

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7018735号

(P7018735)

(45)発行日 令和4年2月14日(2022.2.14)

(24)登録日 令和4年2月3日(2022.2.3)

(51)国際特許分類

F I

<i>H 0 4 B</i>	<i>7/06 (2006.01)</i>	<i>H 0 4 B</i>	<i>7/06</i>	<i>8 9 0</i>
<i>H 0 4 W</i>	<i>4/42 (2018.01)</i>	<i>H 0 4 W</i>	<i>4/42</i>	
<i>H 0 4 B</i>	<i>5/00 (2006.01)</i>	<i>H 0 4 B</i>	<i>5/00</i>	<i>A</i>
<i>H 0 4 B</i>	<i>7/0413(2017.01)</i>	<i>H 0 4 B</i>	<i>7/0413</i>	
<i>H 0 4 B</i>	<i>7/08 (2006.01)</i>	<i>H 0 4 B</i>	<i>7/08</i>	<i>7 1 0</i>

請求項の数 5 (全14頁)

(21)出願番号	特願2017-199986(P2017-199986)	(73)特許権者	000221616 東日本旅客鉄道株式会社 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号
(22)出願日	平成29年10月16日(2017.10.16)	(74)代理人	110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所
(65)公開番号	特開2019-75671(P2019-75671A)	(72)発明者	中村 亮介 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東 日本旅客鉄道株式会社内
(43)公開日	令和1年5月16日(2019.5.16)	(72)発明者	鈴木 義尚 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東 日本旅客鉄道株式会社内
審査請求日	令和2年8月6日(2020.8.6)	(72)発明者	領木 慎一 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東 日本旅客鉄道株式会社内
		(72)発明者	服部 鉄範

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 移動体無線通信システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

鉄道軌道又は道路に沿って設置された複数の基地局と、  
前記鉄道軌道又は道路の上を走行する複数の車両に搭載され、前記基地局との間で無線による通信を行う複数の移動局と、を備えた移動体無線通信システムであって、  
前記複数の基地局には、第1の方式による通信が可能な旧基地局と第1の方式および第2の方式による通信が可能な新基地局とがあり、  
前記複数の移動局には、第1の方式による通信が可能な旧移動局と第1の方式および第2の方式による通信が可能な新移動局とがあり、  
前記旧基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局または前記新移動局が走行している時、又は前記新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局のみが走行している時は、前記第1の方式による通信を行い、  
前記新基地局の通信ゾーン内を前記新移動局のみが走行している時は、前記第2の方式による通信を行い、  
前記新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局と前記新移動局が走行している時は、前記第1の方式による通信を行うように構成されていることを特徴とする移動体無線通信システム。

## 【請求項2】

前記新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局と前記新移動局が走行している時に行う前記第1の方式による通信は、前記新基地局から前記旧移動局への一方向通信であり、

前記新基地局と前記旧移動局との間の双方向通信は、当該新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局と前記新移動局が走行している場合においても、新基地局と旧移動局の間では第1の方式により通信を行い、新基地局と新移動局の間では第2の方式により前記第1の方式とは異なる周波数で通信を行うように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の移動体無線通信システム。

【請求項3】

前記基地局は、鉄道軌道又は道路に沿って敷設されたケーブルを用いて通信を行い、前記車両は、走行方向の前端側と後端側にそれぞれアンテナを備え、前記複数の基地局のうち旧基地局の通信ゾーンと新基地局の通信ゾーンの境界に生じる信号干渉区間を前記車両が走行する際に、  
当該車両の前記新移動局においては、前端側のアンテナからの信号を、前方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給し、  
後端側のアンテナからの信号を、後方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給するように構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の移動体無線通信システム。

10

【請求項4】

前記新移動局は、前記鉄道軌道又は道路における自車両の位置を把握可能な位置把握手段を備え、把握した車両の位置情報に基づいて前記信号干渉区間への進入を判定し、信号干渉区間へ進入する際に前端側のアンテナからの信号を前方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給し、後端側のアンテナからの信号を後方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給するように構成されていることを特徴とする請求項3に記載の移動体無線通信システム。

20

【請求項5】

前記ケーブルはLCXケーブルであり、  
前記第1の方式による通信はLCX-SIMOモードのみによる通信であり、  
前記第2の方式による通信は、LCX-SIMOモードとLCX-MIMOモードとの組み合わせからなる通信であることを特徴とする請求項3又は4に記載の移動体無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、予め決められた移動ルートに沿って走行する移動体と地上側の装置との間で無線通信を行う移動体無線通信システムに関し、特にLCX(Leaky Coaxial Cable;漏洩同軸ケーブル)を使用した列車無線通信システムに利用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、線路上を走行する列車と地上側の装置との間の通信方式として、LCXケーブルを鉄道軌道に沿って敷設しそのケーブルから漏洩する電波を用いて通信を行うLCX方式がある。また、LCX方式において、線路の両側に沿って複数本のLCXケーブルを敷設するとともに、列車に複数のアンテナを設けて空間多重度を高めたMIMO(Multiple Input Multiple Output)方式で通信を行う技術が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

40

【0003】

なお、現在、日本国内の鉄道において採用されている列車無線通信方式は、在来線においては周波数帯として主にVHF(150MHz帯)やUHF(300MHz帯、400MHz帯)を用いる空間波無線方式(SR方式)または誘導無線方式(IR方式)であり、高速鉄道としての新幹線(登録商標)においてはLCX方式が採用されている。

また、従来の無線通信システムには、移動体に複数のアンテナを設けて電波状態に応じてアンテナを切り替えるようにした発明や、端末(移動局)に複数の通信方式に対応可能な通信装置を設けて、通信状態により通信能力が最大となる方式を選択するようにした発明

50

が提案されている（例えば特許文献 2、3）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2008 - 236552 号公報

特開 2002 - 190758 号公報

WO 2013 / 069116 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

無線通信の分野では、通信のスループットを高めるため新しい通信方式が開発され、新方式の通信システムへの移行が行われている。携帯電話のような無線通信システムでは、旧方式の基地局とは別に新方式の基地局を設置し、設置が完了すると新方式の端末の提供が行われ、所定の期間は旧方式による通信サービスと新方式による通信サービスとが並行して存在する。このようなことは、旧方式と新方式とで使用する周波数帯が異なるため、比較的容易に実現することができる。

【0006】

一方、列車無線通信システムにおいては、旧方式と新方式とで使用する周波数帯を同一にしたまま、例えば特定の路線を優先して旧方式から新方式の通信に切り替えたいという要望がある。しかも、現在の鉄道運行サービスでは、複数の路線を跨って走行する列車が存在していると同時に、製造年および形式の異なる列車が同時期に同一路線を混在して走行しており、列車無線通信システムに関しては、通信方式の切替えに伴うコスト負担を抑えるため、比較的使用年数の長い古い形式の列車に関しては通信装置を変更（改造）もしくは追加をせずに運用したいことがある。

しかし、同一の周波数帯を使用して旧方式の通信と新方式の通信を同時に行うと電波が干渉して伝送データの誤り率が高くなり、最悪の場合には通信不能になるという課題がある。

【0007】

本発明は上記のような課題に着目してなされたもので、旧方式の無線基地局が設置されているエリアと新方式の無線基地局が設置されているエリアに跨っている路線を、旧方式の無線移動局を搭載した列車と新方式の無線移動局を搭載した列車が混在して走行する場合にも、同一の周波数帯を使用して旧方式の通信と新方式の通信を行うことができる移動体無線通信システムを提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、旧方式の無線基地局が設置されているエリアを残したまま新方式の無線基地局が設置されているエリアを広げていくことができ、早期に新方式による通信を開始することができる移動体無線通信システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本出願に係る発明は、  
 鉄道軌道又は道路に沿って設置された複数の基地局と、  
 前記鉄道軌道又は道路の上を走行する複数の車両に搭載され、前記基地局との間で無線による通信を行う複数の移動局と、を備えた移動体無線通信システムにおいて、  
 前記複数の基地局には、第 1 の方式による通信が可能な旧基地局と第 1 の方式および第 2 の方式による通信が可能な新基地局とがあり、  
 前記複数の移動局には、第 1 の方式による通信が可能な旧移動局と第 1 の方式および第 2 の方式による通信が可能な新移動局とがあり、  
 前記旧基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局または前記新移動局が走行している時、又は前記新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局のみが走行している時は、前記第 1 の方式による通信を行い、  
 前記新基地局の通信ゾーン内を前記新移動局のみが走行している時は、前記第 2 の方式による通信を行い、

10

20

30

40

50

前記新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局と前記新移動局が走行している時は、前記第1の方式による通信を行うように構成したものである。

【0009】

上記のように構成された移動体無線通信システムによれば、旧方式の無線基地局が設置されているエリアと新方式の無線基地局が設置されているエリアに跨っている路線を、第1の方式（旧方式）の無線移動局を搭載した移動体と第2の方式（新方式）の無線移動局を搭載した移動体が混在して走行する場合にも、旧方式と新方式を使い分けて通信を行うので、同一の周波数帯を使用している場合にも通信不能に陥るのを回避することができる。また、旧方式の無線基地局が設置されているエリアを残したまま新方式の無線基地局が設置されているエリアを広げていくことができ、早期に新方式による通信を開始することができる。

10

【0010】

ここで、望ましくは、前記新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局と前記新移動局が走行している時に行う前記第1の方式による通信は、前記新基地局から前記旧移動局への一方向通信であり、

前記新基地局と前記旧移動局との間の双方向通信は、当該新基地局の通信ゾーン内を前記旧移動局と前記新移動局が走行している場合においても、新基地局と旧移動局の間では第1の方式により通信を行い、新基地局と新移動局の間では第2の方式により前記第1の方式とは異なる周波数で通信を行うように構成する。

【0011】

上記のような構成によれば、新基地局から旧移動局への一方向通信は第1の方式（旧方式）で行い、双方向通信に関しては、新基地局と旧移動局の間では第1の方式（旧方式）により行い、新基地局と新移動局の間では第2の方式（新方式）により第1の方式とは異なる周波数で通信を行うので、第2の方式（新方式）の方がデータ伝送レートが高い場合には同一の通信ゾーンに新旧の移動局が混在する場合にも双方向通信を効率良く行うことができる。

20

【0012】

また、望ましくは、前記基地局は、鉄道軌道又は道路に沿って敷設されたケーブルを用いて通信を行い、

前記車両は、走行方向の前端側と後端側にそれぞれアンテナを備え、

前記複数の基地局のうち旧基地局の通信ゾーンと新基地局の通信ゾーンの境界に生じる信号干渉区間を前記車両が走行する際に、

当該車両の前記新移動局においては、前端側のアンテナからの信号を、前方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給し、

後端側のアンテナからの信号を、後方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給するように構成する。

30

【0013】

かかる構成によれば、旧基地局の通信ゾーンと新基地局の通信ゾーンの境界に生じる信号干渉区間を車両が走行する際に、新方式の信号と旧方式の信号とが干渉して通信不能あるいはデータ伝送誤り率が上昇するのを回避することができる。これにより、新旧の信号の干渉区間を短縮することができる。

40

【0014】

さらに、望ましくは、前記新移動局は、前記鉄道軌道又は道路における自車両の位置を把握可能な位置把握手段を備え、把握した車両の位置情報に基づいて前記信号干渉区間への進入を判定し、信号干渉区間へ進入する際に前端側のアンテナからの信号を前方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給し、後端側のアンテナからの信号を後方の基地局の通信方式に対応した通信信号を処理可能な復調部に供給するように構成する。

かかる構成によれば、信号干渉区間へ進入する際に、新方式と旧方式の復調部の切替えを速やかに行い、新方式と旧方式の信号とが干渉して通信不能あるいはデータ伝送誤り率が

50

上昇するのをより確実に回避することができる。

【 0 0 1 5 】

また、望ましくは、前記ケーブルはLCXケーブルであり、  
前記第1の方式による通信はLCX-SIMOモードのみによる通信であり、  
前記第2の方式による通信は、LCX-SIMOモードとLCX-MIMOモードとの組み合わせからなる通信とする。

かかる構成によれば、LCX方式を採用している既存の列車無線通信システムに容易に本発明を適用することができ、旧方式の無線基地局が設置されているエリアを残したまま新方式の無線基地局が設置されているエリアを広げていくことができ、早期に新方式による通信を開始することができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、旧方式の無線基地局が設置されているエリアと新方式の無線基地局が設置されているエリアに跨っている路線を、旧方式の無線移動局を搭載した列車と新方式の無線移動局を搭載した列車が混在して走行する場合にも、同一の周波数帯を使用して旧方式の通信と新方式の通信を行うことができる移動体無線通信システムを実現することができる。また、旧方式の無線基地局が設置されているエリアを残したまま新方式の無線基地局が設置されているエリアを広げていくことができ、早期に新方式による通信を開始することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 7 】

【図1】本発明を適用した列車無線通信システム全体の構成を示すシステム構成図である。

【図2】新方式のエリアと旧方式のエリアに跨っている路線を、新移動局を搭載した列車と旧移動局を搭載した列車が走行する時の通信方式の選択状態を示した図である。

【図3】(A)、(B)は、本発明を適用して好適なLCX方式の列車無線通信システムの構成および走行中の通信の様子を示した図である。

【図4】本発明を適用した列車無線通信システムの構成する地上側装置(基地局)および車上側装置(移動局)の実施形態を示すブロック図である。

【図5】実施形態の列車無線通信システムの構成する地上側装置(基地局)における送信部の構成例を示したブロック図である。

30

【図6】実施形態の列車無線通信システムの構成する車上側装置(移動局)における受信部の構成例を示したブロック図である。

【図7】(A)、(B)は、基地局が列車位置情報を取得することが可能なシステムの構成例を示すブロック図である。

【図8】実施形態の地上側装置(基地局)において実行される通信処理の手順の一例を示すフローチャートである。

【図9】実施形態の地上側装置(基地局)において実行される通信処理の手順の他の例を示すフローチャートである。

【図10】移動局を搭載した列車におけるアンテナの構成とデータ受信部の構成を示すブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る移動体無線通信システムをLCX方式の列車無線通信システムに適用した場合の実施形態について説明する。

図1は本発明を適用した列車無線通信システム全体の構成例を示すシステム構成図である。本実施形態の列車無線通信システムが適用されるエリアは、図1に示すように、新方式による通信が可能で新基地局11A、11B、……が配設された新エリアA1と、旧方式による通信のみが可能で旧基地局12A、12B、……が配設された旧エリアA2とに分割されている。新基地局11A、11B、……には、旧方式による通信が可能で旧基地局の機能も残されており、新旧の通信方式を切り替えて動作させることができるように構成さ

50

れている。

#### 【 0 0 1 9 】

一方、新エリア A 1 と旧エリア A 2 とに跨って敷設されている軌道 1 0 上を走行する列車には、新方式による通信が可能な新移動局を搭載した列車 1 3 A と、旧方式による通信が可能な旧移動局のみを搭載した列車 1 3 B とがある。新移動局を搭載した列車 1 3 A には、旧方式による通信が可能な旧移動局の機能も残されており、新旧の通信方式を切り替えて動作させることができるように構成されている。なお、図 1 において、符号「 B S 」は基地局を、符号「 M S 」は移動局を、それぞれ表わしている。移動局に関しては、新方式による通信と旧方式による通信は、ソフトウェア無線と呼ばれる技術を適用することで、共通のハードウェア資源を利用して実現することが可能である。

10

#### 【 0 0 2 0 】

図 2 ( A ) には、新エリア A 1 と旧エリア A 2 を、新移動局と旧移動局を搭載した列車 1 3 A が走行する時の通信方式が示されている。図 2 ( A ) に示すように、列車 1 3 A が新エリア A 1 を走行する時は新基地局 1 1 A , 1 1 B , ……との間で新方式による通信を実施する。また、列車 1 3 A が旧エリア A 2 を走行する時は旧基地局 1 2 A , 1 2 B , ……との間で旧方式による通信を実施する。

図 2 ( B ) には、新エリア A 1 と旧エリア A 2 を、旧移動局を搭載した列車 1 3 B が走行する時の通信方式が示されている。図 2 ( B ) に示すように、列車 1 3 B が新エリア A 1 を走行する時は新基地局 1 1 A , 1 1 B , ……との間で旧方式による通信を実施する。また、列車 1 3 B が旧エリア A 2 を走行する時は旧基地局 1 2 A , 1 2 B , ……との間で旧方式による通信を実施する。

20

#### 【 0 0 2 1 】

図 2 ( C ) には、新エリア A 1 の 1 つの新基地局 1 1 の通信ゾーン内を、新移動局を搭載した列車 1 3 A と旧移動局を搭載した列車 1 3 B が同時に走行している時の基地局 1 1 からの送信方式が示されている。図 2 ( C ) に示すように、列車 1 3 A と 1 3 B が新エリア A 1 の 1 つの新基地局 1 1 の通信ゾーン内を走行している時には、新基地局 1 1 は列車 1 3 A と 1 3 B に対して旧方式による送信を実施する。

なお、この場合においても、列車 1 3 A と新基地局 1 1 との間の個別の双方向通信（通話）は新方式による通信を実施することができる。また、同一通信ゾーン内に複数の列車が走行している場合、異なるチャンネル（周波数）を使用することで、同時に双方向通信（通話）を実行することができる。

30

図 2 ( A ) ~ ( C ) には、同一方向へ走行する列車 1 3 A と 1 3 B が示されているが、列車 1 3 A と列車 1 3 B が互いに逆の方向へ走行する場合についても同様である。

#### 【 0 0 2 2 】

次に、 L C X 方式の列車無線通信について説明する。図 3 は L C X 方式の列車無線通信システム全体の構成および当該システムを構成する地上側装置の構成例を示すシステム構成図である。なお、図 3 ( A ) , ( B ) のうち ( A ) は通常走行状態を、また ( B ) は対向列車がすれ違うとき様子を示す。

図 3 に示す L C X 方式の列車無線通信システムは、上り線側の軌道 1 0 A と下り線側の軌道 1 0 B の外側に沿って敷設された信号伝送路兼送受信アンテナとしての L C X ケーブル 1 4 A , 1 4 B と、軌道 1 0 A または軌道 1 0 B 上を走行する列車 1 3 に搭載されている車上側装置（移動局） 3 0 と、 L C X ケーブル 1 4 A , 1 4 B を介して列車 1 3 の車上側装置（移動局） 3 0 との間のデータの送受信を行う地上側装置 2 0 とにより構成されている。

40

#### 【 0 0 2 3 】

地上側装置（基地局） 2 0 は、上記 L C X ケーブル 1 4 A , 1 4 B に接続されデータの送受信を行う送受信部 2 1 と、データの送受信のための演算やデータ処理およびシステムの制御を行う制御部 2 2 などから構成される。図 3 には示されていないが、移動局としての車上側装置 3 0 も同様な構成を有する。また、列車には、軌道の両側の L C X ケーブル 1 4 A , 1 4 B に対応して車体の左右に L C X アンテナ 1 5 A , 1 5 B が設けられる。

50

地上側の送受信部（基地局）21および車上側装置（移動局）30の送受信部は、無線通信のための変復調機能を有している。制御部22は、図示しないが、CPU（中央演算処理装置）等の演算処理装置や、ROM（リードオンリメモリ）やRAM（ランダムアクセスメモリ）等のデータ記憶装置などから構成される。

#### 【0024】

本実施形態のLCX方式の列車無線通信システムにおいては、受信状態が良好なとき（受信強度が高いまたは伝送データの誤り率が小さいとき）は、図3（A）に示すように、LCX-MIMOモード（多入力多出力モード）でLCXケーブル14A、14Bの両方から異なるデータを送信する。一方、図3（B）に示すように、列車同士がすれ違う際のような受信状態が良好でないときは、LCXケーブル14Aと14Bの両方から同一のデータを送信するLCX-SIMOモード（Single Input Multiple Output：単一入力多出力モード）で動作するように構成されている。

10

#### 【0025】

なお、本実施形態では、地上側装置（基地局）の送受信部21は、LCXケーブル14A、14Bを介して基本周波数信号（基本波）を送信し続ける。また、車上側装置（移動局）からのデータの送信は、すれ違いの際以外でもLCX-SIMOモードで行うようにしてもよい。

本実施形態では、LCX-SIMOモードのみの通信が可能なものを旧通信方式、LCX-SIMOモードとLCX-MIMOモードの通信が可能なものを新通信方式とすることができる。また、LCX-SIMO/MIMOモードの通信が可能なものを旧通信方式、これらのモードにBPSK（Binary Phase-Shift Keying）や16QAM（Quadrature Amplitude Modulation）、256QAMなどの変調方式を組み合わせた通信が可能なものを新通信方式とすることも可能である。

20

#### 【0026】

図4には、地上側装置（基地局）20と車上側装置（移動局）30のより詳細な構成が示されている。

図4に示すように、地上側装置（基地局）20は、送信部21Aと受信部21Bを備える。送信部21Aは、制御部22Aと新方式の変調部23Aと旧方式の変調部23Bと選択部24とを備え、受信部21Bは、制御部22Bと新方式の復調部25Aと旧方式の復調部25Bと分配部26とを備える。制御部22Aと22Bは、選択部24と分配部26をそれぞれ制御するとともに、エラー訂正符号生成処理やエラー訂正処理などのデータ処理を行う機能を備える。

30

#### 【0027】

車上側装置（移動局）30も、同様に送信部31Aと受信部31Bを備える。送信部31Aは、制御部32Aと新方式の変調部33Aと旧方式の変調部33Bと選択部34とを備え、受信部31Bは、制御部32Bと新方式の復調部35Aと旧方式の復調部35Bと分配部36とを備える。制御部32Aと32Bは、選択部34と分配部36をそれぞれ制御するとともに、エラー訂正符号生成処理やエラー訂正処理などのデータ処理を行う機能を備える。

次に、新基地局と新移動局における基地局から移動局へのデータ送信時の新旧の通信方式の切替えの仕方について、図5および図6を用いて説明する。

40

#### 【0028】

新基地局エリアでは、新移動局はなるべく新方式で通信を行いたいが、旧移動局が必ず旧方式で通信できる運用を確保しなければならない。通信に際しては、先ず同期信号を受信して同期を確立した後に通信が可能となるため、送信される同期信号（方式によって異なる）に対応した通信方式で通信することになる。そのため、旧移動局が次に進入する基地局ゾーンでは進入前に旧方式に対応した同期信号を出力しなければならない。そこで、移動局の在線位置については、移動局からの信号を受信した基地局の通信ゾーンに移動局が在線することとして、基地局間で通信ネットワークを介して通信を行い移動局の在線位置を把握する。そして、旧移動局が進入する通信ゾーン側では旧方式の同期信号を送信してお

50

くこととした。また、基地局の通信ゾーンにいずれの列車も在線しない場合には、新方式の同期信号または旧方式の同期信号を出力することとした。

【 0 0 2 9 】

新基地局におけるデータ送信時の新旧の通信方式の切替えは、図 5 に示すように、制御部 2 2 A が列車位置情報に基づいて、新方式の変調部 2 3 A と旧方式の変調部 2 3 B のいずれかを選択的に動作させて、送信する情報を変調するとともに、制御部 2 2 A が選択部 2 4 を切り替えて変調されたデータを選択して出力させることで行われる。新基地局の制御部 2 2 A が列車位置情報を取得する方法については、後に図 8 を用いて説明する。なお、移動局は、列車の車軸に設けられている速度発電機からの信号に基づいて演算した走行距離情報から位置を知ることができる。軌道上に設置されている地上子から受信した情報や列車に搭載した G P S ( 全地球測位システム ) 装置からの情報に基づいて列車位置を把握してもよい。

10

【 0 0 3 0 】

新移動局におけるデータ受信時の新旧の通信方式の切替えは、図 6 に示すように、制御部 3 2 B が位置情報に基づいて、新方式の復調部 3 5 A と旧方式の復調部 3 5 B のいずれかを選択的に動作させて、アンテナより受信した信号を復調するとともに、制御部 3 2 B が選択部 3 7 を切り替えて、復調データを選択して出力させることで行われる。このような方式を採用することで、復調部 3 5 A と復調部 3 5 B のいずれか一方のみが動作され、新移動局における消費電力を低減することができる。制御部 3 2 B に入力される位置情報は、自己 ( 列車 ) の位置情報の他、通信ゾーンに関する位置情報が含まれる。また、通信ゾーンに関する位置情報は、次の信号干渉区間までの距離情報であっても良い。

20

【 0 0 3 1 】

図 7 ( A ) , ( B ) は、基地局が列車位置情報を取得することが可能なシステムの構成例を示す。

このうち図 7 ( A ) のシステムは、新旧の各基地局 1 1 , 1 2 が、通信ネットワーク N を介して他の基地局との間で列車位置情報の送受信を行うように構成したものである。一方、図 7 ( B ) のシステムは、各基地局 1 1 , 1 2 が接続されている通信ネットワーク N に列車運行管理システム 4 0 を接続して、通信ネットワーク N を介して列車運行管理システム 4 0 から列車位置情報を各基地局 1 1 , 1 2 に提供可能に構成したものである。通信ネットワーク N は無線でも有線でも良い。また、通信ネットワーク N を介する代わりに、隣接する基地局との間で直接、列車位置情報の送受信を行うように構成しても良い。

30

【 0 0 3 2 】

上記列車運行管理システム 4 0 としては、在来線や新幹線 ( 登録商標 ) 等で既に導入されているシステムを利用することができる。

なお、列車運行管理システム 4 0 は、駅ごとに設置され駅ごとの情報を集積する駅装置と、各駅装置からの情報を集積する中央装置等で構成される。駅装置は軌道回路等から列車の在線情報を取得しており、中央装置は各駅装置からの情報を集積することで線区全体の在線状況を把握しているので、中央装置からリアルタイム性のある列車位置情報を取得することができる。

【 0 0 3 3 】

40

次に、新基地局における新旧の通信方式の切替え方法の手順について、図 8 および図 9 に示すフローチャートを用いて説明する。このうち図 8 は定常状態で新方式の通信を設定するようにした場合の手順、図 9 は定常状態で旧方式の通信を設定するようにした場合の手順を示したものである。

図 8 に示すように、定常状態で新方式の通信を選択する場合には、新基地局の制御部 2 2 は、まず待機状態で新方式の通信を設定する ( ステップ S 1 1 ) 。次に、列車位置情報に基づいて旧方式による通信を行う旧移動局 ( 旧 M S ) が間もなく自己の通信ゾーン内に進入して来るか否か判定する ( ステップ S 1 2 ) 。そして、旧移動局がエリア内に進入して来ない ( N o ) と判定した場合は、ステップ S 1 1 へ戻る。また、ステップ S 1 2 で旧移動局がエリア内に進入して来る ( Y e s ) と判定した場合は、ステップ S 1 3 へ進んで、

50

通信方式を旧方式に切り替えて通信を実行する。

【 0 0 3 4 】

その後、通信が終了したか否か判定し（ステップ S 1 4 ）、通信が終了した（ Y e s ）と判定すると旧方式のまま待機状態に移行する（ステップ S 1 5 ）。続いて、旧移動局が自己の通信ゾーン内から進出し一定時間通信のない状態が経過したか否か判定する（ステップ S 1 6 ）。そして、経過していない（ N o ）と判定した場合は、ステップ S 1 5 へ戻る。また、ステップ S 1 6 で、旧移動局がエリアから進出し一定時間が経過した（ Y e s ）と判定した場合は、ステップ S 1 7 へ進んで、通信方式を新方式に切り替えてステップ S 1 1 の待機状態へ戻る。

【 0 0 3 5 】

定常状態で旧方式の通信を選択する場合には、図 9 に示すように、新基地局の制御部 2 2 は、先ず待機状態で旧方式の通信を設定する（ステップ S 2 1 ）。次に、新方式による通信を行う新移動局（新 M S ）が自己の通信ゾーン内に進入して来るか在線しているか否か判定する（ステップ S 2 2 ）。そして、「 N o 」と判定した場合は、ステップ S 2 1 へ戻る。また、ステップ S 2 2 で「 Y e s 」と判定した場合は、ステップ S 2 3 へ進んで、通信方式を新方式に切り替えて通信を実行する。

【 0 0 3 6 】

その後、通信が終了したか否か判定し（ステップ S 2 4 ）、通信が終了した（ Y e s ）と判定すると新方式のまま待機状態に入る（ステップ S 2 5 ）。続いて、列車位置情報に基づいて旧移動局（旧 M S ）が間もなく自己の通信ゾーン内に進入して来るか新方式の移動局（新 M S ）がエリアから進出し一定時間通信のない状態が経過したか否か判定する（ステップ S 2 6 ）。そして、「 N o 」と判定した場合は、ステップ S 2 5 へ戻る。また、ステップ S 2 6 で、「 Y e s 」と判定した場合は、ステップ S 2 7 へ進んで、通信方式を旧方式に切り替えてステップ S 2 1 の待機状態へ戻る。

上記のような処理手順に従った制御によれば、進入して来る列車（移動局）が新方式または旧方式のいずれの場合にも適切な方式に速やかに切り替えて通信を実行することができる。

【 0 0 3 7 】

次に、本実施形態の列車無線通信システムにおける信号の干渉区間すなわち新基地局の通信ゾーンと旧基地局の通信ゾーンの境界での通信を改善するための工夫について、図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は新方式の移動局を搭載した列車におけるアンテナの構成と受信部 3 1 B の構成を示したものである。

図 1 0 に示すように、本実施形態では、列車 1 3 の前側と後側にそれぞれ左右一対のアンテナ 1 5 A , 1 5 B と 1 5 C , 1 5 D が設けられている。また、受信部 3 1 B には、上記複数のアンテナ 1 5 A , 1 5 B ; 1 5 C , 1 5 D からの受信信号を選択して新方式の復調部 3 5 A または旧方式の復調部 3 5 B へ伝えるアンテナ選択部 3 8 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

本実施形態においては、列車（移動局）が信号干渉区間以外の区間を走行している時は、動作制御部 3 2 C が全アンテナ 1 5 A , 1 5 B ; 1 5 C , 1 5 D からの受信信号を新方式の復調部 3 5 A または旧方式の復調部 3 5 B へ伝えるようにアンテナ選択部 3 8 を制御する。

一方、列車（移動局）が新基地局の通信ゾーンから旧基地局の通信ゾーンへ移行する際の信号干渉区間に入るか入る直前には、前端側の一対のアンテナ 1 5 A , 1 5 B からの受信信号を旧方式の復調部 3 5 B へ伝え、後側の一対のアンテナ 1 5 C , 1 5 D からの受信信号を新方式の復調部 3 5 A へ伝えるように、動作制御部 3 2 C によってアンテナ選択部 3 8 が切替え制御される。また、制御部 3 2 B によって、復調部 3 5 A からの復調データを出力するように選択部 3 7 が制御される。

【 0 0 3 9 】

また、列車（移動局）が旧基地局の通信ゾーンから新基地局の通信ゾーンへ移行する際の信号干渉区間から出る前には、前側の一対のアンテナ 1 5 A , 1 5 B からの受信信号を新

10

20

30

40

50

方式の復調部 3 5 A へ伝え、後側の一对のアンテナ 1 5 C , 1 5 D からの受信信号を旧方式の復調部 3 5 B へ伝えるように、アンテナ選択部 3 8 が切替え制御される。また、制御部 3 2 B によって、復調部 3 5 B からの復調データを出力するように選択部 3 7 が制御される。

上記のような切替え制御を行うことで、新方式の信号と旧方式の信号とが干渉して通信不能あるいはデータ伝送誤り率が上昇するのを回避することができる。これにより、新旧の信号の干渉区間を短縮することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

なお、上記動作制御部 3 2 C によるアンテナ選択部 3 8 の切替え制御は、例えば動作制御部 3 2 C が自列車の位置を認識しつつ記憶部（メモリ）に記憶されている通信ゾーンの種類（新旧）と位置情報とから、信号干渉区間に進入または退出するタイミングを把握することで実行することができる。

10

また、基地局が列車（移動局）の位置を把握し、列車（移動局）が信号干渉区間に入る直前に基地局側から列車（移動局）へアンテナの切替え信号を送信して、列車側の動作制御部 3 2 C がアンテナ選択部 3 8 の切替え制御を行うように構成しても良い。あるいは、動作制御部 3 2 C は受信信号の状態から信号干渉区間に進入していることが分かるので、信号干渉区間に進入したと判断した時は、記憶部（メモリ）に記憶されている通信ゾーンの情報から選択すべきアンテナを決定してアンテナ選択部 3 8 の切替え制御を行うようにしても良い。

#### 【 0 0 4 1 】

20

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形や変更が可能である。例えば、上記実施形態では、選択部の切替えを制御部が列車位置情報等に基づいて行うようにしているが、手動により選択部の切替えを行うように構成しても良い。

また、上記実施形態では、L C X 方式の列車無線通信システムに適用した場合について説明したが、他の通信方式の列車無線通信システムに適用することも可能である。

さらに、本発明は列車無線通信システムに限定されず、専用路線を有するバスなどの移動体との間の通信を行う無線通信システムにも利用することができる。

#### 【符号の説明】

##### 【 0 0 4 2 】

30

1 0 A , 1 0 B 軌道

1 1 新基地局

1 2 旧基地局

1 3 列車

1 4 A , 1 4 B L C X ケーブル

1 5 A , 1 5 B L C X アンテナ

2 0 地上側装置（基地局）

2 1 送受信部

2 2 制御部

2 5 変調部

40

3 0 車上側装置（移動局）

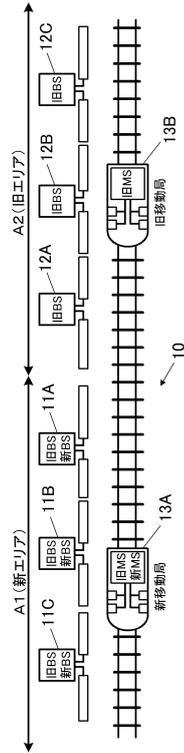
3 1 送受信部

3 2 制御部

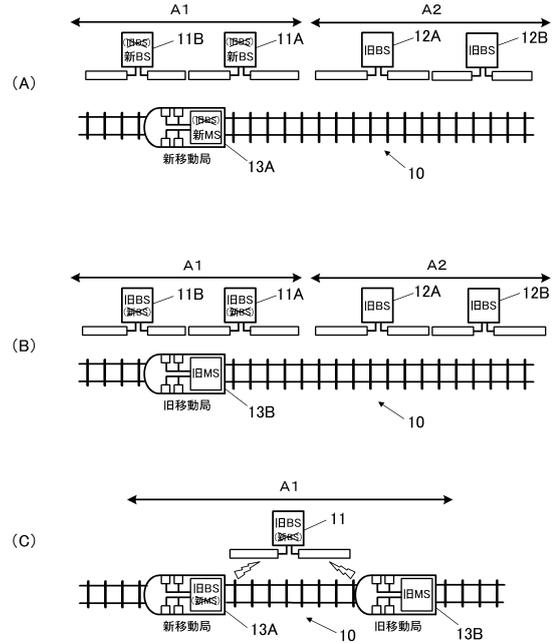
3 5 復調部

50

【図面】  
【図 1】



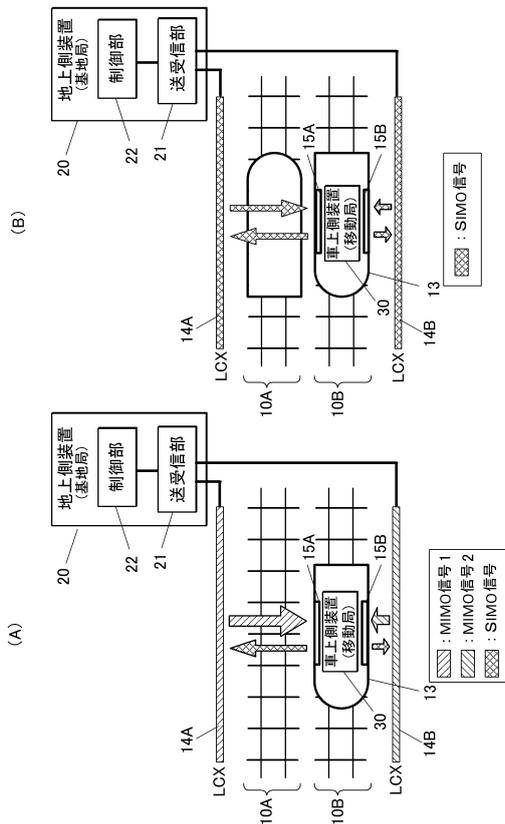
【図 2】



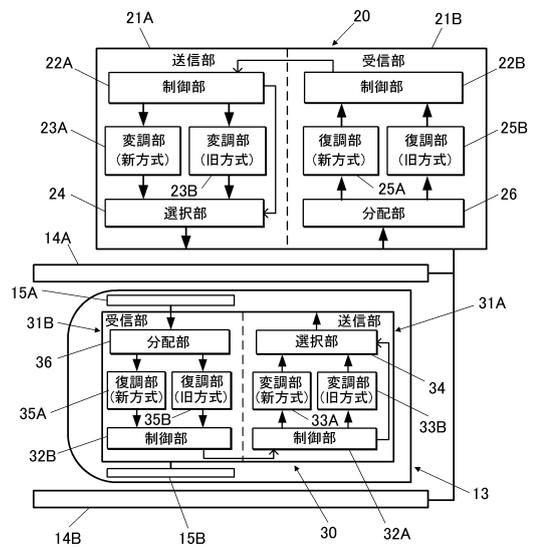
10

20

【図 3】



【図 4】

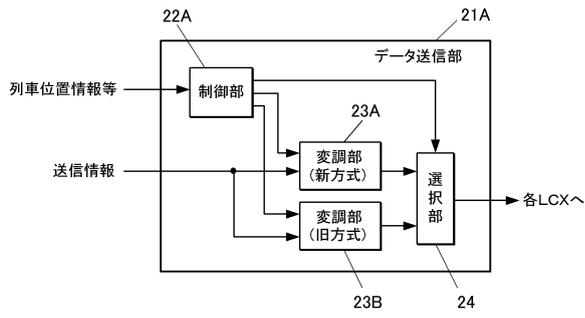


30

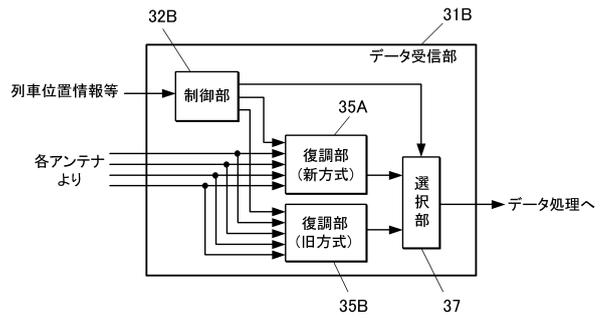
40

50

【図5】

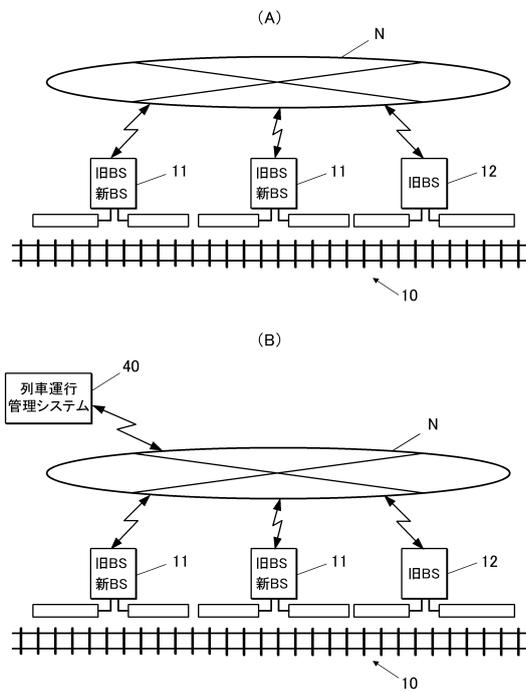


【図6】

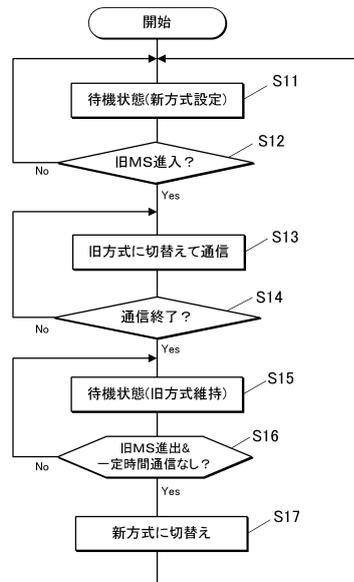


10

【図7】



【図8】



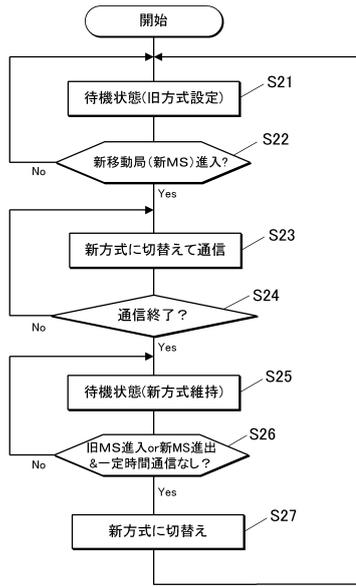
20

30

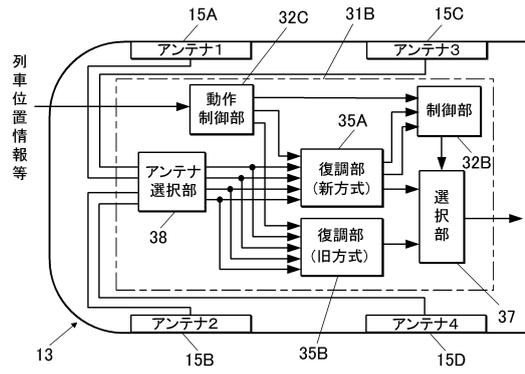
40

50

【 図 9 】



【 図 1 0 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内

審査官 川口 貴裕

- (56)参考文献 特開2007-288305(JP,A)  
特開2001-267977(JP,A)  
特開2006-324958(JP,A)  
特開2008-236552(JP,A)  
特開2012-156902(JP,A)  
特開平10-178383(JP,A)  
特開2007-300420(JP,A)  
国際公開第2009/031659(WO,A1)  
国際公開第2005/081558(WO,A1)  
藤原功三, 在来線列車無線システムII デジタル方式, RFワールド, CQ出版株式会社, 2017年05月01日, 第38号
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H04B 7/06  
H04B 7/0413  
H04B 7/08  
H04B 5/00  
H04W 4/42