または／および音声のデジタル信号を第1の無線信号へ変調して第2の無線伝送装置へ送信する第1の変調手段を含む。第2の無線伝送装置は、第1の無線伝送装置から受信した第1の無線信号を復調して映像または／および音声のデジタル信号を取得する第1の復調手段を含む。

10

【0017】

好ましくは、第1の無線伝送装置は、外部からの指令に応じて、予め定められた複数の周波数の中から位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数を位相変調方式の搬送波周波数として選択する第1の変調周波数選択手段をさらに含む。第2の無線伝送装置は、第1の無線信号に基づいて、第1の変調手段における位相変調方式の搬送波周波数を検出する搬送波検出手段と、搬送波検出手段における検出結果に応じて、予め定められた複数の周波数の中から第1の復調手段における位相変調方式の搬送波周波数を選択する第1の復調周波数選択手段とをさらに含む。

20

【0018】

好ましくは、第2の無線伝送装置は、外部からの指令に応じて、予め定められた複数の周波数の中から位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数を第1の復調手段における位相変調方式の搬送波周波数として選択する第2の復調周波数選択手段と、第2の復調周波数選択手段において選択された搬送波周波数を選択させるための周波数選択指令をケーブルを介して第1の無線伝送装置へ送信する指令送信手段とをさらに含む。第1の無線伝送装置は、指令送信手段において送信された周波数選択指令を受信する指令受信手段と、指令受信手段において受信された周波数選択指令に応じて、予め定められた複数の周波数の中から位相変調方式の搬送波周波数を選択する第2の変調周波数選択手段とをさらに含む。

30

【0019】

好ましくは、第1の無線伝送装置は、位相変調方式の搬送波周波数と近接した搬送波周波数によって周波数偏移変調する周波数偏移変調方式を用いて、第1の無線伝送装置に接続された装置に関する運転状態のデジタル信号を第2の無線信号へ変調して第2の無線伝送装置へ送信する第2の変調手段をさらに含む。第2の無線伝送装置は、第1の無線伝送装置から受信した第2の無線信号を復調して運転状態のデジタル信号を取得する第2の復調手段をさらに含む。

【0020】

好ましくは、第2の無線伝送装置は、位相変調方式の搬送波周波数および第2の変調手段における周波数偏移変調方式の搬送波周波数と周波数分離可能な搬送波周波数によって周波数偏移変調する周波数偏移変調方式を用いて、第1の無線伝送装置に接続された装置に対する操作指示のデジタル信号を第3の無線信号へ変調して第1の無線伝送装置へ送信する第3の変調手段をさらに含む。第1の無線伝送装置は、第2の無線伝送装置から受信した第3の無線信号を復調して操作指示のデジタル信号を取得する第3の復調手段をさらに含む。

40

【0021】

好ましくは、第1の無線伝送装置は、第3の復調手段において復調される第3の無線信号と第1または／および第2の無線信号との重畳を防止する第1の信号分離手段をさらに含む。

50

【0022】

好ましくは、第2の無線伝送装置は、第1または／および第2の復調手段において復調された第1または／および第2の無線信号と第3の無線信号との重畳を防止する第2の信号分離手段をさらに含む。

【0023】

好ましくは、位相変調方式は、4相位相変調方式である。

【0024】

また、この発明によれば、敷設されたケーブルに沿って移動し、ケーブルに密着または近接して無線信号の送受信を行う無線伝送装置は、ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数によって位相変調する位相変調方式を用いて、外部から受けた映像または／および音声のデジタル信号を第1の無線信号へ変調して他の無線伝送装置へ送信する第1の変調手段を備える。

10

【0025】

好ましくは、無線伝送装置に接続された装置に関する運転状態のデジタル信号を周波数偏移変調方式により第2の無線信号へ変調して他の無線伝送装置へ送信する第2の変調手段と、無線伝送装置に接続された装置に対する操作指示のデジタル信号を周波数偏移変調方式により変調した第3の無線信号を受信して復調する復調手段とをさらに備える。

【0026】

また、この発明によれば、ケーブルと接続され、ケーブル内の無線信号に位相変動が生じる周波数以外の搬送波周波数によって位相変調された無線信号をケーブルを介して送受信する無線伝送装置は、映像または／および音声のデジタル信号を位相変調方式により変調した第1の無線信号を受信して復調する第1の復調手段を備える。

20

【0027】

好ましくは、他の無線伝送装置に接続された装置に関する運転状態のデジタル信号を周波数偏移変調方式により変調した第2の無線信号を受信して復調する第2の復調手段と、他の無線伝送装置に接続された装置に対する操作指示のデジタル信号を周波数偏移変調方式により第3の無線信号へ変調して他の無線伝送装置へ送信する変調手段とをさらに備える。

【発明の効果】

【0028】

この発明によれば、第1の無線伝送装置は、信号のレベルに情報を含まない位相変調方式を用いて映像または／および音声のデジタル信号を変調して送信するため、第2の無線伝送装置までの信号伝送特性が時間的に変動しても、伝送誤り率を抑制できる。また、搬送波周波数として、ケーブル内の無線信号に位相変動の生じない周波数を用いるので、位相に含まれる情報が消滅することなく、伝送誤り率を抑制できる。よって、高品質な映像を送送できる。

30

【0029】

また、この発明によれば、選択している搬送波周波数が位相変動を生じる周波数である場合には、外部からの指令に応じて、第1および第2の無線伝送装置は、位相変動を生じる周波数以外の搬送波周波数を選択できる。よって、ケーブルの敷設状況などによって、位相変動を生じる周波数が変化しても、高品質な映像を送送できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

この発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0031】

〔実施の形態1〕

（点検設備の構成）

図1は、この発明の実施の形態1に従う点検設備の概略構成図である。

【0032】

50

図1を参照して、点検設備は、点検ロボット10と、密結合ケーブル2と、整合器4と、終端器8と、同軸ケーブル6と、コントローラ50とからなる。

【0033】

点検ロボット10は、敷設されたレール上（図示しない）を走行しながら、テレビカメラで点検対象物を撮影および集音マイクで点検対象物周辺の音声を取得し、その映像および音声の信号（以下、映像音声信号と称す）を密結合ケーブル2を介してコントローラ50へ送信する。また、点検ロボット10は、現在位置、走行速度、テレビカメラ方向、およびバッテリー残量などの運転状態の信号（以下、運転状態信号と称す）を密結合ケーブル2を介してコントローラ50へ送信する。

【0034】

コントローラ50は、密結合ケーブル2を介して点検ロボット10から映像音声信号および運転状態信号を受信して、テレビモニタに映像を表示し音声を出力する。さらに、コントローラ50は、点検ロボット10の運転状態を表示する。

【0035】

ユーザは、コントローラ50に表示される点検ロボット10の運転状態を確認しながら、テレビモニタ上に表示される映像および出力される音声をもとに点検作業を行う。さらに、ユーザは、コントローラ50上で、点検ロボット10の前進、後退および停止などの操作やテレビカメラの上下、左右および旋回などの操作をする。

【0036】

すると、コントローラ50は、ユーザの操作を受けて点検ロボット10に対して操作を指示する信号（以下、操作指示信号と称す）を生成し、その操作指示信号を密結合ケーブル2を介して点検ロボット10へ送信する。

【0037】

点検ロボット10は、密結合ケーブル2を介してコントローラ50から操作指示信号を受信して、ユーザの操作指示に応じて各部位を動作させる。

【0038】

密結合ケーブル2は、密結合無線伝送方式に適したケーブルであり、電線を2本撚り合わせて対にしたツイストペアケーブルであって、かつシールドの無いものが用いられる。また、密結合ケーブル2は、点検ロボット10が走行するレールに沿って敷設される。さらに、密結合ケーブル2の両端には、整合器4と終端器8とがそれぞれ接続される。なお、密結合ケーブル2は、無線信号を増幅させる中継器（図示しない）を介して、他の密結合ケーブル2と接続され、伝送距離を延長させることもできる。

【0039】

整合器4は、同軸ケーブル6と密結合ケーブル2とのインピーダンス差による反射波の発生を抑制する。

【0040】

終端器8は、密結合ケーブル2の終端部での反射波の発生を抑制する。

【0041】

同軸ケーブル6は、整合器4と固定側無線伝送装置200とを接続する。また、同軸ケーブル6は、ノイズの侵入を抑制するため、シールド加工が施されている。

【0042】

コントローラ50は、同軸ケーブル6と接続される。また、コントローラ50は、同軸ケーブル6を介して、密結合ケーブル2内の無線信号の授受を行う。

【0043】

図2は、この発明の実施の形態1に従う点検ロボット10の概略構成図である。

【0044】

図2を参照して、点検ロボット10は、車上側無線伝送装置100と、ロボット制御部12と、バッテリー14と、モータ駆動部16と、カメラレンズ18と、テレビカメラ22と、集音マイク20と、MPEGエンコーダ24とからなる。

【0045】

車上側無線伝送装置１００は、無線部１０２と結合部１０４とからなる。

【００４６】

結合部１０４は、密結合ケーブル２と密着または近接した状態で設置される。結合部１０４は、無線部１０２から受けた無線信号を密結合ケーブル２に対して送信する。また、密結合ケーブル２から送信される無線信号を受信して、無線部１０２へ出力する。

【００４７】

無線部１０２は、ＭＰＥＧエンコーダ２４から受けた映像音声信号を変調した無線信号、およびロボット制御部１２から受けた運転状態信号を変調した無線信号を結合部１０４へ出力する。

【００４８】

また、無線部１０２は、結合部１０４から受けた無線信号を操作指示信号へ復調し、ロボット制御部１２へ出力する。

【００４９】

ロボット制御部１２は、バッテリー１４から電源を受けて動作する。また、ロボット制御部１２は、車上側無線伝送装置１００から受けた操作指示信号に応じて、モータ駆動部１６およびカメラレンズ１８へ制御指示を出力する。さらに、ロボット制御部１２は、各部の情報を収集して運転状態信号を生成し、車上側無線伝送装置１００へ出力する。

【００５０】

バッテリー１４は、ロボット制御部１２およびモータ駆動部１６へ電力を供給する。

【００５１】

モータ駆動部１６は、バッテリー１４から電源を受けて動作する。また、モータ駆動部１６は、ロボット制御部１２からの制御指示に応じて、車輪と機械的に接続されているモータ（図示しない）へ与える電流、電圧および周波数を調整して、点検ロボット１０の走行を制御する。

【００５２】

カメラレンズ１８は、ロボット制御部１２からの制御指示に応じて、撮影方向および撮影範囲を変更する。

【００５３】

テレビカメラ２２は、カメラレンズ１８を介して取得する映像を、電気的な信号に変換し、ＭＰＥＧエンコーダ２４へ出力する。

【００５４】

集音マイク２０は、取得する音声を電気的な信号に変換し、ＭＰＥＧエンコーダ２４へ出力する。

【００５５】

ＭＰＥＧエンコーダ２４は、テレビカメラ２２から受けた映像信号および集音マイク２０から受けた音声信号を映像音声のデジタル信号であるＭＰＥＧ信号に変換し、そのＭＰＥＧ信号を車上側無線伝送装置１００へ出力する。

【００５６】

図３は、この発明の実施の形態１に従うコントローラ５０の概略構成図である。

【００５７】

図３を参照して、コントローラ５０は、固定側無線伝送装置２００と、ＭＰＥＧデコーダ５２と、テレビモニタ５４と、表示部５６と、操作部５８とからなる。

【００５８】

固定側無線伝送装置２００は、ＭＰＥＧデコーダ５２、表示部５６および操作部５８と接続される。また、固定側無線伝送装置２００は、車上側無線伝送装置１００から受信した無線信号を復調し、映像音声信号および運転状態信号をそれぞれＭＰＥＧデコーダ５２および表示部５６へ出力する。さらに、固定側無線伝送装置２００は、操作部５８から受けた操作指示信号を変調して、車上側無線伝送装置１００へ送信する。

【００５９】

ＭＰＥＧデコーダ５２は、固定側無線伝送装置２００と接続される。また、ＭＰＥＧデ

10

20

30

40

50

コーダ５２は、固定側無線伝送装置２００から受けたＭＰＥＧ信号を映像信号（アナログ信号）および音声信号（アナログ信号）に変換し、テレビモニタ５４へ出力する。

【００６０】

テレビモニタ５４は、ＭＰＥＧデコーダ５２から映像信号および音声信号を受け、映像表示および音声出力を行う。

【００６１】

表示部５６は、固定側無線伝送装置２００と接続される。また、表示部５６は、固定側無線伝送装置２００から受けた運転状態信号に応じて表示を行う。

【００６２】

操作部５８は、固定側無線伝送装置２００と接続される。また、操作部５８は、ユーザの操作に応じて操作指示信号に変換し、固定側無線伝送装置２００へ出力する。

10

【００６３】

（密結合無線伝送方式における伝送特性）

図４は、この発明の実施の形態１に従う車上側無線伝送装置１００と固定側無線伝送装置２００との間の周波数領域における伝送特性である。

【００６４】

図４において、横軸は周波数（ＭＨｚ）であり、縦軸は伝送量（ｄＢ）である。なお、伝送量とは、車上側無線伝送装置１００が送信する無線信号と、固定側無線伝送装置２００が受信する無線信号との電力比を意味する。図４の凡例において、基準点とは、密結合ケーブル２上で任意に選択した場所であり、ピッチとは、密結合ケーブル２の撚りピッチを意味する。

20

【００６５】

図４を参照して、伝送量は周波数に依存して大きく変動する。さらに、特定の周波数毎に伝送量の急激な増加または減少（以下では、振幅変動と称す）が生じる周波数が存在する。

【００６６】

そのため、車上側無線伝送装置１００が送信する無線信号に振幅変動を生じる周波数を含む場合には、固定側無線伝送装置２００が受信する信号波形に大きなひずみが生じる。

【００６７】

また、図４を参照して、伝送量は、結合部１０４と密結合ケーブル２との位置関係に依存して大きく変動する。また、その変動を生じる距離は、密結合ケーブル２の撚りピッチに依存する。

30

【００６８】

そのため、車上側無線伝送装置１００が密結合ケーブル２に沿って移動する場合には、固定側無線伝送装置２００の受信する無線信号レベルは時間的に大きく変動する。

【００６９】

図５は、この発明の実施の形態１に従う車上側無線伝送装置１００と固定側無線伝送装置２００との間の周波数領域における位相特性である。

【００７０】

図５において、横軸は周波数（ＭＨｚ）であり、縦軸は位相差（ｄｅｇ）である。なお、位相差とは、特定単一周波数の送信信号に対する受信信号の位相遅れを意味する。

40

【００７１】

図５を参照して、位相差は車上側無線伝送装置１００と固定側無線伝送装置２００との間の特性インピーダンスに応じて一定の傾きをもって変化するが、特定の周波数毎に位相差の急激な増加（以下では、位相変動と称す）が生じる。さらに、この位相変動の変動量は、一定ではなく時間的なゆらぎをもっている。

【００７２】

なお、位相変動が生じる周波数は、上述の振幅変動を生じる周波数とほぼ一致する。

【００７３】

上述の振幅変動および位相変動は、密結合ケーブル２と結合部１０４との相互作用によ

50

り生じるものであり、それが生じる周波数は、密結合ケーブル 2 の撚りピッチ幅に大きく依存することがわかった。

【0074】

一例として、密結合ケーブル 2 の撚りピッチが 80 mm である場合には、約 20 MHz 間隔で振幅変動および位相変動が生じる。

【0075】

(各信号の変調方式)

上述のように、特定の周波数において振幅変動および位相変動が生じるため、車上側無線伝送装置 100 が送信する映像音声信号および運転状態信号並びに固定側無線伝送装置 200 が送信する操作指令信号についての変調方式および搬送波周波数の選定が極めて重要である。

10

【0076】

そこで、映像音声信号、運転状態信号および操作指示信号の全てをデジタル信号とし、さらに、情報伝送量の多い映像音声信号には位相変調方式を採用し、情報伝送量の少ない運転状態信号および操作指示信号には周波数偏移変調方式を採用する。

【0077】

位相変調方式および周波数偏移変調方式では、信号の振幅に情報を割当てないので、振幅変動があっても伝送誤りは生じにくい。

【0078】

しかし、位相変調方式では、位相に情報を割当てるので、位相変動があると伝送誤りは生じやすい。そこで、映像音声信号を変調する位相変調方式の搬送波周波数として、位相変動の生じない周波数を選定する。

20

【0079】

両無線伝送装置間において、振幅変動および位相変動を生じる周波数を実測して搬送波周波数を選定するのが望ましい。

【0080】

また、上述のように、撚りピッチが 80 mm の密結合ケーブル 2 では約 20 MHz 毎に振幅変動および位相変動が生じるので、第 1 の搬送波周波数および第 1 の搬送波周波数から位相変動の生じる周波数間隔の $1/2$ 、すなわち 10 MHz だけ離れた第 2 の搬送波周波数について伝送テストを行い、伝送誤り率の低い搬送波周波数を選択してもよい。

30

【0081】

一方、周波数偏移変調方式では、位相に情報を割当てないので、位相変動が生じても伝送誤りは生じにくい。また、情報伝送量の少ない運転状態信号および操作指示信号の無線信号は、スペクトルの広がりも狭いため、伝送誤りは生じにくい。

【0082】

(無線伝送装置の構成)

図 6 は、この発明の実施の形態 1 に従う車上側無線伝送装置 100 の概略構成図である。

【0083】

図 6 を参照して、車上側無線伝送装置 100 は、無線部 102 と結合部 104 とからなる。

40

【0084】

結合部 104 は、密結合ケーブル 2 と密着または近接して無線信号の授受を行う。

【0085】

無線部 102 は、符号変換器 110、122、158 と、QPSK (Quadruple Phase Shift Keying: 4 相位相変調) 変調器 112 と、周波数変換器 116、128、152 と、局部発振器 114、126、150 と、帯域通過フィルタ (BPF: Band Pass Filter) 118、130、136、142、146、154 と、信号増幅器 120、132、138、144、148 と、ハイブリット結合器 134、140 と、FSK (Frequency Shift Keying: 周波数偏移変調) 変調器 124 と、FSK 復調器 156 とからなる。

50

【0086】

符号変換器110は、外部から映像音声信号（デジタル信号）を受け、リード・ソロモン誤り訂正符号などを付加して伝送路符号化信号に変換する。さらに、符号変換器110は、伝送路符号化信号をQPSK変調器112へ出力する。

【0087】

符号変換器では、伝送路におけるバースト誤りに対する訂正機能を強化する目的でデータ列を分散化するインターリーブ処理が行われることが多い。しかし、インターリーブ処理により伝送遅延時間が生じる。この発明の実施の形態1に従う点検設備では、ユーザは、コントローラ50へ伝送された映像および音声を確認しながら点検ロボット10に対する操作指示を与えるので、伝送遅延時間が大きくなると、操作性の悪化をもたらす。

10

【0088】

そのため、符号変換器110は、インターリーブ処理を省略して、伝送遅延時間を最小化する。

【0089】

QPSK変調器112は、符号変換器110から受けた伝送路符号化信号を4相位相変調方式により変調して中間周波信号を生成する。さらに、QPSK変調器112は、中間周波信号を周波数変換器116へ出力する。

【0090】

周波数変換器116は、QPSK変調器112から受けた中間周波信号を局部発振器114の周波数に応じた搬送波周波数の無線信号に変換する。さらに、周波数変換器116は、無線信号を帯域通過フィルタ118へ出力する。

20

【0091】

帯域通過フィルタ118は、周波数変換器116から受けた無線信号を所定のスペクトルとなるように帯域制限をする。他の無線信号との干渉を防止するためである。さらに、帯域通過フィルタ118は、帯域制限をした無線信号を信号増幅器120へ出力する。

【0092】

信号増幅器120は、帯域通過フィルタ118から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号をハイブリット結合器134へ出力する。

【0093】

また、符号変換器122は、外部から運転状態信号（デジタル信号）を受け、パリティ検査符号などを付加して伝送路符号化信号に変換する。さらに、符号変換器122は、伝送路符号化信号をFSK変調器124へ出力する。

30

【0094】

FSK変調器124は、符号変換器122から受けた伝送路符号化信号を周波数偏移変調方式により変調して中間周波信号を生成する。さらに、FSK変調器124は、中間周波信号を周波数変換器128へ出力する。

【0095】

以下、周波数変換器128と、局部発振器126と、帯域通過フィルタ130と、信号増幅器132については、上述した、周波数変換器116と、局部発振器114と、帯域通過フィルタ118と、信号増幅器120とそれぞれ同様であるので、詳細な説明は省略する。

40

【0096】

ハイブリット結合器134は、信号増幅器120から受けた無線信号と信号増幅器132から受けた無線信号とを合成して、帯域通過フィルタ136へ出力する。

【0097】

帯域通過フィルタ136は、後述する信号分離手段である。帯域通過フィルタ136は、ハイブリット結合器134から受けた無線信号を所定のスペクトル成分のみに制限する。結合部104を介して受信する無線信号との重畳を防止するためである。さらに、帯域通過フィルタ136は、所定のスペクトル成分のみに制限した無線信号を信号増幅器138へ出力する。

50

【0098】

信号増幅器138は、帯域通過フィルタ136から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号をハイブリット結合器140へ出力する。

【0099】

ハイブリット結合器140は、信号増幅器138から受けた無線信号を結合部104へ出力する。また、ハイブリット結合器140は、結合部104から受けた無線信号を帯域通過フィルタ142へ出力する。

【0100】

帯域通過フィルタ142は、帯域通過フィルタ136と同様に後述する信号分離手段である。帯域通過フィルタ142は、ハイブリット結合器140から受けた無線信号を所定のスペクトル成分のみに制限する。結合部104を介して送信する無線信号との重畳を防止するためである。さらに、帯域通過フィルタ142は、所定のスペクトル成分のみに制限した無線信号を信号増幅器144へ出力する。

10

【0101】

信号増幅器144は、帯域通過フィルタ142から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号を帯域通過フィルタ146へ出力する。

【0102】

帯域通過フィルタ146は、信号増幅器144から受けた無線信号を所定のスペクトルとなるように帯域制限をする。伝送路における雑音を除去するためである。さらに、帯域通過フィルタ146は、帯域制限をした無線信号を信号増幅器148へ出力する。

20

【0103】

信号増幅器148は、帯域通過フィルタ146から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号を周波数変換器152へ出力する。

【0104】

周波数変換器152は、信号増幅器148から受けた無線信号を局部発振器150の周波数に応じた中間周波信号に変換する。さらに、周波数変換器152は、中間周波信号を帯域通過フィルタ154へ出力する。

【0105】

帯域通過フィルタ154は、周波数変換器152から受けた中間周波信号を所定のスペクトルとなるように帯域制限をする。周波数変換処理における雑音を除去するためである。さらに、帯域通過フィルタ154は、帯域制限をした中間周波信号をF S K復調器156へ出力する。

30

【0106】

F S K復調器156は、帯域通過フィルタ154から受けた中間周波信号を周波数偏移変調方式により伝送路符号化信号に復調する。さらに、F S K復調器156は、伝送路符号化信号を符号変換器158へ出力する。

【0107】

符号変換器158は、F S K復調器156から受けた伝送路符号化信号を操作指示信号（デジタル信号）に変換して外部へ出力する。

【0108】

図7は、この発明の実施の形態1に従う固定側無線伝送装置200の概略構成図である。

40

【0109】

図7を参照して、固定側無線伝送装置200は、ハイブリット結合器201、206と、帯域通過フィルタ（BPF）202、208、215、220、227、242、246と、信号増幅器204、210、222、244、248と、周波数変換器214、226、240と、局部発振器212、224、238と、Q P S K復調器216と、符号変換器218、230、232と、F S K復調器228と、F S K変調器234と、A G C（Auto Gain Control：自動利得制御）制御器250からなる。

【0110】

50

ハイブリット結合器 201 は、同軸ケーブル 6 を介して受信した無線信号を帯域通過フィルタ 202 へ出力する。

【0111】

帯域通過フィルタ 202 は、帯域通過フィルタ 136, 142 と同様に後述する信号分離手段である。帯域通過フィルタ 202 は、ハイブリット結合器 201 から受けた無線信号を所定のスペクトル成分のみに制限する。ハイブリット結合器 201 から送信する無線信号との重畳を防止するためである。さらに、帯域通過フィルタ 202 は、所定のスペクトル成分のみに制限した無線信号を信号増幅器 204 へ出力する。

【0112】

信号増幅器 204 は、A G C 制御器 250 の増幅指令値に基づいて、帯域通過フィルタ 202 から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号をハイブリット結合器 206 へ出力する。

10

【0113】

ハイブリット結合器 206 は、信号増幅器 204 から受けた無線信号を分配して、帯域通過フィルタ 208 および 220 へ出力する。

【0114】

帯域通過フィルタ 208 は、ハイブリット結合器 206 から受けた無線信号を所定のスペクトルとなるように帯域制限をする。伝送路における雑音を除去するためである。さらに、帯域通過フィルタ 208 は、帯域制限をした無線信号を信号増幅器 210 へ出力する。

20

【0115】

信号増幅器 210 は、A G C 制御器 250 の増幅指令に基づいて、帯域通過フィルタ 208 から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号を周波数変換器 214 へ出力する。

【0116】

周波数変換器 214 は、信号増幅器 210 から受けた無線信号を局部発振器 212 の周波数に応じた中間周波信号に変換する。さらに、周波数変換器 214 は、中間周波信号を帯域通過フィルタ 215 へ出力する。

【0117】

帯域通過フィルタ 215 は、周波数変換器 214 から受けた中間周波信号を所定のスペクトルとなるように帯域制限をする。周波数変換処理における雑音を除去するためである。さらに、帯域通過フィルタ 215 は、帯域制限をした中間周波信号を Q P S K 復調器 216 へ出力する。

30

【0118】

Q P S K 復調器 216 は、帯域通過フィルタ 215 から受けた中間周波信号を 4 相位相変調方式により伝送路符号化信号に復調する。さらに、Q P S K 復調器 216 は、伝送路符号化信号を符号変換器 218 へ出力する。

【0119】

符号変換器 218 は、Q P S K 復調器 216 から受けた伝送路符号化信号を映像音声信号（デジタル信号）に変換して外部へ出力する。

40

【0120】

A G C 制御器 250 は、受信する無線信号のレベル変動による信号ひずみや雑音の増加を防ぐ目的で、中間周波信号のレベルを一定に保つように無線信号の増幅量を制御する。

【0121】

実施の形態 1 においては、A G C 制御器 250 にディレイド A G C を用いる。ディレイド A G C は、信号増幅器を 2 段構成とし、各信号増幅器に対してそれぞれ異なる増幅指令を与えることにより、ダイナミックレンジを広くしたものである。

【0122】

受信する無線信号のレベルが低い場合には、A G C 制御器 250 は、信号増幅器 210 に対して中間周波信号のレベル変動に応じた増幅指令を与え、信号増幅器 204 に対して

50

所定の増幅量となるように一定の増幅指令を与える。一方、受信する無線信号のレベルが高くなると、A G C制御器 2 5 0 は、信号増幅器 2 0 4 に対しても中間周波信号のレベル変動に応じた増幅指令を与える。

【0 1 2 3】

このように、信号増幅器 2 0 4 に対する増幅指令に遅延要素をもたせることで、高い信号増幅率を保ちながら、受信する無線信号のレベルが高い場合に生じる映像音声信号と運転状態信号との混変調による信号ひずみを防止することができる。

【0 1 2 4】

また、帯域通過フィルタ 2 2 0 は、ハイブリット結合器 2 0 6 から受けた無線信号を所定のスペクトルとなるように帯域制限をする。伝送路における雑音を除去するためである。さらに、帯域通過フィルタ 2 2 0 は、帯域制限をした無線信号を信号増幅器 2 2 2 へ出力する。

【0 1 2 5】

以下、信号増幅器 2 2 2 と、周波数変換器 2 2 6 と、局部発振器 2 2 4 と、帯域通過フィルタ 2 2 7 と、F S K復調器 2 2 8 については、上述した、信号増幅器 1 4 8 と、周波数変換器 1 5 2 と、局部発振器 1 5 0 と、帯域通過フィルタ 1 5 4 と、F S K復調器 1 5 6 とそれぞれ同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0 1 2 6】

符号変換器 2 3 0 は、F S K復調器 2 2 8 から受けた伝送路符号化信号を運転状態信号（デジタル信号）に変換して外部へ出力する。

【0 1 2 7】

さらに、符号変換器 2 3 2 は、外部から操作指示信号（デジタル信号）を受け、パリティ検査符号などを付加して伝送路符号化信号に変換する。さらに、符号変換器 2 3 2 は、伝送路符号化信号を F S K変調器 2 3 4 へ出力する。

【0 1 2 8】

以下、F S K変調器 2 3 4 と、周波数変換器 2 4 0 と、局部発振器 2 3 8 と、帯域通過フィルタ 2 4 2 については、上述した、F S K変調器 1 2 4 と、周波数変換器 1 2 8 と、局部発振器 1 2 6 と、帯域通過フィルタ 1 3 0 とそれぞれ同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0 1 2 9】

信号増幅器 2 4 4 は、帯域通過フィルタ 2 4 2 から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号を帯域通過フィルタ 2 4 6 へ出力する。

【0 1 3 0】

帯域通過フィルタ 2 4 6 は、帯域通過フィルタ 1 3 6 , 1 4 2 , 2 0 2 と同様に後述する信号分離手段である。帯域通過フィルタ 2 4 6 は、信号増幅器 2 4 4 から受けた無線信号を所定のスペクトル成分のみに制限する。ハイブリット結合器 2 0 1 から受信する無線信号との重畳を防止するためである。さらに、帯域通過フィルタ 2 4 6 は、所定のスペクトル成分のみに制限した無線信号を信号増幅器 2 4 8 へ出力する。

【0 1 3 1】

信号増幅器 2 4 8 は、帯域通過フィルタ 2 4 6 から受けた無線信号を所定のレベルになるように増幅を行い、増幅後の無線信号をハイブリット結合器 2 0 1 へ出力する。

【0 1 3 2】

ハイブリット結合器 2 0 1 は、信号増幅器 2 4 8 から受けた無線信号を同軸ケーブル 6 へ出力する。

【0 1 3 3】

以上のように、車上側無線伝送装置 1 0 0 は、M P E Gエンコーダ 2 4 から受けた映像音声信号（デジタル信号）を 4 相位相変調方式により無線信号へ変調して、密結合ケーブル 2 を介して固定側無線伝送装置 2 0 0 へ送信する。固定側無線伝送装置 2 0 0 は、密結合ケーブル 2 を介して車上側無線伝送装置 1 0 0 から受信した無線信号を映像音声信号へ復調して、M P E Gデコーダ 5 2 へ出力する。

10

20

30

40

50

【0134】

また、車上側無線伝送装置100は、ロボット制御部12から受けた運転状態信号（デジタル信号）を周波数偏移変調方式により無線信号へ変調して、密結合ケーブル2を介して固定側無線伝送装置200へ送信する。固定側無線伝送装置200は、密結合ケーブル2を介して車上側無線伝送装置100から受信した無線信号を運転状態信号へ復調して、表示部52へ出力する。

【0135】

さらに、固定側無線伝送装置200は、操作部58から受けた操作指示信号（デジタル信号）を周波数偏移変調方式により無線信号へ変調して、密結合ケーブル2を介して車上側無線伝送装置100へ送信する。車上側無線伝送装置100は、密結合ケーブル2を介して固定側無線伝送装置200から受信した無線信号を操作指示信号へ復調して、ロボット制御部12へ出力する。

10

【0136】

（信号分離手段）

密結合無線伝送方式では、各無線伝送装置における送信無線信号と受信無線信号との電力差は最大で100dBとなる。そのため、ハイブリット結合器140、201で各信号を分離しても、受信無線信号に送信無線信号が重畳する場合がある。

【0137】

このように受信無線信号に送信無線信号が重畳すると、受信無線信号の波形が大きくひずみ、伝送誤りを生じる。

20

【0138】

そこで、送信無線信号と受信無線信号との重畳を防止するため、信号分離手段を設ける。信号分離手段としては、帯域通過フィルタを用いて周波数領域で信号分離することが一般的である。

【0139】

したがって、映像音声信号の搬送波周波数（以下、 f_p と称する）と、運転状態信号の搬送波周波数（以下、 f_i と称する）と、操作指示信号の搬送波周波数（以下、 f_c と称する）とについて、周波数分離可能な周波数を選択する。

【0140】

一例として、実施の形態1では、 f_p を151MHzとし、 f_i を110MHzとし、 f_c を250MHzとする。なお、 f_p は、上述した周波数変動を生じない周波数である。

30

【0141】

このように、 f_p と f_i とを干渉が生じない程度に近接した周波数とし、さらに f_c を f_p および f_i と周波数分離可能な周波数とする。

【0142】

図8は、この発明の実施の形態1に従う固定側無線伝送装置200における信号分離手段である。

【0143】

図8を参照して、帯域通過フィルタ202および246には、並直列型の帯域通過フィルタを用いる。並直列型の帯域通過フィルタは、複数の共振回路を組合せて構成されているため、周波数に対する減衰量が急峻となり、周波数の異なる信号を分離するには優れている。また、回路の構成素子数が少なく設計が容易であるという長所もある。

40

【0144】

なお、並直列型の帯域通過フィルタは、いずれの方向からの入力信号に対しても同一の帯域通過特性を有する。

【0145】

図9は、この発明の実施の形態1に従う信号分離手段の帯域通過特性である。

【0146】

図9(a)は、帯域通過フィルタ246の帯域通過特性である。

50

【0147】

図9(b)は、帯域通過フィルタ202の帯域通過特性である。

【0148】

図9(a)を参照して、帯域通過フィルタ246は、操作指示信号を受けて、搬送波周波数である f_c 付近の周波数成分は通過させるが、映像音声信号および運転状態信号との信号重畳が生じる f_p および f_i 付近の周波数成分は通過させない。

【0149】

また、帯域通過フィルタ202は、映像音声信号および運転状態信号を受けて、搬送波周波数 f_p および f_i 付近の周波数成分は通過させるが、ハイブリット結合器201を介して侵入する操作指示信号の搬送波周波数である f_c 付近の周波数成分は通過させない。

10

【0150】

上述のように、各搬送波周波数 f_p 、 f_i 、 f_c および帯域通過フィルタ246、202をそれぞれ適切に設計することで、送信無線信号と受信無線信号との重畳による伝送誤りを防止することができる。

【0151】

車上側無線伝送装置100についても同様のフィルタを用いることができ、車上側無線伝送装置100の帯域通過フィルタ136および142は、帯域通過フィルタ202および246とそれぞれ同一である。

【0152】

なお、実施の形態1においては、位相変調方式として4相位相変調方式(QPSK)を用いたが、これに限られることなく、2相位相変調方式(BPSK)、8相位相変調方式(8PSK)、16相位相変調方式(16PSK)および32相位相変調方式(32PSK)を用いてもよい。

20

【0153】

また、実施の形態1においては、信号分離手段として並直列型の帯域通過フィルタを用いたが、これに限られることなく、映像音声信号、運転状態信号および操作指示信号を周波数分離できるフィルタであればどのようなフィルタでもよい。

【0154】

実施の形態1によれば、車上側無線伝送装置100は、信号振幅に情報を割当てない位相変調方式を用いて映像音声信号を変調して送信するため、伝送特性の変動により固定側無線伝送装置200での受信信号レベルが変動しても伝送誤りを抑制できる。また、位相変動が生じる周波数以外の周波数を搬送周波数とするので、位相変動による伝送誤りを抑制できる。そのため、高品質な映像音声の伝送を実現できる。

30

【0155】

また、実施の形態1によれば、映像音声信号、運転状態信号および操作指示信号の無線信号の搬送波周波数を適切に選択し、かつ適切な信号分離手段を備えることにより、送信無線信号と受信無線信号との重畳による伝送誤りを抑制できる。そのため、高品質な映像音声の伝送を実現できる。

【0156】

さらに、実施の形態1によれば、用途の異なる3種類の信号を伝送誤りの発生を抑制して伝送できるため、点検ロボット以外にもさまざまな分野への適用を期待できる。

40

【0157】

[実施の形態2]

上述の実施の形態1における映像音声信号の無線信号に用いる搬送波周波数は、一旦設定した後には変更を行わない。

【0158】

一方、実施の形態2においては、ユーザが点検ロボット上で搬送波周波数切換指令を与えることで、搬送波周波数が変更される場合について説明する。

【0159】

上述の振幅変動および位相変動が生じる周波数は、密結合ケーブル2の敷設状況および

50

結合部 104 と密結合ケーブル 2 との位置関係に応じて変化する。

【0160】

したがって、映像音声信号の無線信号に用いる搬送波周波数において位相変動が生じる場合には、伝送誤りが増加して高品質な映像音声を送送できない。

【0161】

そこで、ユーザは、コントローラ 50 のテレビモニタ 54 上に表示される映像および出力される音声に雑音が生じ、伝送品質が劣化していると判断した場合には、点検ロボット 10 上で搬送波周波数の切換指令を与える。

【0162】

点検ロボット 10 は、ユーザからの搬送波周波数切換指令を受けて、映像音声信号の変調に用いる搬送波周波数を切換える。

10

【0163】

一方、コントローラ 50 は、受信した映像音声信号の無線信号から切換後の搬送波周波数を検出して、復調に用いる搬送波周波数をその搬送波周波数と一致するように切換える。

【0164】

ユーザは、搬送波周波数の切換後にコントローラ 50 のテレビモニタ 54 上に表示される映像および出力される音声を確認し、伝送品質が向上していなければ、さらに搬送波周波数の切換指令を与え、伝送品質が向上する搬送波周波数を検索する。

【0165】

20

このようにして、ユーザは、高品質な映像音声を送送できる搬送波周波数に切換えることができる。

【0166】

図 10 は、この発明の実施の形態 2 に従う車上側無線伝送装置 300 の概略構成図である。

【0167】

図 10 を参照して、車上側無線伝送装置 300 は、無線部 302 と結合部 104 とからなり、無線部 302 は、図 6 に示す無線部 102 の局部発振器 114 を可変型局部発振器 304 に変更したものであり、その他は無線部 102 と同一である。

【0168】

30

可変型局部発振器 304 は、ユーザから搬送波周波数切換指令を受けて、予め定められた複数の周波数の中から発振周波数を選択する。

【0169】

周波数変換器 116 は、QPSK 変調器 112 から受けた中間周波信号を可変型局部発振器 304 の選択周波数に応じた搬送波周波数の無線信号に変換する。

【0170】

図 11 は、この発明の実施の形態 2 に従う固定側無線伝送装置 400 の概略構成図である。

【0171】

図 11 を参照して、固定側無線伝送装置 400 は、図 7 に示す固定側無線伝送装置 200 に検出器 402 を加え、局部発振器 212 を可変型局部発振器 404 に変更したものであり、その他は固定側無線伝送装置 200 と同一である。

40

【0172】

検出器 402 は、周波数変換器 214 から中間周波信号を受けて、予め定められた複数の搬送波周波数に対応する複数の周波数のいずれと一致するかを判断する。さらに、検出器 402 は、検出した周波数に応じた発振周波数の変更指令を可変型局部発振器 404 へ与える。

【0173】

可変型局部発振器 404 は、検出器 402 から発振周波数の変更指令を受けて、予め定められた複数の周波数の中から発振周波数を選択する。

50

【0174】

以上のように、車上側無線伝送装置300は、ユーザから受けた搬送波周波数切換指令に応じて位相変調方式の搬送波周波数を切換える。さらに、車上側無線伝送装置300は、切換後の搬送波周波数を用いて映像音声信号を無線信号へ変調して、密結合ケーブル2を介して固定側無線伝送装置400へ送信する。

【0175】

固定側無線伝送装置400は、車上側無線伝送装置300から受信した無線信号の搬送波周波数を判断し、その搬送波周波数に切換えてその無線信号を映像音声信号に復調する。

【0176】

実施の形態2では、一例として、搬送波周波数として2つの周波数(f_{p1} , f_{p2})を備えとする。

【0177】

実施の形態1における密結合ケーブル2を用いた場合には、約20MHzの周波数間隔で振幅変動および位相変動が生じる。この周波数間隔は、敷設状態によらずほぼ一定であることがわかっている。

【0178】

そのため、搬送波周波数 f_{p1} と f_{p2} には、位相変動を生じる周波数間隔の $1/2$ 、すなわち10MHzだけ離れているものを選定するとよい。このように選定することで、少なくともいずれかの搬送波周波数では、位相変動を生じる周波数を回避できる。一例として、 f_{p1} を151MHz、 f_{p2} を161MHzと選定できる。

【0179】

実施の形態2によれば、固定側無線伝送装置400は、車上側無線伝送装置300が搬送波周波数を切換えると、受信した無線信号から切換後の搬送波周波数を検出して同じ搬送波周波数に切換えることができる。よって、ユーザは、搬送波周波数の切換指令を車上側無線伝送装置300へ与えるだけで搬送波周波数を変更できる。そのため、伝送品質劣化時の搬送波周波数の切換操作が簡略化でき、点検作業の短縮化が実現できる。

【0180】

[実施の形態3]

上述の実施の形態2においては、ユーザが点検ロボット上で搬送波周波数切換指令を与えることで、搬送波周波数は変更される。

【0181】

一方、実施の形態3では、ユーザがコントローラ上で搬送波周波数切換指令を与えることで、搬送波周波数が変更される場合について説明する。

【0182】

ユーザは、コントローラ50のテレビモニタ54上に表示される映像および出力される音声に雑音が生じ、伝送品質が劣化していると判断した場合には、コントローラ50上で搬送波周波数の切換指令を与える。

【0183】

コントローラ50は、ユーザからの搬送波周波数切換指令を受けて、映像音声信号の復調に用いる搬送波周波数を切換える。さらに、コントローラ50は、ユーザからの搬送波周波数切換指令を点検ロボット10へ送信する。

【0184】

一方、点検ロボット10は、コントローラ50から搬送波周波数切換指令を受信し、その搬送波周波数切換指令に応じて映像音声信号の変調に用いる搬送波周波数を切換える。

【0185】

ユーザは、搬送波周波数の切換後にコントローラ50のテレビモニタ54上に表示される映像および出力される音声を確認し、伝送品質が向上していなければ、さらに搬送波周波数の切換指令を与え、伝送品質が向上する搬送波周波数を検索する。

【0186】

10

20

30

40

50

このようにして、ユーザは、高品質な映像音声を伝送できる搬送波周波数に切換えることができる。

【0187】

図12は、この発明の実施の形態3に従う車上側無線伝送装置500の概略構成図である。

【0188】

図12を参照して、固定側無線伝送装置600は、図7に示す固定側無線伝送装置200に指令送信器602を加え、局部発振器212および符号変換器232を可変型局部発振器604および符号変換器606にそれぞれ変更したものであり、その他は固定側無線伝送装置200と同一である。

10

【0189】

可変型局部発振器604は、ユーザからの搬送波周波数切換指令を受けて、予め定められた複数の周波数の中から発振周波数を選択する。

【0190】

周波数変換器214は、信号増幅器210から受けた中間周波信号を可変型局部発振器604の選択周波数に応じた搬送波周波数の中間周波信号に変換する。さらに、周波数変換器214は、中間周波信号をQPSK復調器216へ出力する。

【0191】

また、指令送信器602は、ユーザからの搬送波周波数切換指令を符号変換器606へ出力する。

20

【0192】

符号変換器606は、指令送信器602から受けた搬送波周波数切換指令を外部から受けた操作指示信号に付加し、さらにパリティ検査符号などを付加して伝送路符号化信号に変換する。

【0193】

図13は、この発明の実施の形態3に従う固定側無線伝送装置600の概略構成図である。

【0194】

図13を参照して、車上側無線伝送装置500は、無線部502と結合部104とからなり、無線部502は、図6に示す無線部102に指令受信器504を加え、局部発振器114を可変型局部発振器506に変更したものであり、その他は無線部102と同一である。

30

【0195】

指令受信器504は、符号変換器158から操作指示信号を受け、付加されている搬送波周波数切換指令を受信する。さらに、指令受信器504は、可変型局部発振器506へ受信した搬送波周波数切換指令に応じた発振周波数の選択指令を出力する。

【0196】

可変型局部発振器506は、指令受信器504から発振周波数の選択指令を受けて、予め定められた複数の周波数の中から発振周波数を選択する。

【0197】

周波数変換器116は、QPSK変調器112から受けた中間周波信号を可変型局部発振器506の選択周波数に応じた搬送波周波数の無線信号に変換する。

40

【0198】

以上のように、固定側無線伝送装置600は、ユーザから受けた搬送波周波数切換指令に応じて映像音声信号の復調に用いる搬送波周波数を切換える。さらに、固定側無線伝送装置600は、搬送波周波数切換指令を操作指示信号に付加して車上側無線伝送装置500へ送信する。

【0199】

車上側無線伝送装置500は、固定側無線伝送装置600から受信した操作指示信号の中から搬送波周波数切換指令を抽出し、その搬送波周波数切換指令に応じて映像音声信号

50

の変調に用いる搬送波周波数を切替える。さらに、車上側無線伝送装置 500 は、切替後の搬送波周波数を用いて映像音声信号を無線信号へ変調して、固定側無線伝送装置 600 へ送信する。

【0200】

実施の形態 3 によれば、固定側無線伝送装置 600 は、搬送波周波数の切替指令を受けると、搬送波周波数を切替えて復調を行うと同時に、車上側無線伝送装置 500 へその切替指令を送信する。車上側無線伝送装置 500 は、その切替指令に応じて搬送波周波数を切替えて変調を行う。よって、ユーザは、搬送波周波数の切替指令を固定側無線伝送装置 600 へ与えるだけで搬送波周波数を変更できる。そのため、伝送品質劣化時の搬送波周波数の切替操作が簡略化でき、点検作業の短縮化が実現できる。

10

【0201】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0202】

【図 1】この発明の実施の形態 1 に従う点検設備の概略構成図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 に従う点検ロボット 10 の概略構成図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 に従うコントローラ 50 の概略構成図である。

20

【図 4】この発明の実施の形態 1 に従う車上側無線伝送装置 100 と固定側無線伝送装置 200 との間の周波数領域における伝送特性である。

【図 5】この発明の実施の形態 1 に従う車上側無線伝送装置 100 と固定側無線伝送装置 200 との間の周波数領域における位相特性である。

【図 6】この発明の実施の形態 1 に従う車上側無線伝送装置 100 の概略構成図である。

【図 7】この発明の実施の形態 1 に従う固定側無線伝送装置 200 の概略構成図である。

【図 8】この発明の実施の形態 1 に従う固定側無線伝送装置 200 における信号分離手段である。

【図 9】この発明の実施の形態 1 に従う信号分離手段の帯域通過特性である。

【図 10】この発明の実施の形態 2 に従う車上側無線伝送装置 300 の概略構成図である

30

。

【図 11】この発明の実施の形態 2 に従う固定側無線伝送装置 400 の概略構成図である

。

【図 12】この発明の実施の形態 3 に従う車上側無線伝送装置 500 の概略構成図である

。

【図 13】この発明の実施の形態 3 に従う固定側無線伝送装置 600 の概略構成図である

。

【符号の説明】

【0203】

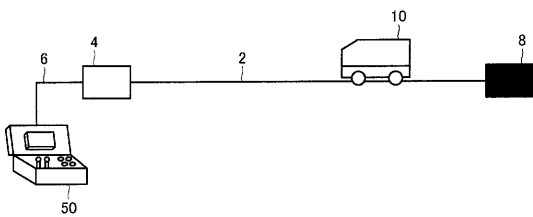
2 密結合ケーブル、4 整合器、6 同軸ケーブル、8 終端器、10 点検ロボット、12 ロボット制御部、14 バッテリー、16 モータ駆動部、18 カメラレンズ、20 集音マイク、22 テレビカメラ、24 M P E G エンコーダ、50 コントローラ、52 M P E G デコーダ、54 テレビモニタ、56 表示部、58 操作部、100、300、500 車上側無線伝送装置、102、302、502 無線部、104 結合部、110、122、158、218、230、232、606 符号変換器、112 Q P S K 変調器、114、126、150、212、224、238 局部発振器、116、128、152、214、226、240 周波数変換器、118、130、136、142、146、154、202、208、215、227、220、242、246 帯域通過フィルタ (B P F)、120、132、138、144、148、204、210、222、244、248 信号増幅器、124、234 F S K 変調器、

40

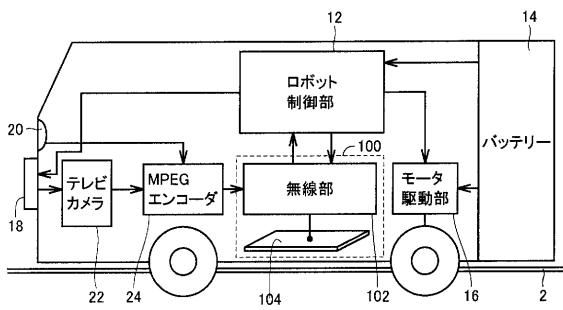
50

134, 140, 201, 206 ハイブリット結合器(H)、156, 228 FSK復調器、216 QPSK復調器、200, 400, 600 固定側無線伝送装置、250 AGC制御器、304, 404, 506, 604 可変型局部発振器、402 検出器、504 指令受信器、602 指令送信器。

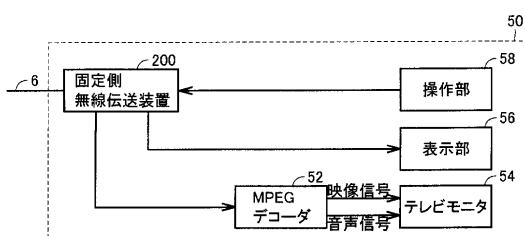
【図1】



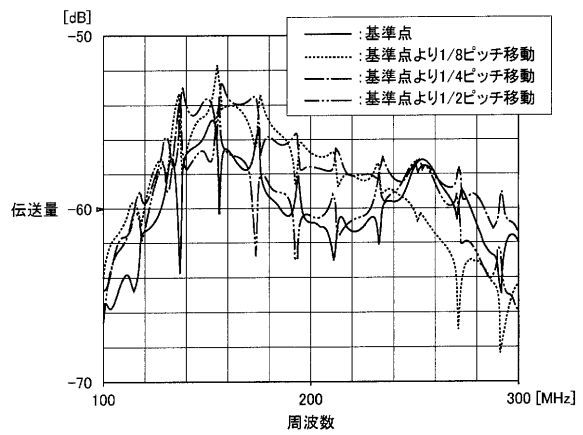
【図2】



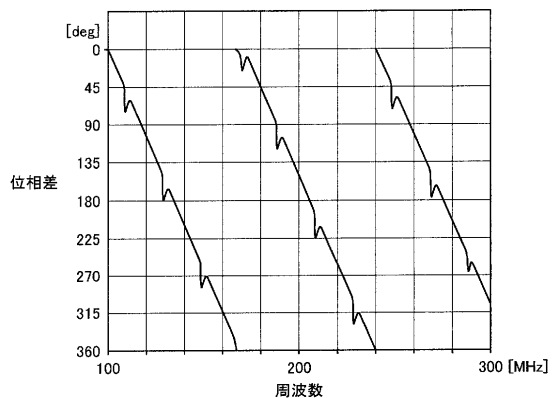
【図3】



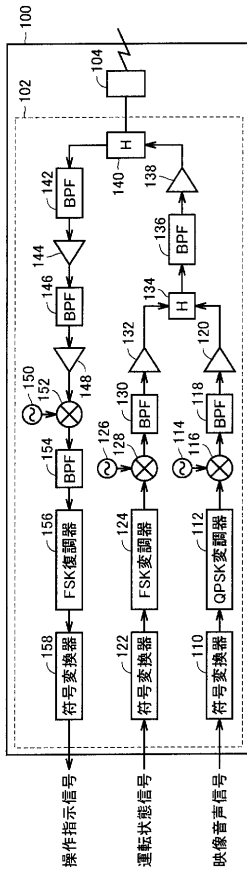
【図4】



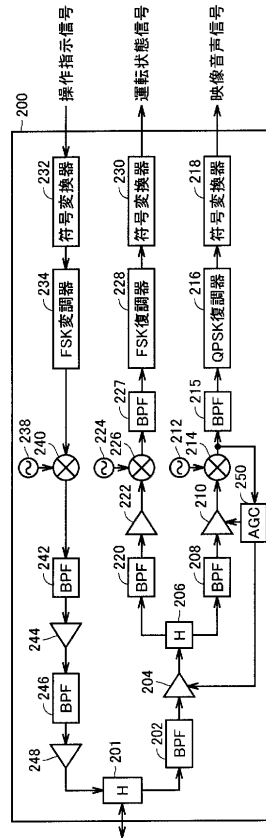
【図5】



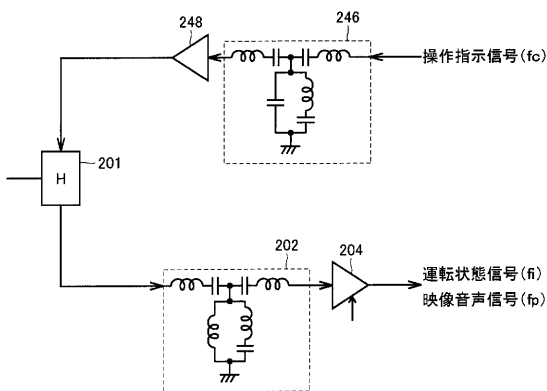
【図 6】



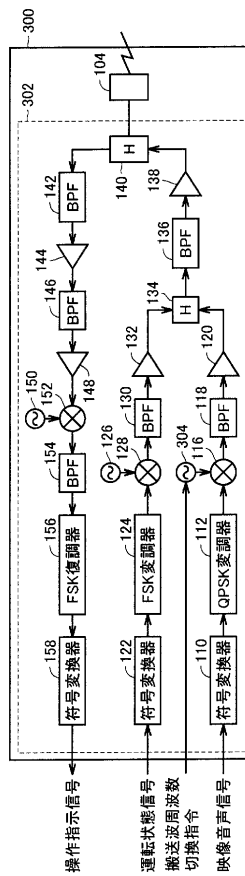
【図 7】



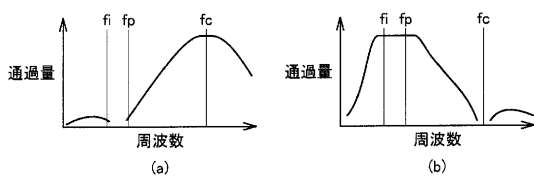
【図 8】



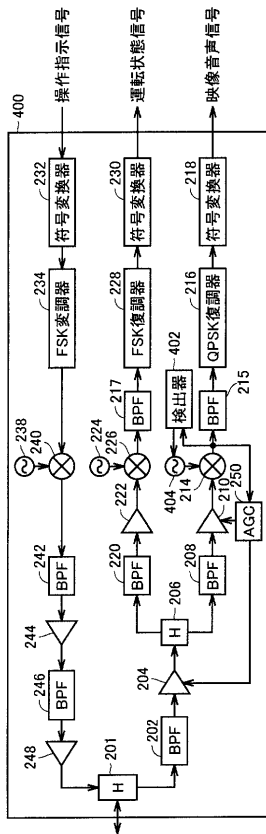
【図 10】



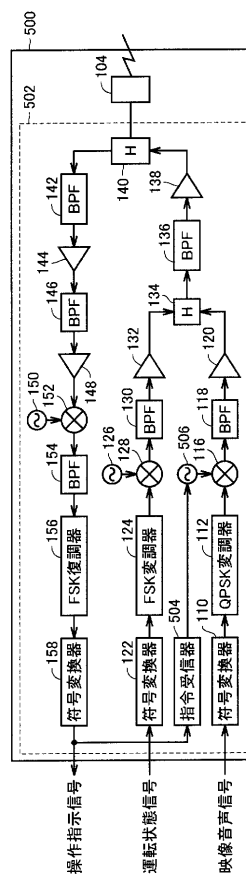
【図 9】



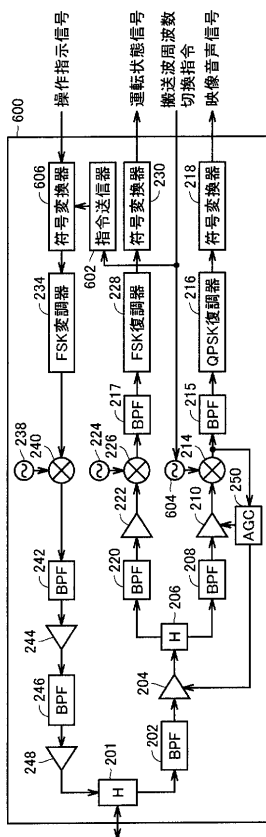
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (74)代理人 100109162
弁理士 酒井 將行
- (74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫
- (74)代理人 100124523
弁理士 佐々木 真人
- (73)特許権者 505398952
中日本高速道路株式会社
愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号
- (73)特許権者 505398941
東日本高速道路株式会社
東京都千代田区霞が関三丁目3番2号
- (73)特許権者 505398963
西日本高速道路株式会社
大阪府大阪市北区堂島一丁目6番20号
- (74)代理人 100064746
弁理士 深見 久郎
- (74)代理人 100085132
弁理士 森田 俊雄
- (74)代理人 100083703
弁理士 仲村 義平
- (74)代理人 100096781
弁理士 堀井 豊
- (74)代理人 100109162
弁理士 酒井 將行
- (74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫
- (74)代理人 100124523
弁理士 佐々木 真人
- (72)発明者 法兼 敏雄
大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電工ハイテックス株式会社 此花事業所内
- (72)発明者 樋口 晴一
大阪市住之江区南港東八丁目2番60号 住友電工ハイテックス株式会社 南港事業所内

審査官 浦口 幸宏

- (56)参考文献 特開平08-204620 (JP, A)
特開昭54-159118 (JP, A)
特開平01-288021 (JP, A)
実開平06-038348 (JP, U)
特開昭62-018130 (JP, A)
特開昭63-166397 (JP, A)
特開平02-131032 (JP, A)
特開平01-095630 (JP, A)
特開昭61-100033 (JP, A)
特開平07-015378 (JP, A)
特開2006-037557 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 5/00－ 5/06

H04B 7/24－ 7/26

H04W 4/00－99/00