

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4863406号  
(P4863406)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl. F I  
**HO 4 B 10/10 (2006.01)** HO 4 B 9/00 R  
**HO 4 B 10/105 (2006.01)**  
**HO 4 B 10/22 (2006.01)**

請求項の数 16 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-528769 (P2008-528769)	(73) 特許権者	000236436
(86) (22) 出願日	平成19年7月20日(2007.7.20)		浜松ホトニクス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/064331		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(87) 国際公開番号	W02008/018281	(74) 代理人	100094983
(87) 国際公開日	平成20年2月14日(2008.2.14)		弁理士 北澤 一浩
審査請求日	平成22年2月3日(2010.2.3)	(74) 代理人	100095946
(31) 優先権主張番号	特願2006-214192 (P2006-214192)		弁理士 小泉 伸
(32) 優先日	平成18年8月7日(2006.8.7)	(74) 代理人	100099829
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 市川 朗子
		(74) 代理人	100135356
			弁理士 若林 邦彦
		(72) 発明者	中嶋 和利
			静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体光通信システム及び移動体光通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の移動体側受光手段(32、132x、132y)を有する移動体(3、103x、103y)と、

該移動体の移動経路(2、102a-102d)に沿って敷設され、該複数の移動体側受光手段が受光可能な光を送出する複数のファイバ側光送出手段(13、113a-113d)を有する光ファイバケーブル(10、110a-110d)と、を備えた移動体光通信システム(1、101)であって、

該複数のファイバ側光送出手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、

該移動体側受光手段は、該移動体の移動方向に沿って、該ファイバ側光送出手段から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ(d)以下の所定間隔で並設されており、

該光ファイバケーブルは、コア(11)と、該コアよりも屈折率が低く該コアに外接したクラッド(12)と、該コアに接して形成され屈折率が該コアの屈折率より低く、かつ該クラッドの屈折率より高い光漏洩部(13、113a-113d)であって該移動体の移動方向に断続的に複数設けられた光漏洩部とを有する漏洩光ファイバケーブルであり、

該光漏洩部は該ファイバ側光送出手段として機能することを特徴とする移動体光通信システム。

【請求項2】

該光漏洩部は該光ファイバケーブルの周方向の一部に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の移動体光通信システム。

【請求項 3】

該複数の光漏洩部のうち、該移動体の移動方向下流側の該光漏洩部の方が上流側の該光漏洩部より光の漏洩率が高いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の移動体光通信システム。

【請求項 4】

該光漏洩部の長手方向の長さは、伝播する光信号の 1 ビットに相当する空間的な長さ以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の移動体光通信システム。

【請求項 5】

該ファイバ側光送出手段は光送信装置 ( 2 2 0、3 2 0 ) であることを特徴とする請求項 1 記載の移動体光通信システム。

【請求項 6】

複数の移動体側受光手段 ( 3 2、1 3 2 x、1 3 2 y ) を有する移動体 ( 3、1 0 3 x、1 0 3 y ) と、

該移動体の移動経路 ( 2、1 0 2 a - 1 0 2 d ) に沿って敷設され、該複数の移動体側受光手段が受光可能な光を送出する複数のファイバ側光送出手段 ( 1 3、1 1 3 a - 1 1 3 d ) を有する光ファイバケーブル ( 1 0、1 1 0 a - 1 1 0 d ) と、を備えた移動体光通信システム ( 1、1 0 1 ) であって、

該複数のファイバ側光送出手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、

該移動体側受光手段は、該移動体の移動方向に沿って、該ファイバ側光送出手段から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ ( d ) 以下の所定間隔で並設されており、

該移動体は、それぞれ該複数の移動体側受光手段 ( 1 3 2 x、1 3 2 y ) を有する複数の移動体 ( 1 0 3 x、1 0 3 y ) を備え、

該移動経路には、1 本の経路が複数の分岐経路 ( 1 0 2 b、1 0 2 c ) に分岐する分岐位置 ( B 1 ) と、該複数の分岐経路が再び 1 本の経路に合流する合流位置 ( B 2 ) が設けられ、

該移動経路は、各区間に該複数の移動体のうち 1 台のみが存在するように設定される複数の区間 ( 1 0 2 a - 1 0 2 d ) を有し、

各分岐経路は、該複数の区間のうちの一区間として機能し、

各区間に 1 対 1 で対応するように複数の基地局 ( 1 0 4 a - 1 0 4 d ) が設けられ、

各区間における該複数のファイバ側光送出手段は対応する該基地局に接続されていることを特徴とする移動体光通信システム。

【請求項 7】

複数の移動体側光送出手段 ( 3 6、1 3 6 x、1 3 6 y ) を有する移動体 ( 3、1 0 3 x、1 0 3 y ) と、

該移動体の移動経路 ( 2、1 0 2 a - 1 0 2 d ) に沿って敷設され、該複数の移動体側光送出手段から送出された光を受光可能な複数のファイバ側受光手段 ( 2 1、1 2 1 a - 1 2 1 d ) を有する光ファイバケーブル ( 1 0、1 1 0 a - 1 1 0 d ) と、を備えた移動体光通信システム ( 1、1 0 1 ) であって、

該複数の移動体側光送出手段は移動体の移動方向に沿って配置され、

該移動体が該移動経路に沿って移動したときに、任意の隣接する 2 つの移動体側光送出手段から該移動経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、各ファイバ側受光手段を通過するように配置されており、

該複数のファイバ側受光手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、

任意の隣接する 2 つの移動体側光送出手段から送出される光の波長は互いに異なっていることを特徴とする移動体光通信システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

該移動体は、それぞれ該複数の移動体側光送出手段（136x、136y）を有する複数の移動体（103x、103y）を備え、

該移動経路には、1本の経路が複数の分岐経路（102b、102c）に分岐する分岐位置（B1）と、該複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置（B2）が設けられ、

該移動経路は、各区間に該複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間（102a - 102d）を有し、

各分岐経路は、該複数の区間のうちの1区間として機能し、

各区間に1対1で対応するように複数の基地局（104a - 104d）が設けられ、

各区間における該複数のファイバ側受光手段は対応する該基地局に接続されていることを特徴とする請求項7記載の移動体光通信システム。

10

## 【請求項 9】

複数の移動体側受光手段（32、132x、132y）と複数の移動体側光送出手段（36、136x、136y）とを有する移動体（3、103x、103y）と、

該移動体の移動経路（2、102a - 102d）に沿って敷設され、該複数の移動体側受光手段が受光可能な光を送出する複数のファイバ側光送出手段（13、113a - 113d）を有する第1の光ファイバケーブル（20、120a - 120d）と、

該複数の移動体側光送出手段から送出された光を受光可能な複数のファイバ側受光手段（21、121a - 121d）を有する第2の光ファイバケーブル（10、110a - 110d）と、を備えた移動体光通信システム（1、101）であって、

20

該複数のファイバ側光送出手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、

該移動体側受光手段は、該移動体の移動方向に沿って、該ファイバ側光送出手段から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ（d）以下の所定間隔で並設されており、

該移動体が該移動経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から該移動経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、各ファイバ側受光手段を通過するように配置されており、

該複数のファイバ側受光手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、

30

任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から送出される光の波長は、互いに異なり、且つファイバ側光送出手段から送出される光の波長とも異なっていることを特徴とする移動体光通信システム。

## 【請求項 10】

該第1の光ファイバケーブルは、コア（11）と、該コアよりも屈折率が低く該コアに外接したクラッド（12）と、該コアに接して形成され屈折率が該コアの屈折率より低く、かつ該クラッドの屈折率より高い光漏洩部であって該移動体の移動方向に断続的に複数設けられた光漏洩部（13）とを有する漏洩光ファイバケーブルであり、

該光漏洩部は該ファイバ側光送出手段として機能することを特徴とする請求項9に記載の移動体光通信システム。

40

## 【請求項 11】

該光漏洩部は該第1の光ファイバケーブルの周方向の一部に設けられていることを特徴とする請求項10記載の移動体光通信システム。

## 【請求項 12】

該複数の光漏洩部のうち、該移動体の移動方向下流側の該光漏洩部の方が上流側の該光漏洩部より光の漏洩率が高いことを特徴とする請求項10記載の移動体光通信システム。

## 【請求項 13】

該ファイバ側光送出手段は光送信装置であることを特徴とする請求項9記載の移動体光通信システム。

50

## 【請求項 14】

該移動体は、それぞれ該複数の移動体側光送出手段（136x、136y）と該複数の移動体側受光手段（132x、132y）とを有する複数の移動体（103x、103y）を備え、

該移動経路には、1本の経路が複数の分岐経路（102b、102c）に分岐する分岐位置（B1）と、該複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置（B2）が設けられ、

該移動経路は、各区間に該複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間（102a - 102d）を有し、

各分岐経路は、該複数の区間のうちの1区間として機能し、

各区間に1対1で対応するように複数の基地局（104a - 104d）が設けられ、各区間における該複数のファイバ側光送出手段及び複数のファイバ側受光手段は対応する該基地局に接続されていることを特徴とする請求項9記載の移動体光通信システム。

## 【請求項 15】

移動体の移動方向に沿って該移動体に設けられた複数の送出位置から光を送出し、該送出された光を、該移動体の経路上に設けられた複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光し、

該移動体の経路上の該複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光された光を、該移動体の経路に沿って伝達する移動体光通信方法において、

該移動体が該移動体の経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から該移動体の経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、該移動体の経路上の各受光位置を通過するように配置されており、

該経路上の該複数の受光位置は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、

任意の隣接する2つの移動体側送出位置から送出される光の波長は互いに異なっていることを特徴とする移動体光通信方法。

## 【請求項 16】

移動体（3、103x、103y）の経路（2、102a - 102d）に沿って光を伝達し、

該移動体の経路上に設けられた複数の送出位置から、該移動体の経路に沿って伝達された光を該移動体に向けて送出し、

該移動体に向けて送出された光を、該移動体の複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光し、

該移動体の移動方向に沿って該移動体に設けられた複数の送出位置から光を送出し、該送出された光を、該移動体の経路上に設けられた複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光し、

該移動体の経路上の該複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光された光を、該移動体の経路に沿って伝達する移動体光通信方法において、

該経路上の該複数の送出位置は、該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で設けられ、

該移動体の該複数の受光位置は、該移動体の移動方向に沿って、該経路上の該複数の送出位置から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ（d）以下の所定間隔で並設され、

該移動体が該移動体の経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から該移動体の経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、該移動体の経路上の各受光位置を通過するように配置されており、

該経路上の該複数の受光位置は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、

任意の隣接する2つの移動体側送出位置から送出される光の波長は、互いに異なり、且つ経路上の送出位置から送出される光の波長とも異なっていることを特徴とする移動体光

10

20

30

40

50

通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体光通信システム及び移動体光通信方法に関し、特に光ファイバを用いた移動体光通信システム及び移動体光送信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の移動体光通信システムとして、漏洩光ファイバを移動体及び移動体の経路に沿って設けたものが知られている。当該移動体光通信システムにおいては、移動体の経路に沿って設けられた漏洩光ファイバから送出された光信号が、移動体の受光部にて受光される。また、移動体に設けられた漏洩光ファイバから送出された光信号が移動体の経路に設けられた受光部にて受光される（例えば、特許文献1参照。）。

10

【特許文献1】特開2004-282685号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、従来の移動体光通信システムでは、漏洩光ファイバの周方向の全方位に、かつ長手方向の全てに渡って光が漏れ出る。そのため、膨大なエネルギーのロスが生じ、それを補うために非常識的な強度の光信号を漏洩光ファイバに送り込み続けなければならなかった。

20

【0004】

すなわち、漏洩光ファイバからは、ファイバ軸全体から常に光が漏洩しているのに対し、移動体に設けられた受光部は、そのわずか一部のみを受光しているに過ぎない。それでもS/Nを確保するためにはある量以上の強度をファイバに送らなければならず、そのために光源が必要とするパワーは、計算上数ワットにもものぼる。

【0005】

例えば、受光部を半導体素子で構成した場合、受光素子の大きさは直径0.1mm程度となる。これは受光素子の大きさが大きすぎるとブロードバンドに必要なギガビットクラスの通信には使えないためである。この受光素子を移動体に1mおきに設置すると仮定すると、光の利用効率は0.1mm/1mで1万分の1にしかない。また漏洩率として、100mで光が漏洩し尽くすと仮定し、外乱光の影響を考慮して必要なS/Nを確保するために、受光部に1μWの光量が必要と仮定する。このときの投入パワーは1μW/0.1mm×100mで1Wも必要になる。当然ながら、信号光は100m毎に増幅しなければならない。

30

【0006】

すなわち、沿線100mに渡り、直径0.1mmの受光素子を乗せた移動体が軌道上のどこを走っていても、受光素子に1μWの到達が必要となる。軌道がほぼ直線と仮定した場合、直径0.1mmの受光素子が軌道に沿って走る面積は、100m×0.1mm、即ち、 $10^{-2} \text{ m}^2$ である。この $10^{-2} \text{ m}^2$ の中のどの位置に受光面直径0.1mmすなわち受光面積 $0.00785 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ の受光素子があっても、1μWが入射していなければならない。したがって、光ファイバから漏洩された光が広がらないと仮定しても、投入パワーは最低でも、 $1 \mu\text{W} \times 10^{-2} \text{ m}^2 \div 0.00785 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 1.27 \text{ W}$ が必要となる。実際には、光ファイバから漏洩された光は空間的に広がるため、この何倍ものパワーを投入しなければならない。

40

【0007】

また、漏洩光の広がりを考慮する必要がある。漏洩光はファイバから放射された瞬間から空間的に広がってしまう。信号光はファイバ中を時系列のパターンとして伝播してくるビット列である。例えば1Gb/s（毎秒1ギガビット）の信号の場合、20~30cm毎のビット列となっている。これが空間的に広がることは、時間的な歪みを生じることに

50

相当するので、ビットエラーの増大につながることになる。

【0008】

そこで本発明は、効率的に光を送受信することによりエネルギーロスを減少させることが可能な移動体光通信システム及び移動体光通信方法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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は、複数の移動体側受光手段を有する移動体と、該移動体の移動経路に沿って敷設され、該複数の移動体側受光手段が受光可能な光を送出する複数のファイバ側光送出手段を有する光ファイバケーブルと、を備えた移動体光通信システムであって、該複数のファイバ側光送出手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、該移動体側受光手段は、該移動体の移動方向に沿って、該ファイバ側光送出手段から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設されており、該光ファイバケーブルは、コアと該コアよりも屈折率が低く該コアに外接したクラッドと、該コアに接して形成され屈折率が該コアの屈折率より低く、かつ該クラッドの屈折率より高い光漏洩部であって、該移動体の移動方向に断続的に複数設けられた光漏洩部とを有する漏洩光ファイバケーブルであり、該光漏洩部は該ファイバ側光送出手段として機能することを特徴とする移動体光通信システムを提供している。

10

【0010】

ここで、該光漏洩部は該光ファイバケーブルの周方向の一部に設けられていることが好ましい。さらに、該複数の光漏洩部のうち、該移動体の移動方向下流側の該光漏洩部の方が上流側の該光漏洩部より光の漏洩率が高いことが好ましい。さらに、該光漏洩部の長手方向の長さは、伝播する光信号の1ビットに相当する空間的な長さ以下であることが好ましい。あるいは、該ファイバ側光送出手段は光送信装置であることが好ましい。

20

【0011】

また、本発明は、複数の移動体側受光手段を有する移動体と、該移動体の移動経路に沿って敷設され、該複数の移動体側受光手段が受光可能な光を送出する複数のファイバ側光送出手段を有する光ファイバケーブルと、を備えた移動体光通信システムであって、該複数のファイバ側光送出手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、該移動体側受光手段は、該移動体の移動方向に沿って、該ファイバ側光送出手段から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設されており、該移動体は、それぞれ該複数の移動体側受光手段を有する複数の移動体を備え、該移動経路には、1本の経路が複数の分岐経路に分岐する分岐位置と、該複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置が設けられ、該移動経路は、各区間に該複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間を有し、各分岐経路は、該複数の区間のうちの1区間として機能し、各区間に1対1で対応するように複数の基地局が設けられ、各区間における該複数のファイバ側光送出手段は対応する該基地局に接続されていることを特徴とする移動体光通信システムを提供している。

30

40

【0012】

また、本発明は、複数の移動体側光送出手段を有する移動体と、該移動体の移動経路に沿って敷設され、該複数の移動体側光送出手段から送出された光を受光可能な複数のファイバ側受光手段を有する光ファイバケーブルと、を備えた移動体光通信システムであって、該複数の移動体側光送出手段は移動体の移動方向に沿って配置され、該移動体が該移動経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から該移動経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、各ファイバ側受光手段を通過するように配置されており、該複数のファイバ側受光手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から送出される光の波長は互いに異なっていることを特徴とする移動体光通信システ

50

ムを提供している。

【0014】

さらに、該移動体は、それぞれ該複数の移動体側光送出手段を有する複数の移動体を備え、該移動経路には、1本の経路が複数の分岐経路に分岐する分岐位置と、該複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置が設けられ、該移動経路は、各区間に該複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間を有し、各分岐経路は、該複数の区間のうちの一区間として機能し、各区間に1対1で対応するように複数の基地局が設けられ、各区間における該複数のファイバ側受光手段は対応する該基地局に接続されていることが好ましい。

10

【0015】

さらに本発明は、複数の移動体側受光手段と複数の移動体側光送出手段とを有する移動体と、該移動体の移動経路に沿って敷設され、該複数の移動体側受光手段が受光可能な光を送出する複数のファイバ側光送出手段を有する第1の光ファイバケーブルと、該複数の移動体側光送出手段から送出された光を受光可能な複数のファイバ側受光手段を有する第2の光ファイバケーブルと、を備えた移動体光通信システムであって、該複数のファイバ側光送出手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、該移動体側受光手段は、該移動体の移動方向に沿って、該ファイバ側光送出手段から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設されており、該移動体が該移動経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から該移動経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、各ファイバ側受光手段を通過するように配置されており、該複数のファイバ側受光手段は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から送出される光の波長は、互いに異なり、且つファイバ側光送出手段から送出される光の波長とも異なっていることを特徴とする移動体光通信システムを提供している。

20

【0017】

ここで、該第1の光ファイバケーブルは、コアと、該コアよりも屈折率が低く該コアに外接したクラッドと、該コアに接して形成され屈折率が該コアの屈折率より低く、かつ該クラッドの屈折率より高い光漏洩部であって該移動体の移動方向に断続的に複数設けられた光漏洩部とを有する漏洩光ファイバケーブルであり、該光漏洩部は該ファイバ側光送出手段としているのが好ましい。また、該光漏洩部は該第1の光ファイバケーブルの周方向の一部に設けられていることが好ましい。さらに、該複数の光漏洩部のうち、該移動体の移動方向下流側の該光漏洩部の方が上流側の該光漏洩部より光の漏洩率が高いことが好ましい。あるいは、該ファイバ側光送出手段は光送信装置であることが好ましい。

30

【0018】

また、該移動体は、それぞれ該複数の移動体側光送出手段と該複数の移動体側受光手段とを有する複数の移動体を備え、該移動経路には、1本の経路が複数の分岐経路に分岐する分岐位置と、該複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置が設けられ、該移動経路は、各区間に該複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間を有し、各分岐経路は、該複数の区間のうちの一区間として機能し、各区間に1対1で対応するように複数の基地局が設けられ、各区間における該複数のファイバ側光送出手段及び複数のファイバ側受光手段は対応する該基地局に接続されていることが好ましい。

40

【0020】

また、本発明は、移動体の移動方向に沿って該移動体に設けられた複数の送出位置から光を送出し、該送出された光を、該移動体の経路上に設けられた複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光し、該移動体の経路上の該複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光された光を、該移動体の経路に沿って伝達する移動体光通信方法において、該移動体が該移動体の経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移

50

動体側送出位置から該移動体の経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、該移動体の経路上の各受光位置を通過するように配置されており、該経路上の該複数の受光位置は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から送出される光の波長は互いに異なっていることを特徴とする移動体光通信方法を提供している。

#### 【0022】

また、本発明は、移動体の経路に沿って光を伝達し、該移動体の経路上に設けられた複数の送出位置から、該移動体の経路に沿って伝達された光を該移動体に向けて送出し、該移動体に向けて送出された光を、該移動体の複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光し、該移動体の移動方向に沿って該移動体に設けられた複数の送出位置から光を送出し、該送出された光を、該移動体の経路上に設けられた複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光し、該移動体の経路上の該複数の受光位置のうち少なくとも一つの受光位置で受光された光を、該移動体の経路に沿って伝達する移動体光通信方法において、該経路上の該複数の送出位置は、該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で設けられ、該移動体の該複数の受光位置は、該移動体の移動方向に沿って、該経路上の該複数の送出位置から該移動体に照射された光像の該移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設され、該移動体が該移動体の経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から該移動体の経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、該重なる領域は、該移動体の経路上の各受光位置を通過するように配置されており、該経路上の該複数の受光位置は該移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されており、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から送出される光の波長は、互いに異なり、且つ経路上の送出位置から送出される光の波長とも異なっていることを特徴とする移動体光通信方法を提供している。

#### 【発明の効果】

#### 【0024】

請求項1記載の移動体光通信システムによれば、複数のファイバ側光送出手段は移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設され、移動体側受光手段は、移動体の移動方向に沿って、ファイバ側光送出手段から移動体に照射された光像の移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設されている。このため、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、ファイバ側光送出手段から送出された光を複数の移動体側受光手段のうち少なくとも一つの移動体側受光手段で確実に受信することができる。よって、シームレスなダウンリンクが達成される。また、光ファイバケーブルは漏洩光ファイバケーブルであるため、装置の設置が容易になり、装置の設置にかかる費用を抑えられる。

#### 【0026】

請求項2記載の移動体光通信システムによれば、光漏洩部は光ファイバケーブルの周方向の一部に設けられている。このため光漏洩部から漏れ出る光の量を周方向に関して限定することができる。これにより、光の無駄な漏洩を減らすことが出来、長距離に渡って光信号を伝播させることができる。

#### 【0027】

請求項3記載の移動体光通信システムによれば、移動体の移動方向下流側の光漏洩部の方が上流側の光漏洩部より光の漏洩率が高くなっている。このため各光漏洩部から漏れ出る光の量を一定にすることができる。よって、安定した光通信が達成される。

#### 【0028】

請求項4記載の移動体光通信システムによれば、光漏洩部の長手方向の長さは、伝播する光信号の1ビットに相当する空間的な長さ以下であるため、複数個のビット信号が一度

10

20

30

40

50

に空間に放射されることはない。よって、信号の歪みのない安定したダウンリンクが達成できる。

【 0 0 2 9 】

請求項 5 記載の移動体光通信システムによれば、ファイバ側光送出手段は光送信装置であるため、エラーの少ない精度のよい光通信が達成される。

【 0 0 3 0 】

請求項 6 記載の移動体光通信システムによれば移動経路には、移動体は、それぞれ複数の移動体側受光手段を有する複数の移動体を備えている。1本の経路が複数の分岐経路に分岐する分岐位置と、複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置が設けられている。そして、移動経路は、各区間に複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間を有している。また、各分岐経路は、該複数の区間のうちの1区間として機能する。さらに、各区間に1対1で対応するように複数の基地局が設けられている。各区間における複数のファイバ側光送出手段は対応する基地局に接続されている。このため、分岐経路を有する移動経路において、複数の車両の間で混線がないダウンリンクを行うことができる。また、複数の車両が独立してシームレスなダウンリンクを行うことができる。

10

【 0 0 3 1 】

請求項 7 記載の移動体光通信システムによれば、複数の移動体側光送出手段は移動体の移動方向に沿って配置されている。移動体が移動経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から移動経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、重なる領域は、各ファイバ側受光手段を通過するように配置されている。複数のファイバ側受光手段は移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されている。このため、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、複数の移動体側光送出手段のうち少なくとも一つの移動体側光送出手段から送出された光がファイバ側受光手段に受信される。よって、シームレスなアップリンクを達成できる。また、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から送出される光の波長は互いに異なっている。このため、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から照射される光による干渉ノイズを避けることができる。よって、ファイバ側受光手段は確実に移動体側光送出手段から送出される光を受光する。従って、混線のないアップリンクを達成できる。

20

30

【 0 0 3 3 】

請求項 8 記載の移動体光通信システムによれば移動経路には、移動体は、それぞれ複数の移動体側光送出手段を有する複数の移動体を備えている。1本の経路が複数の分岐経路に分岐する分岐位置と、複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置が設けられている。そして、移動経路は、各区間に複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間を有している。また、各分岐経路は、該複数の区間のうちの1区間として機能する。さらに、各区間に1対1で対応するように複数の基地局が設けられている。各区間における複数のファイバ側光受光手段は対応する基地局に接続されている。このため、分岐経路を有する移動経路において、複数の車両の間で混線がないアップリンクを行うことができる。また、複数の車両が独立してシームレスなアップリンクを行うことができる。

40

【 0 0 3 4 】

請求項 9 記載の移動体光通信システムによれば、複数のファイバ側光送出手段は移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されている。移動体側受光手段は、移動体の移動方向に沿って、ファイバ側光送出手段から移動体に照射された光像の移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設されている。さらに、移動体が移動経路に沿って移動

50

したときに、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から移動経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、重なる領域は、各ファイバ側受光手段を通過するように配置されている。複数のファイバ側受光手段は移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されている。このため、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、光送出手段から送出された光を複数の移動体側受光手段のうち少なくとも一つの移動体側受光手段で確実に受信することができる。また、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、複数の移動体側光送出手段のうち少なくとも一つの移動体側光送出手段から送出された光がファイバ側受光手段に受信される。従って、シームレスな双方向通信を達成できる。また、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から送出される光の波長は、互いに異なり、且つファイバ側光送出手段から送出される光の波長とも異なっている。このため、任意の隣接する2つの移動体側光送出手段から照射される光及びファイバ側光送出手段から送出される光による干渉ノイズを避けることができる。よって、ファイバ側受光手段は確実に移動体側光送出手段から送出される光を受光し、移動体側受光手段はファイバ側光送出手段から送出される光を確実に受光することができる。従って、混線のない双方向通信を達成できる。

10

## 【0036】

請求項10記載の移動体光通信システムによれば、光ファイバケーブルは漏洩光ファイバケーブルであるため、装置の設置が容易になり、装置の設置にかかる費用を抑えられる。

20

## 【0037】

請求項11記載の移動体光通信システムによれば、光漏洩部は光ファイバケーブルの周方向の一部に設けられている。このため光漏洩部から漏れ出る光の量を周方向に関して限定することができる。これにより、光の無駄な漏洩を減らすことが出来、長距離に渡って光信号を伝播させることができる。

## 【0038】

請求項12記載の移動体光通信システムによれば、移動体の移動方向下流側の光漏洩部の方が上流側の光漏洩部より光の漏洩率が高くなっている。このため各光漏洩部から漏れ出る光の量を一定にすることができる。よって、安定した光通信が達成される。

30

## 【0039】

請求項13記載の移動体光通信システムによれば、ファイバ側光送出手段は光送信装置であるため、エラーの少ない精度のよい光通信が達成される。

## 【0040】

請求項14記載の移動体光通信システムによれば移動経路には、移動体は、それぞれ複数の移動体側光送出手段と複数の移動体側受光手段とを有する複数の移動体を備えている。1本の経路が複数の分岐経路に分岐する分岐位置と、複数の分岐経路が再び1本の経路に合流する合流位置が設けられている。そして、移動経路は、各区間に複数の移動体のうち1台のみが存在するように設定される複数の区間を有している。また、各分岐経路は、該複数の区間のうちの一区間として機能する。さらに、各区間に1対1で対応するように複数の基地局が設けられている。各区間における複数のファイバ側光送出手段および複数のファイバ側光受光手段は対応する基地局に接続されている。このため、分岐経路を有する移動経路において、複数の車両の間で混線がない双方向通信を行うことができる。また、複数の車両が独立してシームレスな双方向通信を行うことができる。

40

## 【0042】

請求項15記載の移動体光通信方法によれば、移動体が移動体の経路に沿って移動した

50

ときに、任意の隣接する2つの移動体側光送出位置から移動体の経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、重なる領域は、移動体の経路上の各受光位置を通過するように配置されている。経路上の複数の受光位置は移動体の移動方向における長さ以下の間隔で並設されている。このため、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、複数の移動体の光送出位置のうち少なくとも一つの移動体の光送出位置から送出された光が経路上の受光位置に受信される。よって、シームレスなアップリンクが達成される。また、任意の隣接する2つの移動体側光送出位置から送出される光の波長は互いに異なっている。このため、任意の隣接する2つの移動体の送出位置から照射される光による干渉ノイズを避けることができ、経路上の受光位置は確実に移動体の送出位置から送出される光を受光する。従って、混線のないアップリンクを達成できる。

10

#### 【0044】

請求項16記載の移動体光通信方法によれば、経路上の複数の送出位置は、移動体の移動方向における長さ以下の間隔で設けられている。移動体の複数の受光位置は、移動体の移動方向に沿って、経路上の複数の送出位置から移動体に照射された光像の移動体の移動方向における長さ以下の所定間隔で並設されている。移動体が移動体の経路に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から移動体の経路に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、重なる領域は、移動体の経路上の各受光位置を通過するように配置されている。経路上の複数の受光位置は移動体の長さ以下の間隔で並設されている。このため、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、経路上の送出位置から送出された光を複数の移動体の受光位置のうち少なくとも一つの移動の受光位置で確実に受信することができる。また、移動体が移動体の経路上のいずれの地点にいても、複数の移動体の光送出位置のうち少なくとも一つの移動体の光送出位置から送出された光が、経路上の受光位置に受信される。よって、シームレスな双方向通信が達成される。さらに、任意の隣接する2つの移動体側送出位置から送出される光の波長は、互いに異なり、且つ経路上の送出位置から送出される光の波長とも異なっている。このため、任意の隣接する2つの移動体の送出位置から照射される光及び経路上の送出位置から送出される光による干渉ノイズを避けることができる。よって、経路上の受光位置は確実に少なくとも一つの移動体の送出位置から送出される光を受光し、少なくとも一つの移動体の受光位置は確実に経路上の送出位置から送出される光を受光する。従って、混線のない双方向を達成できる。

20

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0046】

【図1】本発明の第1の実施の形態による移動体光通信システムの全体構成を示す説明図である。

【図2】第1の実施の形態による移動体光通信システムに用いられる漏洩光ファイバの構造を示す斜視図である。

【図3】図2の漏洩光ファイバを光軸方向に直交する方向に切断した面による断面図である。

40

【図4】第1の実施の形態による移動体光通信システムに用いられる漏洩光ファイバの光漏洩部から照射される光の軌跡を示す側面図である。

【図5】第1実施の形態による移動体光通信システムに用いられる光ファイバの構成を示す説明図である。

【図6】第1の実施の形態による移動体光通信システムにおいて、車両側に設けられた光送信装置から照射される光の軌跡を示す側面図である。

【図7】第2の実施の形態による移動体光通信システムの全体構成を示す説明図である。

【図8】変更例による光送信装置の構成を示す説明図である。

【図9】別の変更例による光送信装置の構成を示す説明図である。

【符号の説明】

50

## 【 0 0 4 7 】

1・・・移動体光通信システム、 2・・・線路、 3・・・車両、  
 4・・・基地局、 5・・・中継局、  
 6・・・インターネット公衆基地局、 10・・・漏洩光ファイバ、  
 11・・・コア、 12・・・クラッド、  
 13・・・光漏洩部、 20・・・光ファイバ、  
 21・・・受光装置、 25・・・信号生成装置、  
 31・・・受信用光ファイバ、 32・・・受光装置、  
 33・・・復調装置、 34・・・送信用光ファイバ、  
 35・・・信号生成装置、 36・・・光送信装置、

101・・・移動体光通信システム、  
 102a～102d・・・線路、  
 103x, 103y・・・車両、  
 104a～104d・・・基地局、  
 105・・・中継局、 106・・・インターネット公衆基地局、  
 110a～110d・・・漏洩光ファイバ、  
 113a～113d・・・光漏洩部、  
 120a～120d・・・光ファイバ、  
 121a～121d・・・受光装置、  
 220, 320・・・光送信装置、  
 131x, 131y・・・受信用光ファイバ、  
 133x, 133y・・・復調装置、  
 134x, 134y・・・送信用光ファイバ、  
 135x, 135y・・・信号生成装置、  
 136x, 136y・・・光送信装置  
 P1・・・軌跡、 P2・・・軌跡。

10

20

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 4 8 】

本発明の第1の実施の形態による移動体光通信システムについて図1乃至図6に基づき説明する。本実施の形態による移動体光通信システム1は、新幹線などの鉄道車両と、インターネットなどのネットワークとの間で高速通信を行うためのシステムである。図1は移動体光通信システム1の全体構成を示す説明図である。移動体光通信システム1は線路2、車両3、複数の基地局4、中継局5、インターネット公衆基地局6を備えている。線路2に沿って複数の漏洩光ファイバ10、複数の光ファイバ20、複数の受光装置21が設けられている。

30

## 【 0 0 4 9 】

車両3は線路2に沿って移動する。車両3には、受信用光ファイバ31、複数の受光装置32、復調装置33、送信用光ファイバ34、信号生成装置35、複数の光送信装置36が設けられている。

## 【 0 0 5 0 】

複数の基地局4は線路上に一定の間隔で設けられている。基地局4はそれぞれ中継局5にネットワーク回線によって接続されている。中継局5はインターネット公衆基地局6にネットワーク回線によって接続されている。複数の基地局4が設けられる間隔は、線路上に複数の車両が存在する場合、複数の車両の間で信号が混線しないように、各基地局4の間に車両3が最大でも1台のみ存在するような間隔であればよい。例えば、新幹線などの鉄道車両において、車両の現在位置はATC(自動列車制御装置)によって常時監視されており、その制御区間内には必ず一台の車両しか走行していない。このため、本実施の形態でも、ATCが設置された箇所に基地局4を設置するのが好適である。例えば、新幹線などで設置されているATCは主として3000m間隔で設置されており、ATCの集中制御方式では主として20km毎に複数のATCを集中制御している。よって本実施の形

40

50

態においても、例えば、基地局 4 は 3 0 0 0 m 毎に設置され、複数の基地局 4 を束ねる中継局 5 は 2 0 k m 毎に設置されるのが好適である。

【 0 0 5 1 】

以下では、車両 3 の移動方向（図 1）に関して上流側を単に上流側と表し、車両 3 の移動方向に関して下流側を単に下流側と表す。

【 0 0 5 2 】

まず、ダウンリンク、即ち線路 2 側に設けられた漏洩光ファイバ 1 0 から車両 3 に光を送信するための構成について説明する。

【 0 0 5 3 】

各漏洩光ファイバ 1 0 は隣接する 2 つの基地局 4 の間に敷設されている。2 つの基地局 4 のうち上流側もしくは下流側いずれか一方の基地局 4 に漏洩光ファイバ 1 0 が接続されている。本実施の形態では、漏洩光ファイバ 1 0 は上流側の基地局 4 に接続されているとする。基地局 4 は漏洩光ファイバ 1 0 に光信号を送信する。

10

【 0 0 5 4 】

図 2 は漏洩光ファイバ 1 0 の構造を示す斜視図である。図 3 は漏洩光ファイバ 1 0 を光軸方向（車両 3 の移動方向）に直交する方向に切断した面による断面図である。漏洩光ファイバの長手方向は車両 3 の移動方向と等しい。

【 0 0 5 5 】

図 2、図 3 に示すように、漏洩光ファイバ 1 0 はコア 1 1、クラッド 1 2、光漏洩部 1 3 を備えている。コア 1 1 は漏洩光ファイバ 1 0 の中心部分に設けられている。クラッド 1 2 はコア 1 1 に外接している。光漏洩部 1 3 はコア 1 1 に接して、コア 1 1 の周方向の一部に設けられている。図 2 に示すように、光漏洩部 1 3 は長手方向に沿って断続的に複数、例えば光漏洩部 1 3 A、1 3 B、1 3 C のように設けられている。漏洩光ファイバ 1 0 内の光の伝播方向と車両 3 の進行方向とは同じである。この場合、光漏洩部 1 3 A が設けられた方を上流側、1 3 C が設けられた方を下流側とする。

20

【 0 0 5 6 】

例えば車両 3 の移動方向における長さ（車両 3 の長さ）を 4 0 0 m とした場合、光漏洩部 1 3 は車両 3 の移動方向の長さ 4 0 0 m 以下の間隔で設けられており、漏洩光ファイバ 1 0 は光漏洩部 1 3 が設けられた箇所が移動する車両 3 の底面と対向するように上を向くように敷設されている。図 1 に示すように、基地局 4 の近傍で、車両 3 の移動方向に関して上流側の線路 2 上には漏洩光ファイバ 1 0 が設けられていない区間 4 1 が存在する。このような区間 4 1 においても、基地局 4 の上流側であって基地局 4 に最も近い光漏洩部 1 3 と、基地局 4 の下流側であって基地局 4 に最も近い光漏洩部 1 3 との距離は車両 3 の移動方向の長さ以下である。即ち、線路 2 上には、光漏洩部 1 3 が車両 3 の長さより短い間隔で必ず存在する。

30

【 0 0 5 7 】

光漏洩部 1 3 の漏洩率を  $L$  とする。漏洩率  $L$  はコア 1 1 内を進行する光の量に対する、光漏洩部 1 3 から漏れ出る光の量の割合である。各光漏洩部 1 3 の漏洩量を一定にするために、下流側に行くほど漏洩率を漸次増加させる。すなわち、漏洩光ファイバ 1 0 の上流から数えて  $i$  番目の光漏洩部 1 3 の漏洩率  $L_i$  が  $L_i = L_{i-1} / (1 - L_{i-1})$  となるように、あるいは 1 番目の光漏洩部 1 3 A の漏洩率を  $L_1$  とした場合に、 $L_i$  が  $L_i = 1 / (1 - (i - 1) * L_1)$  となるように、漏洩率を変化させる。例えば、光ファイバ 1 0 への光信号の投入量を 1 0 mW とし、各光漏洩部 1 3 における漏洩量を 5 0  $\mu$ W 一定とした場合、光漏洩部 1 3 A の漏洩率は 0 . 5 %、光漏洩部 1 3 B の漏洩率は 0 . 5 0 2 5 %、光漏洩部 1 3 C の漏洩率は 0 . 5 0 5 1 %、となるように、漸次増加させて設置する。漏洩率  $L_i$  は、例えば光漏洩部 1 3 の屈折率または大きさを変化させることにより調整する。

40

【 0 0 5 8 】

また、車両 3 の移動方向における光漏洩部 1 3 の長さは、伝送レートの 1 ビット分の波長の長さ以下とする。もし光漏洩部 1 3 の長さが伝送レートの 1 ビット分の光信号の空間

50

的な長さ以上になると、複数個のビット信号が一度に空間に放射される。これらの複数のビット信号が空間的に混じりあってしまった場合には信号の歪みが生じてしまい、ビットエラーの可能性が非常に大きくなってしまう。漏洩光ファイバ10の伝送レートを1Gb/sとすると、1ビットに相当する光信号の空間的な長さはおよそ20~30cm程度である。このため光漏洩部13の長手方向の長さも1ビットに相当する光信号の空間的な長さ以下とするのが好ましい。

#### 【0059】

車両3の底面には、複数の受光装置32が漏洩光ファイバ10に対向して配置されている。複数の受光装置32は、一定の長さd(図4)以下の間隔で車両3の移動方向に沿って、車両3の移動方向全体にわたって配置されている。受光装置32は、例えば半導体受光素子と、信号波形整形装置及び半導体レーザとで構成される。受光装置32は、漏洩光ファイバ10の光漏洩部13から照射された光を、半導体受光素子で一旦電気信号に変換し、信号波形を整形した後、半導体レーザにより電気信号を光信号に再び変換して出力する。図4は漏洩光ファイバ10から照射された光の軌跡P1を車両3の移動方向及び上下方向に直交する方向から見た側面図である。図4に示すように、光漏洩部13から照射された光が受光装置32(32A, 32B, 32C, 32D)で受光される。長さdは以下のようにして決定される。側面(車両3の移動方向および上下方向と直交する方向)から見ると光の軌跡P1は略三角形形状である。この光が車両3に照射され光像が形成される。この光像の車両3の移動方向における長さがdである。

#### 【0060】

図1及び図5に示されるように、複数の受光装置32は光ファイバ31によって復調装置33に接続されている。図1では、複数の受光装置32が一本の光ファイバ31で接続されているように見えるが、実際には図5に示されるように各受光装置32(32A, 32B, 32C)は、複数の光ファイバ31(31A, 31B, 31C)によりそれぞれ独立して復調装置33に接続されている。各受光装置32で受光された信号は復調装置33に送られる。復調装置33は信号の波形を再生する。各光ファイバ31は同じ材質で作られている。また、図5に示すように、各光ファイバ31は屈曲して配線されることにより、同じ長さとなるように構成されている。このため、同時刻に各受光装置32で受信された光信号は同時に復調装置33に辿り着く。よって、各受光装置32から送られてくる光信号にズレがないため、復調装置33で信号の再生を容易に行うことができる。

#### 【0061】

次に、アップリンク、即ち車両3から線路2側の光ファイバ20に光を送信するための構成について説明する。

#### 【0062】

図1に示されるように、車両3には信号生成装置35が設けられている。車両3の底面には複数の光送信装置36が車両3の移動方向に沿って、車両3の長さ全体に渡って配置されている。また複数の光送信装置36は車両3の移動方向に沿って、所定の間隔で設けられている。各光送信装置36は信号生成装置35と光ファイバ34により接続されている。

#### 【0063】

線路2上の受光装置21は、車両3の移動方向の長さより短い間隔で設けられている。本実施の形態では光漏洩部13と受光装置21とは同じ箇所に配置されている。すなわち、各受光装置21間の間隔と各光漏洩部13間の間隔は同じになっている。受光装置21は車両3の移動により、光送信装置36に対向可能な位置に設けられている。隣接する2つの基地局4の間に存在する全ての受光装置21は、隣接する基地局4のうち上流側の基地局4に光ファイバ20によって接続されている。受光装置21は、例えば半導体受光素子と、信号波形整形装置及び半導体レーザとで構成される。受光装置21は、光送信装置36から照射された光を、半導体受光素子で一旦電気信号に変換し、信号波形を整形した後、半導体レーザにより電気信号を光信号に再び変換して出力する。また、図5に示した光ファイバ31と同様に、実際には図6に示すように、各受光装置21(21A, 21B

)は複数の光ファイバ20(20A, 20B)によりそれぞれ独立して基地局4に接続されている。各光ファイバ20は同じ材質で作られている。図5に示す光ファイバ31と同様に、各光ファイバ20は一部を屈曲して配線されることにより、同じ長さとなるように構成されている。このため、同時刻に各受光装置21で受信された光信号は同時に基地局4に辿り着く。よって、各受光装置21から送られてくる光信号にズレがないため、ビットエラーの少ない光通信が達成される。

#### 【0064】

図6は、光送信装置36から照射された光の軌跡P2を示す側面図である。側面(車両3の移動方向及び上下方向に直交する方向)から見ると光の軌跡P2は略三角形状をしている。この光が線路2上に照射され光像を形成する。図6に示すように、隣り合う光送信装置36は、それぞれの光送信装置36から線路上に設置された受光装置21(21A, 21B)に照射された場合には、その光像が、車両3の移動方向において受光装置21上で重なるように配置されている。言い換えれば、車両3が線路2に沿って移動したときに任意の隣接する2つの光送信装置36から線路2に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、その重なる領域は、各受光装置21を通過するように配置されている。また、車両3側の隣り合った2つの光送信装置36から放射される光(2ビーム)と、線路2側の光漏洩部13から放射される光(1ビーム)との、少なくとも3ビームの波長は、干渉ノイズを避けるために互いに異なっている。即ち、任意の隣接する2つの光送信装置36から照射される光の波長は、互いに異なり、且つ光漏洩部13から送出される光の波長とも異なっている。

#### 【0065】

上記説明した移動体光通信システム1の構成によれば、基地局4から送信された光は、コア11とクラッド12の間で反射を繰り返しながらコア11の内部を進行する。光漏洩部13に入射した光の一部は漏洩光ファイバ10の外部へと漏れ出る。外部に漏れ出た光は車両3の受光装置32で受光される。受光された光は光ファイバ31を介して復調装置33に伝送され、復調装置33で光信号が再生される。復調装置33で再生された光信号は車両3内の図示しない端末に送られる。一方、車両3の信号生成装置35によって生成された光信号は光送信装置36から線路2側へと照射される。照射された光信号は受光装置21で受光され光ファイバ20を介して基地局4へと送られる。基地局4から中継局5に送られた信号は、復調装置(図示せず)で復調されて、インターネットなどのネットワークに送出される。

#### 【0066】

本実施の形態ではATCと基地局4は同じ位置に設けられている。つまり、隣接する2つの基地局4の間には車両3は最大でも1台しか存在しない。このような場合には以下のような切れ目のない通信の受け渡し(ハンドオーバー)が可能になる。隣接する2つの基地局4のうち車両3の移動方向上流側の基地局4を上流側基地局4とし、他方の基地局4を下流側基地局4と表現する。車両3は、上流側基地局4と下流側基地局4との間を走行し、上流側基地局4と通信を行っている。車両3が下流側基地局4を通過中であることをATCが判断すると同時に、下流側基地局4は、下流側基地局4に接続された漏洩光ファイバ10に車両3向けの光信号を送る。同時に下流側基地局4は各受光装置21で受信される光信号を処理するように設定される。これにより下流側基地局4と車両3との通信の準備が完了する。ただしこの段階では、それまで通信を行っていた上流側基地局4でも、車両3との間の通信を続けている。この通信は、車両3が下流側基地局4を通過した後に終了してもよいし、次の車両3が進入してきて、その車両3に通信対象を切り替えるまで続けていても構わない。これらの制御は、中継局5において集中管理されて行われる。これにより、基地局4を通過する瞬間でも、切れ目の無い通信の受け渡しが可能になる。

#### 【0067】

また、通信の切り替えに、線路側に設置された受光装置21を利用することもできる。上流側基地局4に接続された受光装置21のうち最も下流側にある受光装置21に、車両3からの光信号が入力されたことを検知した瞬間に、下流側基地局4は、下流側基地局4

10

20

30

40

50

に接続された漏洩光ファイバ10に、車両3向けの光信号を送る。同時に下流側基地局4は各受光装置21で受信される光信号を処理するように設定される。これらの制御は、中継局5において集中管理されて行われる。この方法によれば、基地局4の設置場所がATCの設置場所と異なっても切れ目のない通信の受け渡し(ハンドオーバー)が可能である。

【0068】

上述した実施の形態による移動体光通信システム1によれば、光漏洩部13は車両3の移動方向の長さ以下の間隔を置いて、不連続に設けられている。このため、光漏洩部が連続的に設けられる場合と比べて、光漏洩部13から漏れ出る光の量を車両3の移動方向に関して限定することができる。これにより、光の無駄な漏洩を減らすことが出来、長距離に渡って光信号を伝播させることができる。また、車両3が線路2上のいずれの地点に位置していても、車両3は光漏洩部13から漏れ出た光を確実に受信することができる。よって、シームレスなダウンリンクが達成される。

10

【0069】

また、複数の受光装置32は、一定の長さd以下の間隔で車両3の移動方向に沿って、車両3の移動方向における長さの全体にわたって、車両3の底面に配置されている。このため、光漏洩部13から漏れ出た光を複数の受光装置32のうち少なくとも一つの受光装置32で確実に受信することができる。よって、シームレスなダウンリンクが達成される。

【0070】

20

また、上述した実施の形態による移動体光通信システム1によれば、複数設けられた光漏洩部13の漏洩率は光の伝播方向下流側に向かって漸次増加している。このため各光漏洩部13から漏れ出る光の量を常に一定にすることができる。よって、安定した光通信を行うことができる。

【0071】

また移動体光通信システム1は、漏洩光ファイバ10を用いているため装置の設置が容易であり、装置の設置に関わるコストを削減できる。また、光漏洩部13は周方向の一部に設けられている。このため光漏洩部13から漏れ出る光の量を周方向に関して限定することができる。これにより、光の無駄な漏洩を減らすことが出来、長距離に渡って光信号を伝播させることができる。

30

【0072】

更に、複数の光送信装置36は、車両3が線路2に沿って移動したときに、任意の隣接する2つの光送信装置36から線路2に向けて照射されたそれぞれの光像は重なる領域を有し、この重なる領域は受光装置21を通過するように配置されている。よって、複数の光送信装置36のうち少なくとも一つの光送信装置36から放射された光は確実に受光装置21に受信される。よって、シームレスなアップリンクが達成される。また、任意の隣接する2つの光送信装置36から照射される光の波長は、互いに異なり、且つ光漏洩部13から送出される光の波長とも異なっている。このため、任意の隣接する2つの光送信装置36から照射される光および光漏洩部13から送出される光による干渉ノイズを避けることができる。このため、受光装置32は確実に光漏洩部13から送出される光を受光し、受光装置21は確実に光送信装置36から送出される光を受光する。従って、混線のない双方向通信が達成できる。

40

【0073】

また、移動体光通信システム1の受光装置21は、車両3の移動方向に沿って、車両3の移動方向の長さより短い間隔で設けられている。よって、車両3が線路2のいずれの位置に位置していても、車両3から送信された光信号は受光装置21に受信される。よって、シームレスなアップリンクを達成できる。

【0074】

また上述した実施の形態による移動体光通信システム1によれば、車両3の移動方向における光漏洩部13の長さは、伝送レートの1ビット分の光信号の空間的な長さ以下であ

50

る。よって、複数個のビット信号が一度に空間に放射されることはない。よって、信号の歪みのない安定したダウンリンクを達成できる。

【0075】

本発明の第2の実施の形態による移動体光通信システム101について図7に基づき説明する。第2の実施の形態による移動体光通信システム101は、車両が、停車中の別の車両を追い越す際のシームレスな光通信を実現する。移動体光通信システム101では線路が分岐し、再び結合している。即ち、線路102aは下流側の端部の分岐点B1において、線路102bと線路102cに分岐する。線路102bと線路102cとが一定の区間並列して設けられたのちそれぞれの下流側端部の合流点B2において線路102dに接続される。線路102aの上流側端部近傍に基地局104aが設けられている。また、線路102bの上流側端部近傍に基地局104bが設けられている。線路102cの上流側端部近傍に基地局104cが設けられている。また線路102dの上流側端部に基地局104dが設けられている。基地局104a~104dが設けられる間隔は、基地局104a~104dのそれぞれの間隔に車両が最大でも1台のみとなるような間隔である。本実施の形態においても基地局104a~104dは、ATCの設置場所に設置されている。なお図7では、線路102bは で途切れているが実際には で連続している。同様に線路102cも で連続している。

10

【0076】

線路102a~102dに沿ってそれぞれ、漏洩光ファイバ110a~110d、複数の光ファイバ120a~120dが設けられている。漏洩光ファイバ110a~110d及び複数の光ファイバ120a~120dはそれぞれ基地局104a~104dに接続されている。基地局104a~104dはそれぞれネットワーク回線によって中継局105に接続されており、送られてきた信号は復調装置(図示せず)で復調されて、さらに接続されているインターネット基地局106へ送出される。

20

【0077】

車両103x, 103yにはそれぞれ、複数の受信用光ファイバ131x, 131y、送信用光ファイバ134x, 134y、復調装置133x, 133y、信号生成装置135x, 135y、及び光送信装置136x, 136yが設けられている。車両103x, 103yのこれらの装置の構成は、第1の実施の形態の車両3の複数の受信用光ファイバ31、送信用光ファイバ34、復調装置33、信号生成装置35、及び光送信装置36とそれぞれ同様である。

30

【0078】

受光装置121a~121dは、車両103xまたは車両103yの移動により光送信装置136xまたは光送信装置136yに対向可能な位置に設けられている。

【0079】

漏洩光ファイバ110a~110d、光ファイバ120a~120d、及び受光装置121a~121dの構成は第1の実施の形態の漏洩光ファイバ1、光ファイバ20、及び受光装置21とそれぞれ同様である。但し、基地局104b~104d近傍の構成は以下のようにになっている。

【0080】

漏洩光ファイバ110a~110dはそれぞれ光漏洩部113a~113dを有する。複数の光漏洩部113aのうち最も下流側にある光漏洩部113aと、複数の光漏洩部113bのうち最も上流側にある光漏洩部113bとの距離は車両103xの長さ以下である。以下同様に、複数の光漏洩部113aのうち最も下流側にある光漏洩部113aと、複数の光漏洩部113cのうち最も上流側にある光漏洩部113cとの距離は車両103yの長さ以下である。複数の光漏洩部113bのうち最も下流側にある光漏洩部113bと、複数の光漏洩部113dのうち最も上流側にある光漏洩部113dとの距離は車両103xの長さ以下である。同様に、複数の光漏洩部113cのうち最も下流側にある光漏洩部113cと、光漏洩部113dのうち最も上流側にある光漏洩部113dとの距離は車両103yの長さ以下である。即ち線路102a, 102b, 102c, 102d上の

40

50

いずれの地点からでも、光漏洩部 1 1 3 a ~ 1 1 3 d のいずれかが、車両 1 0 3 x および車両 1 0 3 y の長さの範囲内に存在する。

【 0 0 8 1 】

各基地局 1 0 4 b ~ 1 0 4 d 近傍における受光装置 1 2 1 a ~ 1 2 1 d の構成も、それぞれ光漏洩部 1 1 3 a ~ 1 1 3 d の構成と同様である。即ち線路 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 2 c , 1 0 2 d 上のいずれの地点からでも、受光装置 1 2 1 a ~ 1 2 1 d のいずれかが、車両 1 0 3 x および車両 1 0 3 y の長さの範囲内に存在する。なお、本実施の形態では光漏洩部 1 1 3 と受光装置 1 2 1 は同じ箇所に設けられている。

【 0 0 8 2 】

上述したように、基地局 1 0 4 a ~ 1 0 4 d は、A T C の設置場所と同じ場所に設置されている。そのため、以下に示すように第 2 の実施の形態においても切れ目の無い通信の受け渡し（ハンドオーバー）が可能である。初めの状態では、線路 1 0 2 a ~ 1 0 2 d 上に車両 1 0 3 x 、1 0 3 y は共に存在しない。そこに、車両 1 0 3 x が線路 1 0 2 a 上を進行して来る。この時点では車両 1 0 3 x は基地局 1 0 4 a と通信を行っている。車両 1 0 3 x は線路 1 0 2 b に進入する。車両 1 0 3 x が基地局 1 0 4 b を通過中であることを A T C が判断すると同時に、基地局 1 0 4 b は、漏洩光ファイバ 1 1 0 b に、車両 1 0 3 x 向けの光信号を送る。同時に基地局 1 0 4 b は受光装置 1 2 1 b で受信される光信号を処理するように設定される。これにより、基地局 1 0 4 b と車両 1 0 3 x との通信の準備が完了する。ただしこの段階では、それまで通信を行っていた基地局 1 0 4 a でも、車両 1 0 3 x との間の通信を続けている。この通信は、車両 1 0 3 x が基地局 1 0 4 b を通過した後に終了してもよいし、次の車両が進入してきて、その車両に通信対象を切り替えるまで続けていても構わない。続いて、車両 1 0 3 x は線路 1 0 2 b 上の所定の位置に停車する。例えば、停車位置はホームが設置された区間などである。

【 0 0 8 3 】

次に車両 1 0 3 y が、基地局 1 0 4 a と通信を行いながら線路 1 0 2 a 上を走行して来る。車両 1 0 3 y は線路 1 0 2 c に進入する。車両 1 0 3 y が基地局 1 0 4 c を通過中であることを A T C が判断すると同時に、基地局 1 0 4 c は、漏洩光ファイバ 1 1 0 c に、車両 1 0 3 y 向けの光信号を送る。同時に基地局 1 0 4 c は受光装置 1 2 1 c で受信される光信号を処理するように設定される。これにより、基地局 1 0 4 c と車両 1 0 3 y との通信の準備が完了する。ただしこの段階では、それまで通信を行っていた基地局 1 0 4 a でも、車両 1 0 3 y との間の通信を続けている。この通信は、車両 1 0 3 y が基地局 1 0 4 c を通過した後に終了してもよいし、次の車両が進入してきて、その車両に通信対象を切り替えるまで続けていても構わない。

【 0 0 8 4 】

さらに車両 1 0 3 y は停車中の車両 1 0 3 x を追い越す。車両 1 0 3 y が基地局 1 0 4 d を通過中であることを A T C が判断すると同時に、基地局 1 0 4 d は漏洩光ファイバ 1 1 0 d に、車両 1 0 3 y 向けの光信号を送る。同時に基地局 1 0 4 d は受光装置 1 2 1 d で受信される光信号を処理するように設定される。これにより、基地局 1 0 4 d と車両 1 0 3 y との通信の準備が完了する。ただしこの段階では、それまで通信を行っていた基地局 1 0 4 c でも、車両 1 0 3 y との間の通信を続けている。この通信は、車両 1 0 3 y が基地局 1 0 4 d を通過した後に終了してもよいし、次の車両が進入してきて、その車両に通信対象を切り替えるまで続けていても構わない。

【 0 0 8 5 】

車両 1 0 3 y が線路 1 0 2 d の下流側の基地局（図示せず）を通過した後に車両 1 0 3 x がホームを発車する。車両 1 0 3 x が基地局 1 0 4 d を通過中であると A T C が判断すると同時に、基地局 1 0 4 d は漏洩光ファイバ 1 1 0 d に、車両 1 0 3 x 向けの光信号を送る。同時に基地局 1 0 4 d は受光装置 1 2 1 d で受信される光信号を処理するように設定される。これにより、基地局 1 0 4 d と車両 1 0 3 x との通信の準備が完了する。ただしこの段階では、それまで通信を行っていた基地局 1 0 4 b でも、車両 1 0 3 x との間の通信を続けている。この通信は、車両 1 0 3 x が基地局 1 0 4 d を通過した後に終了して

10

20

30

40

50

もよいし、次の車両が線路102bに進入してきて、その車両に通信対象を切り替えるまで続けていても構わない。以上の制御は、中継局105において集中管理されて行われる。以上より、車両103xが基地局104b, 104dを通過する瞬間でも、切れ目の無い通信の受け渡しが可能になる。また、車両103yが基地局104c, 104dを通過する瞬間でも、切れ目の無い通信の受け渡し(ハンドオーバー)が可能になる。

【0086】

また、通信の切り替えに、それぞれの線路102a~102dに設置されたそれぞれの受光装置121a~121dを利用することもできる。車両103xが線路102aを走行しているとする。この段階で、車両103xが線路102bに進むことは予め決められているはずであり、中継局105はこの情報を元に基地局104bないし104cの制御を行うことが可能である。この場合には、基地局104aに接続された複数の受光装置121aのうち最も下流側にある受光装置121aに、車両103xからの光信号が入力されたことを検知した瞬間に、基地局104bは、基地局104bに接続された漏洩光ファイバ110bに、車両103x向けの光信号を送る。同時に基地局104bは各受光装置121bで受信される光信号を処理するように設定される。車両103xは線路102bに進入し停車する。

10

【0087】

次に、車両103yが線路102aを走行しているとする。この段階で、車両103yが線路102cに進むことは予め決められているはずであり、中継局105はこの情報を元に基地局104bないし104cの制御を行うことが可能である。この場合には、基地局104aに接続された複数の受光装置121aのうち最も下流側にある受光装置121aに、車両103yからの光信号が入力されたことを検知した瞬間に、基地局104cは、基地局104cに接続された漏洩光ファイバ110cに車両103y向けの光信号を送る。同時に基地局104cは各受光装置121cで受信される光信号を処理するように設定される。そして、基地局104cに接続された受光装置121cのうち最も下流側にある受光装置121cに、車両103yからの光信号が入力されたことを検知した瞬間に、基地局104dは、基地局104dに接続された漏洩光ファイバ110dに、車両103y向けの光信号を送る。同時に基地局104dは各受光装置121dで受信される光信号を処理するように設定される。

20

【0088】

車両103yが線路102dの下流側の基地局(図示せず)を通過した後、車両103xが発車する。基地局104bに接続された受光装置121bのうち最も下流側にある受光装置121bに、車両103xからの光信号が入力されたことを検知した瞬間に、基地局104dは、基地局104dに接続された漏洩光ファイバ110dに、車両103x向けの光信号を送る。同時に基地局104dは各受光装置121dで受信される光信号を処理するように設定される。以上の制御は、中継局105において集中管理されて行われる。この方法によれば、基地局の設置場所とATCの設置場所が異なる場合でも、切れ目の無い通信の受け渡しが可能である。

30

【0089】

上述した第2の実施の形態による移動体光通信システム101によれば、車両103xを車両103yが追い越す際に、車両103x, 103yは、基地局104a~104dのいずれかと常に通信を行っている。このため、車両103x, 103y共にシームレスな双方向通信が可能である。

40

【0090】

また、第2の実施の形態による移動体光通信システム101によれば線路102a~dには、複数の車両(この例では車両103x, 103y)が存在する。また、一本の線路102aが複数の線路102b, 102cに分岐する分岐点B1と、線路102b, 102cが再び一本の線路102dに合流する合流点B2が設けられている。そして、各線路(各区間)102a~102dには、最大で1台の車両のみ(車両103xまたは車両103y)が存在するように設定されている。すなわち、分岐経路である線路102b, 1

50

02cにおいてもそれぞれ車両は最大で1台のみ存在するように設定されている。さらに、線路102a~102dに1対1で対応するように基地局104a~104dが設けられている。そして、漏洩光ファイバ110a~110dおよび受光装置121a~121dが対応する線路102a~102dに設けられている。よって、漏洩光ファイバ110a~110dおよび受光装置121a~121dは、対応する基地局104a~104dに接続されている。このため、車両103x、103yの間で混線がない双方向通信を行うことができる。また、車両103x、103yが独立して、シームレスな双方向通信を行うことができる。

#### 【0091】

本発明による移動体光通信システム及び移動体光通信方法は上述した実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した範囲で種々の変形や改良が可能である。例えば、光ファイバ20及び受光装置21は線路2に沿って設けられていたが、受光装置21が線路2に沿って設けられていれば、光ファイバ20は線路2に沿って設けられていなくともよい。また、光送出手段に関しても同様に、光漏洩部13が線路2に沿って設けられていれば、漏洩光ファイバ10の非漏洩部は線路2に沿って設けられていなくともよい。

#### 【0092】

また、図8のように、漏洩光ファイバ10の代わりに通常の(光漏洩部を有さない)光ファイバ210(210A、210B、210C)を用い、光漏洩部に相当する位置に光送信装置220を設けてもよい。光ファイバ210Aは車両移動方向上流側から延びており、下流側端部がファイバカプラ230に接続されている。光ファイバ210Cはその上流側端部がファイバカプラ230に接続され、下流側に延び、さらに下流側の図示せぬファイバカプラ230に接続されている。即ち、光ファイバ210A、210Cは線路に沿って延設されている。光ファイバ210Bは、光ファイバ210A及び210Cから枝分かれするような形で、一端がファイバカプラ230に接続されている。光ファイバ210Bの他端は光送信装置220(受光素子221)に接続している。光送信装置220は、フォトダイオードなどからなる受光素子221、信号処理回路222、レーザダイオードなどからなる発光素子223を備える。発光素子221と信号処理回路222とは、電気ケーブル226で接続され、信号処理回路222と、発光素子223とは電気ケーブル227で接続されている。光ファイバ210Aを伝播してきた光は、ファイバカプラ230に入力され、2つの光に分岐されて、光ファイバ210B、210Cに出力される。ファイバカプラ230から出力され、光ファイバ210Bを伝播してきた光は受光素子221に入力される。受光素子221は、光信号を電気信号に変換するO/E変換を行う。O/E変換によって生成された電気信号は、受光素子221から、電気ケーブル226を通過して信号処理回路222に送信される。信号処理回路222は、入力された電気信号を増幅し、波形を整形する。増幅、及び、波形整形された電気信号は、光ケーブル227を通過して発光素子223に送信される。発光素子223は電気信号を光信号に変換するE/O変換を行い、車両3(図4参照)に向けて光(軌跡P1)を送出する。

#### 【0093】

あるいは、図9のように、漏洩光ファイバ10の代わりに通常の(光漏洩部を有さない)光ファイバ310(310A、310B)を用い、光漏洩部に相当する位置に光送信装置320を設けてもよい。光ファイバ310A、310Bは共に線路2に沿って延設されている。光送信装置320は、受光素子321、信号処理回路322、発光素子323、発光素子324を備える。受光素子321と信号処理回路322とは、電気ケーブル326で接続されている。信号処理回路322と、発光素子323とは電気ケーブル327で接続され、信号処理回路322と、発光素子324とは電気ケーブル328で接続されている。光ファイバ310Aは受光素子321と接続されている。また、発光素子324は光ファイバ310Bと接続されている。ファイバ310Aを伝播してきた光は、受光素子321に入力される。受光素子321は、光信号を電気信号に変換するO/E変換を行う。電気信号は、受光素子321から、電気ケーブル326を通過して信号処理回路322に送信される。信号処理回路322は、電気信号を増幅し、波形を整形する。増幅、及び、

10

20

30

40

50

波形整形された電気信号は、電気ケーブル326を通過して発光素子323に送信されると共に、電気ケーブル328を通過して発光素子324に送信される。発光素子323は電気信号を光信号に変換するE/O変換を行い、車両3に向けて光を送出する。また、発光素子324は電気信号を光信号に変換するE/O変換を行い、光ファイバ310Bに光を送出する。

光送信装置220、320を用いることによって、光はいったんO/E、E/O変換を経て波形が整形されるため、エラーの少ない精度のよい光通信が達成できる。尚、光送信装置220、320が線路2に沿って設けられていれば、光送信装置に接続する光ファイバは線路2に沿って設けられていなくともよい。

【0094】

また、図8、9の光送信装置220、320は、O/E、E/O変換の代わりに光-光制御などを行う構成でもよい。この場合にも、光はいったん光-光制御を経て波形が整形されるため、エラーの少ない精度のよい光通信が達成できる。なお、図8、9には図示されていないが、光ファイバ210Bと受光素子221、光ファイバ310Aと受光素子321、及び、発光素子324と光ファイバ310Bは、しかるべき光学部品を介して適切に接続されるものとする。

【0095】

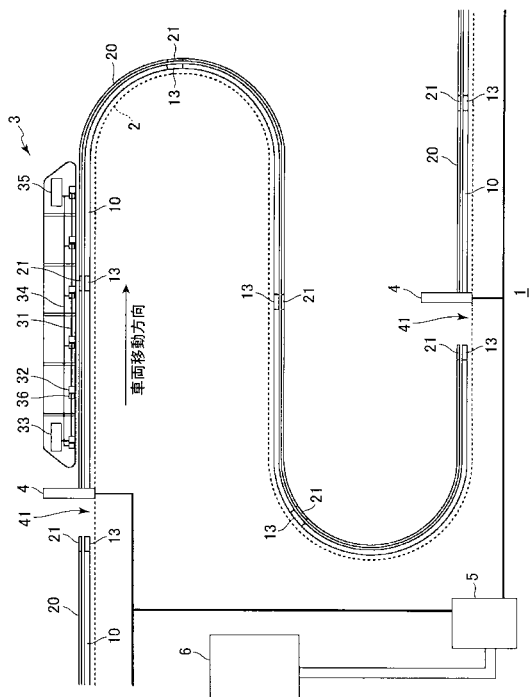
また、上述した実施の形態では車両側に光送信装置36、136x、136yを設けていた。しかし、車両側に光送信装置の代わりに送信用の漏洩光ファイバを設け、光漏洩部から光信号を送出するという構成であってもよい。

【産業上の利用可能性】

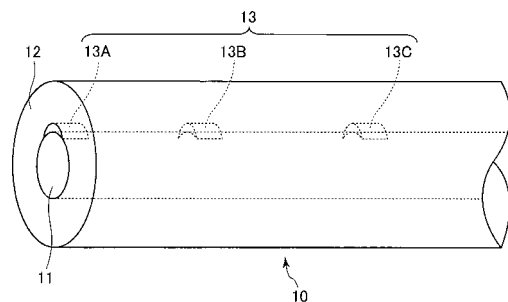
【0096】

本発明の移動体通信システムは、新幹線などの鉄道車両と、インターネットとの間でブロードバンド通信を行うのに適している。

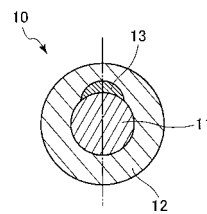
【図1】



【図2】



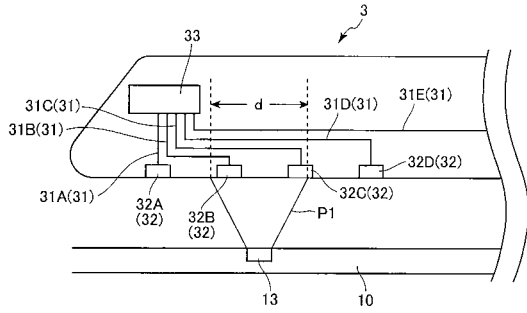
【図3】



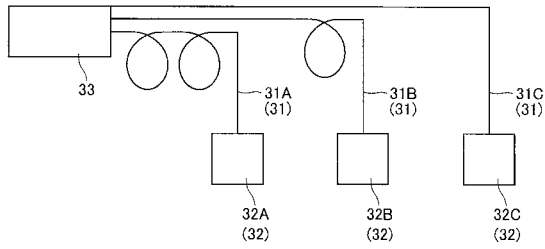
10

20

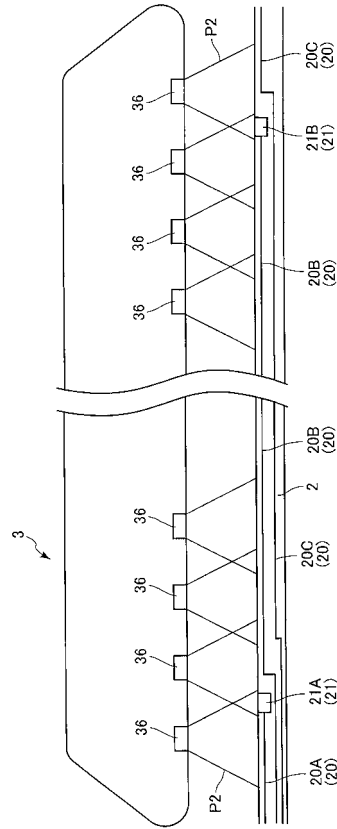
【図4】



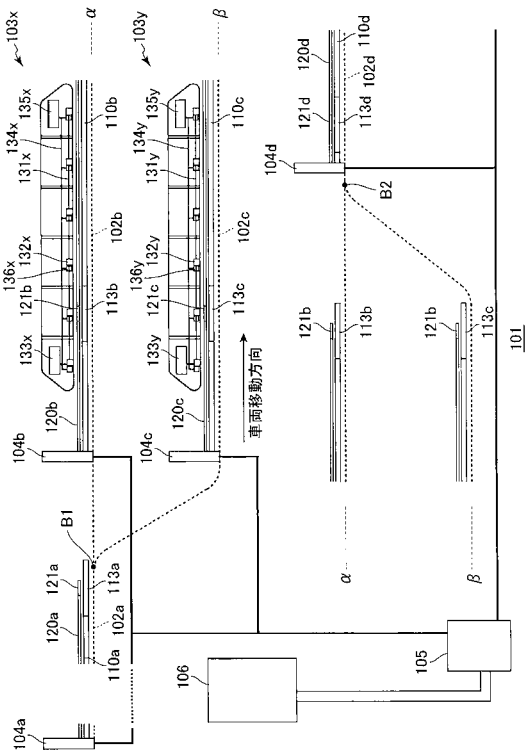
【図5】



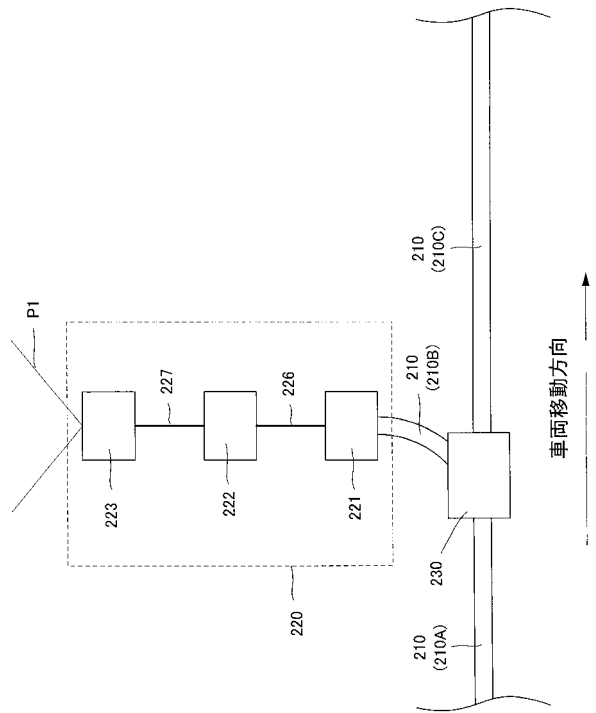
【図6】



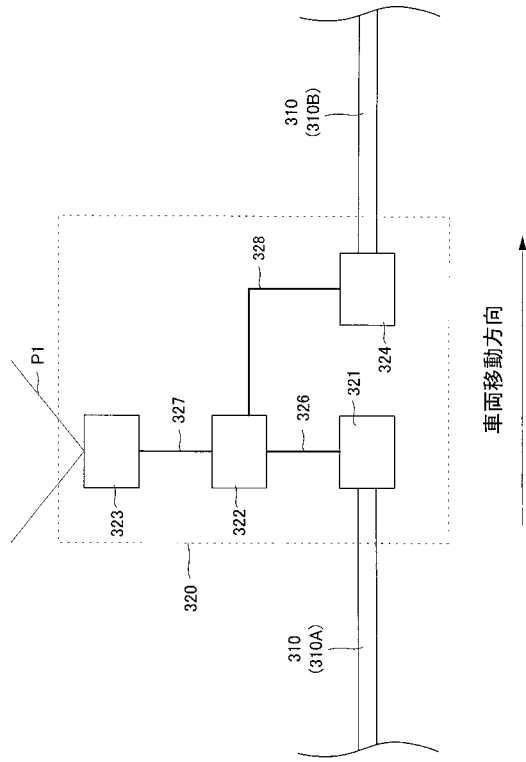
【図7】



【図8】



【 図 9 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 花嶋 正昭  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 天野 嘉久  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 大杉 晃  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 王 ゆう  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 山内 豊彦  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 中村 共則  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 後澤 瑞征

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 2 8 2 6 8 5 ( J P , A )  
特開平 0 2 - 0 6 3 3 3 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 6 8 8 0 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 0 8 7 9 8 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 1 9 9 3 0 3 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 0 1 5 5 2 7 ( J P , A )  
特開平 3 - 2 0 0 2 0 2 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H04B10/00-10/28  
H04J14/00-14/08