(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7204992号
(P7204992)

(45)発行日　令和5年1月16日(2023.1.16)

(24)登録日　令和5年1月5日(2023.1.5)

(51)国際特許分類
Ｂ６１Ｌ　3/02 (2006.01)

ＦＩ
Ｂ６１Ｌ　3/02　Ｚ

請求項の数　4　（全10頁）

(21)出願番号　特願2022-507026(P2022-507026)
(86)(22)出願日　令和2年3月10日(2020.3.10)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/010143
(87)国際公開番号　WO2021/181495
(87)国際公開日　令和3年9月16日(2021.9.16)
審査請求日　令和4年3月4日(2022.3.4)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100088672
弁理士　吉竹 英俊
(74)代理人　100088845
弁理士　有田 貴弘
(72)発明者　岡村 一弘
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
三菱電機株式会社内
審査官　岩田 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　列車制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

線路の沿線に配置された地上無線装置と、前記線路を走行する列車に設置され前記地上無線装置と無線通信可能に接続された車上無線装置と、前記地上無線装置と通信可能に接続された地上装置とを備える列車制御システムであって、

前記地上装置は、前記列車の経路情報および位置情報に基づいて、今後、前記地上無線装置が前記車上無線装置との無線通信の接続先となるか否かを示すハンドオーバ先リストを算出し、

前記地上無線装置は、前記ハンドオーバ先リストに自身が含まれていない場合、前記車上無線装置との前記無線通信に用いる送信機および受信機の電源を停止する、列車制御システム。

【請求項２】

前記地上装置は、前記ハンドオーバ先リストを前記地上無線装置に送信し、

前記地上無線装置は、前記ハンドオーバ先リストに自身が含まれているか否かを判断する、請求項１に記載の列車制御システム。

【請求項３】

前記地上装置は、前記ハンドオーバ先リストに前記地上無線装置が含まれているか否かを判断し、当該判断の結果を前記地上無線装置に送信する、請求項１に記載の列車制御システム。

【請求項４】

前記列車は複数存在し、
前記地上装置は、各前記列車に設置された前記車上無線装置ごとに前記ハンドオーバ先リストを算出する、請求項１から３のいずれか１項に記載の列車制御システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、線路の沿線に配置された地上無線装置と、線路を走行する列車に設置され地上無線装置と無線通信可能に接続された車上無線装置と、地上無線装置と通信可能に接続された地上装置とを備える列車制御システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、地上無線装置と車上無線装置とが無線通信を行う列車制御システムが知られている（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】国際公開第２０１６／１３２７４１号
【非特許文献】
【０００４】
【文献】ＪＩＳ　Ｅ　３８０１－１、「無線式列車制御システム－第１部：一般要求事項及び機能要求事項」、日本工業規格
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
列車制御システムにおいて、車上無線装置は、列車の位置情報を算出し、当該位置情報を地上無線装置を経由して地上装置に送信する。地上装置は、先行列車の位置情報を後続列車に送信する。後続列車は、地上装置から受信した先行列車の位置情報に基づいて、自身の走行可能速度を計算して運行する。
【０００６】
地上無線装置は、自身から出力される電波が届く範囲が限られるため、線路沿いに間隔を空けて配置される。ＣＢＴＣ（Communication Based Train Control）では、地上無線装置は数百メートルの間隔を空けて配置される。地上無線装置の電源は一般的に無停電電源装置等によってバックアップされているが、多数の地上無線装置が配置されているため、それらの電源容量が問題となる。従って、地上無線装置の消費電力を抑制する必要がある。また、地上無線装置は、屋外に設置されるため、密閉筐体となる場合が多い。この場合、地上無線装置の内蔵ユニットの放熱が困難となるため、内蔵ユニットの消費電力を抑制する必要がある。
【０００７】
特許文献１では、基地局（地上無線装置に相当）は、周囲に移動局（車上無線装置に相当）が存在していない場合は信号の送信動作を停止することによって消費電力を抑制している。一方、基地局は、移動局が他の基地局に送信する信号を受信することによって自身の周囲に移動局が存在しているか否かを監視しているため、信号の受信動作を停止することができない。
【０００８】
このように、従来の列車制御システムでは、システム全体の消費電力を抑制することに改善の余地があった。
【０００９】
本開示は、このような問題を解決するためになされたものであり、消費電力を抑制することが可能な列車制御システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】

【００１０】
上記の課題を解決するために、本開示による列車制御システムは、線路の沿線に配置された地上無線装置と、線路を走行する列車に設置され地上無線装置と無線通信可能に接続された車上無線装置と、地上無線装置と通信可能に接続された地上装置とを備える列車制御システムであって、地上装置は、列車の経路情報および位置情報に基づいて、今後、地上無線装置が車上無線装置との無線通信の接続先となるか否かを示すハンドオーバ先リストを算出し、地上無線装置は、ハンドオーバ先リストに自身が含まれていない場合、車上無線装置との無線通信に用いる送信機および受信機の電源を停止する。
【発明の効果】
【００１１】
本開示によると、列車制御システムは、地上装置は、列車の経路情報および位置情報に基づいて、今後、地上無線装置が車上無線装置との無線通信の接続先となるか否かを示すハンドオーバ先リストを算出し、地上無線装置は、ハンドオーバ先リストに自身が含まれていない場合、車上無線装置との無線通信に用いる送信機および受信機の電源を停止するため、列車制御システム全体の消費電力を抑制することが可能となる。
【００１２】
本開示の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】実施の形態１による列車制御システムの構成の一例を示す図である。
【図２】実施の形態１による地上装置の構成の一例を示すブロック図である。
【図３】実施の形態１によるハンドオーバ先リストの算出を説明するための図である。
【図４】実施の形態１によるハンドオーバ先リストの一例を示す図である。
【図５】実施の形態１による列車制御システムの動作の一例を示すフローチャートである。
【図６】実施の形態２による列車制御システムの動作の一例を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
＜実施の形態１＞
図１は、本実施の形態１による列車制御システムの構成の一例を示す図である。図１に示すように、列車制御システムは、線路の沿線に配置された地上無線装置１，２，３と、線路を走行する列車である車両４に設置された車上無線装置４１と、地上無線装置１，２，３のそれぞれと通信可能に接続された地上装置５１とを備えている。
【００１５】
地上無線装置１は、無線部１１と、Ｌ２スイッチ１２と、電源１３とを備えている。無線部１１は、送信機１１１と、受信機１１２と、電源制御部１１３と、ＳＷ１１４とを備えている。送信機１１１は、車上無線装置４１に無線通信によって情報を送信する。受信機１１２は、車上無線装置４１から無線通信によって情報を受信する。電源制御部１１３は、送信機１１１および受信機１１２の電源制御を別個に行う。ここで、電源制御とは、電源１３から送信機１１１および受信機１１２のそれぞれに供給される電力のオンまたはオフの制御のことをいう。ＳＷ１１４は、送信機１１１または受信機１１２の動作を切り替えるスイッチである。Ｌ２スイッチ１２は、通信ケーブルを介して、機器室５に設置されているＬ２スイッチ５２に接続されている。電源１３は、送信機１１１および受信機１１２に電力を供給する。また、電源１３は、電源線を介して、ＵＰＳ（Uninterruptible Power Supply：無停電電源装置）５３に接続されている。
【００１６】
なお、本実施の形態１では、地上無線装置１，２，３は、送信機１１１，２１１，３１１および受信機１１２，２１２，３１２をそれぞれ１台備えているが、それぞれ複数台備えた冗長構成をとってもよい。この場合、電源制御部１１３は、全ての送信機および受信機の電源制御を個別に行う。

【００１７】
送信機１１１，２１１，３１１および受信機１１２，２１２，３１２のそれぞれは、無線回路に加えて、変調回路および復調回路を含む構成であってもよい。
【００１８】
機器室５は、地上装置５１と、Ｌ２スイッチ５２と、ＵＰＳ５３とを備えている。Ｌ２スイッチ５２は、通信ケーブルを介して、地上無線装置１，２，３のそれぞれに設置されているＬ２スイッチ１２，２２，３２に接続されている。ＵＰＳ５３は、電源線を介して、地上無線装置１，２，３のそれぞれに設置されている電源１３，２３，３３に接続されている。
【００１９】
図２は、地上装置５１の構成の一例を示すブロック図である。図２に示すように、地上装置５１は、経路記録部５１１と、ハンドオーバ先リスト算出部５１２と、ハンドオーバ先リスト記録部５１３と、送信部５１４と、受信部５１５とを備えている。
【００２０】
経路記録部５１１は、車両４の経路情報を記録する。ハンドオーバ先リスト算出部５１２は、車上無線装置４１のハンドオーバ先リストを算出する。ハンドオーバ先リスト記録部５１３は、ハンドオーバ先リスト算出部５１２が算出したハンドオーバ先リストを記録する。送信部５１４は、通信ケーブルを介して、地上無線装置１，２，３にハンドオーバ先リストなどの情報を送信する。受信部５１５は、通信ケーブルを介して、地上無線装置１，２，３から情報を受信する。なお、車両４が服須存在する場合、経路記録部５１１は各車両４の経路情報を記録し、ハンドオーバ先リスト算出部５１２は各車両４の車上無線装置４１ごとのハンドオーバ先リストを算出する。
【００２１】
ここで、ハンドオーバ先リスト算出部５１２が算出するハンドオーバ先リストについて説明する。
【００２２】
列車制御を円滑に行うために、車上無線装置４１は、車両４の走行位置に最適な地上無線装置との間で無線通信を継続する必要がある。従って、車上無線装置４１は、列車の走行位置の変化に応じて、現在無線通信を行っている地上無線装置から、次に無線通信を行う地上無線装置へとハンドオーバを行う必要がある。
【００２３】
車上無線装置４１は、定期的に、車両４の現在の走行速度および経路情報から車両４の現在の位置情報（以下では単に「位置情報」ともいう）を算出する。なお、車上無線装置４１は、ＧＰＳ（Global Positioning System）衛星から車両４の位置情報を取得してもよい。そして、車上無線装置４１は、車両４の位置情報を、現在無線通信を行っている地上無線装置を介して地上装置５１に送信する。地上装置５１では、受信部５１５が車上無線装置４１から車両４の位置情報を受信すると、ハンドオーバ先リスト算出部５１２は、車両４の位置情報と、経路記録部５１１に予め記録されている車両４の経路情報とに基づいて、車上無線装置４１の今後の通信接続先となる地上無線装置（例えば、２つ先までの地上無線装置）を含むハンドオーバ先リストを算出する。ハンドオーバ先リスト算出部５１２が算出したハンドオーバ先リストは、ハンドオーバ先リスト記録部５１３に記録される。
【００２４】
例えば、図３に示すように、車両６に設置された車上無線装置６１が地上無線装置７２と無線通信を行っており、車両６は予め定められた経路に従って地上無線装置７３，７４，７５が沿線に配置された線路を走行する場合を想定する。この場合、ハンドオーバ先リスト算出部５１２は、車両６の経路情報および位置情報に基づいて、車上無線装置６１の今後の通信接続先となる地上無線装置７３，７４を含むハンドオーバ先リストを算出する。
【００２５】
図４は、ハンドオーバ先リストの一例を示す図である。図４に示すように、ハンドオー

バ先リスト算出部５１２は、車上無線装置ごとにハンドオーバ先リストを算出する。なお、図４の例では、ハンドオーバ先リスト算出部５１２が２つの地上無線装置を含むハンドオーバ先リストを算出する場合について示しているが、これに限るものではない。ハンドオーバ先リスト算出部５１２は、１つまたは３つ以上の地上無線装置を含むハンドオーバ先リストを算出してもよい。

【００２６】

地上装置５１の送信部５１４は、ハンドオーバ先リスト算出部５１２が算出したハンドオーバ先リストを、通信ケーブルを介して地上無線装置１，２，３のそれぞれに送信する。地上無線装置１の電源制御部１１３は、ハンドオーバ先リストに自局である地上無線装置１が含まれていない場合、送信機１１１および受信機１１２の電源を停止する。これにより、送信機１１１および受信機１１２の動作は停止する。なお、他の地上無線装置２，３についても、地上無線装置１と同様の動作を行う。

【００２７】

図５は、列車制御システムの動作の一例を示すフローチャートである。なお、以下では、地上無線装置１の動作について説明しているが、他の地上無線装置２，３の動作についても同様である。

【００２８】

ステップＳ１０１において、地上装置５１のハンドオーバ先リスト算出部５１２は、ハンドオーバ先リスト記録部５１３に記録されているハンドオーバ先リストを更新する。具体的には、ハンドオーバ先リスト算出部５１２は、上述で説明したようにハンドオーバ先リストを算出する。そして、ハンドオーバ先リスト算出部５１２は、ハンドオーバ先リスト記録部５１３に記録されているハンドオーバ先リストを、新たに算出したハンドオーバ先リストに更新する。これにより、ハンドオーバ先リスト記録部５１３には、最新のハンドオーバ先リストが記録される。その後、地上装置５１は、通信ケーブルを介して、地上無線装置１を含む各地上無線装置に全てのハンドオーバ先リストを送信する。

【００２９】

なお、ハンドオーバ先リストの更新は、地上装置５１が車上無線装置４１から位置情報を受信したタイミングで行ってもよい。この場合、地上装置５１が車上無線装置４１から位置情報を受信する度に、以下で説明するステップＳ１０２～ステップＳ１０５の処理が繰り返して行われる。

【００３０】

本実施の形態１では、図１に示すように１編成の列車を示しているが、複数の列車の存在する場合は、各列車が備える車上無線装置ごとにハンドオーバ先リストが算出されて更新される。

【００３１】

ステップＳ１０２において、地上無線装置１は、地上装置５１から受信したハンドオーバ先リストに自局が含まれているか否かを判断する。ハンドオーバ先リストに自局が含まれていない場合は、ステップＳ１０３に移行する。一方、ハンドオーバ先リストに自局が含まれている場合は、ステップＳ１０５に移行する。

【００３２】

ステップＳ１０３において、地上無線装置１は、車上無線装置４１と通信中であるか否かを判断する。車上無線装置４１と通信中でない場合は、ステップＳ１０４に移行する。一方、車上無線装置４１と通信中である場合は、ステップＳ１０５に移行する。

【００３３】

ステップＳ１０４において、地上無線装置１は、送信機１１１および受信機１１２の動作を停止させる。具体的には、電源制御部１１３は、送信機１１１および受信機１１２の電源を停止する制御を行う。

【００３４】

ステップＳ１０５において、地上無線装置１は、送信機１１１および受信機１１２の動作を継続する。具体的には、電源制御部１１３は、送信機１１１および受信機１１２が動

作中である場合は、送信機１１１および受信機１１２に継続して電力を供給する制御を行う。また、電源制御部１１３は、送信機１１１および受信機が停止している場合は、送信機１１１および受信機１１２を起動させるために電力を供給する制御を行う。

【００３５】

以上のことから、本実施の形態１によれば、地上無線装置１は、ハンドオーバ先リストに自局が含まれていない場合は送信機１１１および受信機１１２の動作を停止させるため、送信機１１１および受信機１１２において消費される電力を抑制することができる。他の地上無線装置２，３も同様である。従って、従来のように送信機の動作を停止させる場合よりも、地上無線装置１，２，３の消費電力を抑制することができ、延いては列車制御システム全体の消費電力を抑制することができる。

【００３６】

＜実施の形態２＞

実施の形態１では、地上無線装置が送信機および受信機の電源制御の判断を行う場合について説明した。本実施の形態２では、地上装置が地上無線装置の送信機および受信機の電源制御の判断を行うことを特徴とする。

【００３７】

図６は、列車制御システムの動作の一例を示すフローチャートである。なお、図６では、地上装置５１と地上無線装置１との間における動作を示しているが、地上装置５１と他の地上無線装置２，３との間における動作についても同様である。また、図６のステップＳ２０１およびステップＳ２０４～ステップ２０６は、図５のステップＳ１０１およびステップＳ１０３～ステップＳ１０５に対応しているため、ここでは説明を省略する。以下では、ステップＳ２０２およびステップＳ２０３について説明する。

【００３８】

ステップＳ２０２において、地上装置５１は、ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれているか否かを判断する。なお、複数の車上無線装置に対応するハンドオーバ先リストがある場合、地上装置５１は、全てのハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれているか否かを判断する。ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれていない場合、地上装置５１は、ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれていないことを地上無線装置１に通知する。一方、ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれている場合、地上装置５１は、ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれていることを地上無線装置１に通知する。

【００３９】

ステップＳ２０３において、地上無線装置１は、地上装置５１からハンドオーバ先リストに自局が含まれていないことが通知された否かを判断する。ハンドオーバ先リストに自局が含まれていないことが通知された場合は、ステップＳ２０４に移行する。一方、ハンドオーバ先リストに自局が含まれていないことが通知されていない場合は、ステップＳ２０６に移行する。ここで、ハンドオーバ先リストに自局が含まれていないことが通知されていない場合は、ハンドオーバ先リストに自局が含まれていることが通知された場合を含む。

【００４０】

なお、図６では、地上装置５１は、ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれていること、またはハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれていないことのいずれかを地上無線装置１に通知する場合について説明したが、これに限るものではない。例えば、地上装置５１は、ハンドオーバ先リストに地上無線装置１が含まれている場合、地上無線装置１の送信機１１１および受信機１１２の動作を停止させる旨を地上無線装置１に通知してもよい。

【００４１】

以上のことから、本実施の形態２によれば、実施の形態１と同様に、地上無線装置１，２，３の消費電力を抑制することができ、延いては列車制御システム全体の消費電力を抑制することができる。また、地上装置５１から地上無線装置１には、送信機１１１および

受信機１１２を停止するか否かの情報のみが通知され、実施の形態１のようにハンドオーバ先リストは送信されない。これにより、地上装置５１から地上無線装置１に送信するデータ量を削減することができる。さらに、地上無線装置１では、実施の形態１のように、ハンドオーバ先リストに自局が含まれているか否かの判断を行う必要がないため、地上無線装置１における演算量を削減することができる。

【００４２】

なお、本開示の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【００４３】

本開示は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての態様において、例示であって、本開示がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が想定され得るものと解される。

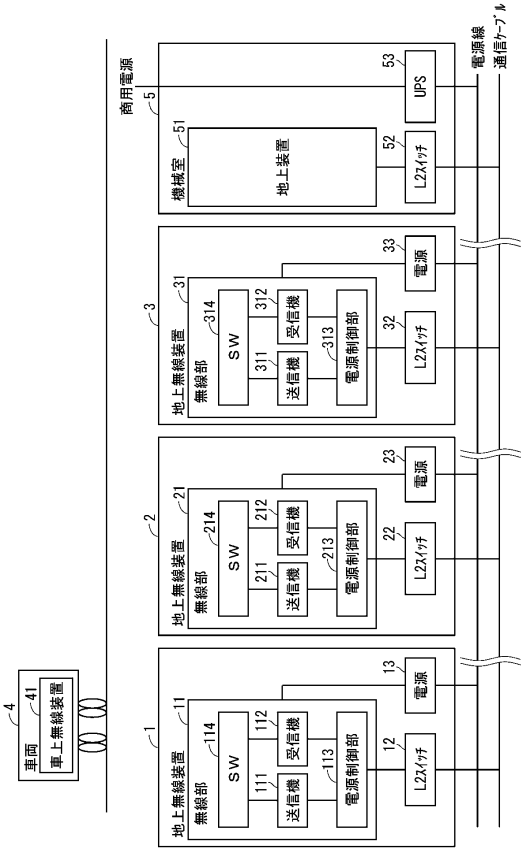
【符号の説明】

【００４４】

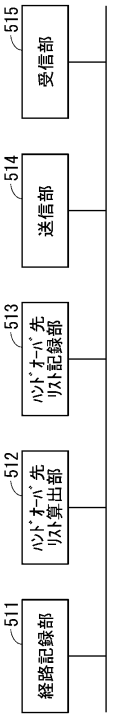
１，２，３　地上無線装置、４　車両、５　機器室、６　車両、７１，７２，７３，７４，７５，７６　地上無線装置、１１，２１，３１　無線部、１２，２２，３２　Ｌ２スイッチ、１３，２３，３３　電源、４１　車上無線装置、５１　地上装置、５２　Ｌ２スイッチ、５３　ＵＰＳ、６１　車上無線装置、１１１，２１１，３１１　送信機、１１２，２１２，３１２　受信機、１１３，２１３，３１３　電源制御部、１１４，２１４，３１４　ＳＷ、５１１　経路記録部、５１２　ハンドオーバ先リスト算出部、５１３　ハンドオーバ先リスト記録部、５１４　送信部、５１５　受信部。

【図面】

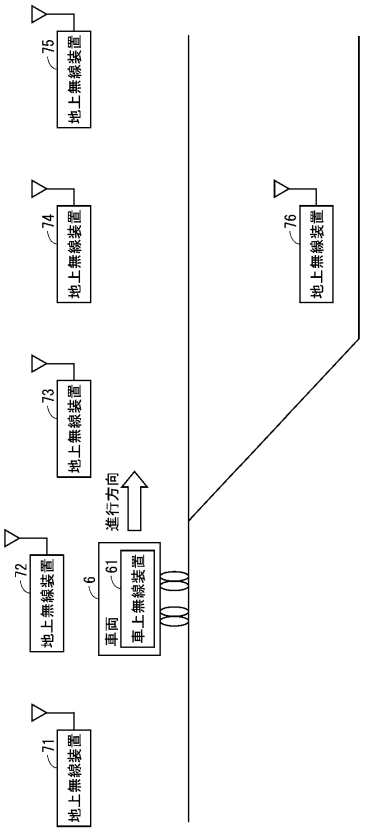
【図１】



【図２】



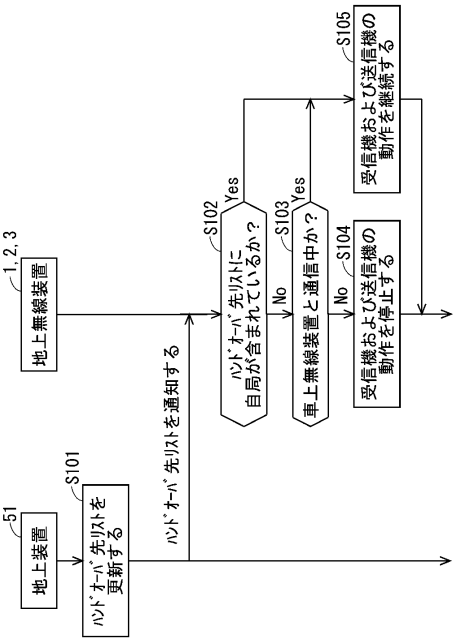
【図３】



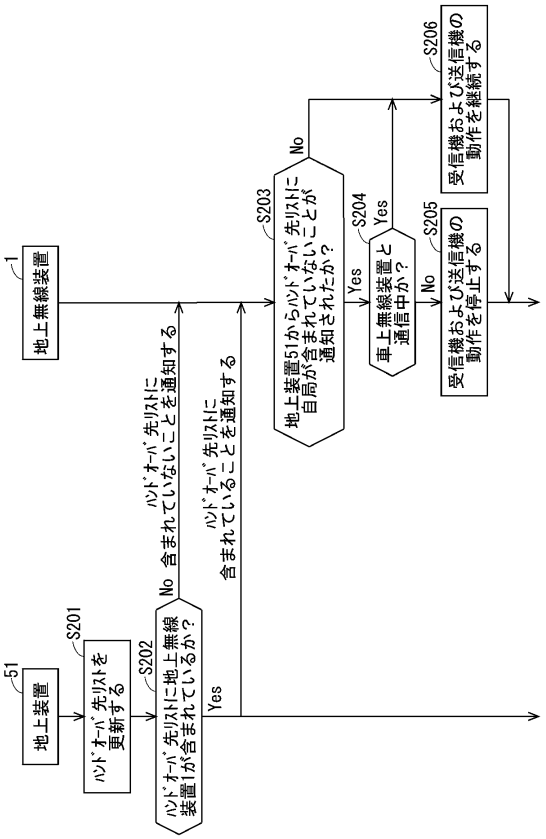
【図４】

車上無線装置A ハンドオーバ先リスト		車上無線装置B ハンドオーバ先リスト	・・・・・	車上無線装置n ハンドオーバ先リスト
地上無線装置b		地上無線装置d		地上無線装置f
地上無線装置c		地上無線装置e		地上無線装置g

【図５】


51
地上装置
S101
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストを更新する
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストを通知する
1, 2, 3
地上無線装置
S102
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストに自局が含まれているか？
Yes
No
S103
車上無線装置と通信中か？
Yes
No
S104
受信機および送信機の動作を停止する
S105
受信機および送信機の動作を継続する

【図６】


51
地上装置
S201
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストを更新する
S202
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストに地上無線装置1が含まれているか？
No
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストに含まれていないことを通知する
Yes
ﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストに含まれていることを通知する
1
地上無線装置
S203
地上装置51からﾊﾝﾄﾞｵｰﾊﾞ先リストに自局が含まれていないことが通知されたか？
No
Yes
S204
車上無線装置と通信中か？
Yes
No
S205
受信機および送信機の動作を停止する
S206
受信機および送信機の動作を継続する

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１２－１６９９０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１６／１３２７４１（WO，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６１Ｌ　３／０２