

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月30日(30.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/021960 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 16/26 (2009.01) H04W 16/28 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/025746
- (22) 国際出願日: 2019年6月27日(27.06.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-138820 2018年7月24日(24.07.2018) JP
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 須崎 皓平(SUZAKI Kohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 浅井 裕介(ASAI Yusuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 芝 宏礼(SHIBA Hiroyuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 通信システム及び通信方法

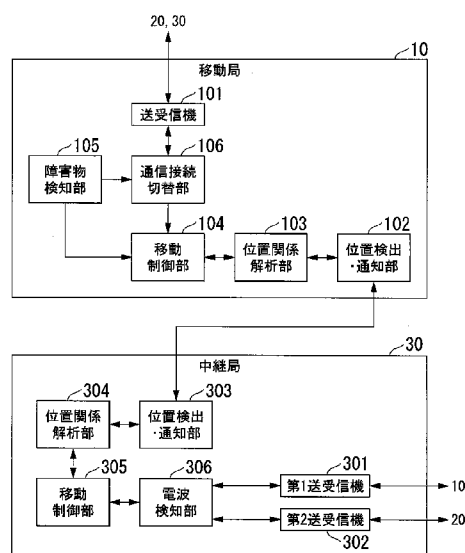


FIG. 3:

- 10 Mobile station
30 Relay station
101 Transceiver
102, 303 Position detection and notification unit
103, 304 Positional relationship analysis unit
104, 305 Movement control unit
105 Obstacle sensing unit
106 Communication connection switching unit
301 First transceiver
302 Second transceiver
306 Radio wave sensing unit

(57) Abstract: This communication system comprises a mobile station that performs communication with a wireless station and moves to a predetermined destination, and a relay station that relays the communication between the mobile station and the wireless station. The communication system comprises the mobile station that, when an obstacle present on a first movement route to the destination has been detected during movement along the first movement route, suspends the movement, and when the communication between the mobile station and the wireless station via the relay station has

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

been established during the suspension of the movement, moves along a second movement route to the destination around the obstacle, and the relay station that, when the mobile station moves along the second movement route, moves so as to maintain a position at which the communication between the mobile station and the wireless station can be relayed according to the movement of the mobile station.

(57) 要約: 無線局との通信を行い所定の目的地へ向かって移動する移動局と、移動局と無線局との間の通信を中継する中継局と、を有する通信システムは、目的地へ向かう第1の移動ルートに沿って移動している場合において第1の移動ルート上に存在する障害物を検知した場合に移動を休止し、移動を休止している場合において中継局を介した移動局と無線局との間の通信が確立した場合に障害物を回避して目的地へ向かう第2の移動ルートに沿って移動する移動局と、移動局が第2の移動ルートに沿って移動する場合に、移動局の移動に応じて移動局と無線局との間の通信を中継可能な位置を維持するように移動する中継局と、を有する。

明 細 書

発明の名称：通信システム及び通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、通信システム及び通信方法に関する。

背景技術

[0002] 無線通信において、固定局装置対固定局装置の間の通信、移動局装置対基地局装置の間の通信のほか、昨今、移動局装置を中継局とする移動局装置対基地局装置の間の通信、及び、移動局装置同士のための通信（M2M；Machine-to-Machine）が注目されている。上記の無線通信においては、例えばW i - F i （ワイファイ）に代表されるI E E E（The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.）802.11規格に基づく無線通信方式、及び、例えばL T E（登録商標）（Long Term Evolution）等のcellular（セルラー）方式の無線通信方式が一般に用いられている。

[0003] しかしながら、移動局がある程度広い範囲を移動しつつ総スループット数が100Mbps以上となるような大容量伝送を行う場合においては、上記の無線通信方式は適当ではない場合がある。なぜならば、無線局装置間の距離が遠くなるほど無線局装置において受信される電力が減衰してしまうため、所望のC/N比（Carrier to Noise Ratio；搬送波対雑音比）を満たさなくなるためである。

[0004] 移動局がある程度広い範囲を移動しつつ大容量伝送を行うためには、例えば28GHzあるいは60GHz等のミリ波帯の周波数を利用する必要がある。ミリ波は波長が短いことから、その伝わり方として、直進性が強く、建物等の障害物の陰に回り込み難いという特性がある。そこで、無線局装置同士が直接通信することが困難である場合において、他の無線局装置（中継局）を経由して通信を行うマルチホップネットワークを用いることが考えられる（例えば、非特許文献1）。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：阪田史郎 他，「アドホックネットワークと無線LANメッシュネットワーク」，電子情報通信学会論文誌B Vol. J89-B No. 6, pp. 811-823，社団法人 電子情報通信学会，2006年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] ところで、例えば、目的地へ向かって移動するドローン（Drone）等に搭載された移動局装置が基地局装置とミリ波を用いて通信を行う場合において、目的地と基地局装置との間、又は目的地と中継局との間に建物等の障害物が存在する場合がある。この場合、移動局装置が目的地に到達すると、移動局装置は、基地局装置又は中継局の位置に対して障害物の陰に位置することになるため、通信を行うことが困難になる。

そこで上記のマルチホップネットワークを用いて障害物を回避する通信路を構築することが考えられるが、この場合、移動局装置が障害物を回避して移動する行動に伴って生じる、目的地、移動局装置、基地局装置、中継局及び障害物の位置関係の変化に応じて、マルチホップネットワークの構成を動的に制御する必要がある。しかしながら、非特許文献1に記載の技術は、例えば、災害時におけるライフラインとして、既設の有線ネットワークのバックアップとして一時的な通信手段を確保することを目的としていることから、動的にマルチホップネットワークの構成を制御することは難しい。このように従来技術では、障害物が存在する場合には、移動局装置と基地局装置との間の通信路を確保することが難しいことがあるという課題がある。

- [0007] 上記事情に鑑み、本発明は、障害物が存在する場合であっても移動局装置と無線局装置との間の通信路を確保することができる技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の一態様は、無線局との通信を行い所定の目的地へ向かって移動す

る移動局と、前記移動局と前記無線局との間の通信を中継する中継局と、を有する通信システムであって、前記移動局は、前記目的地へ向かう第1の移動ルートに沿って移動している場合において前記第1の移動ルート上に存在する障害物を検知した場合に移動を休止し、前記移動を休止している場合において前記中継局を介した前記移動局と前記無線局との間の通信が確立した場合に前記障害物を回避して前記目的地へ向かう第2の移動ルートに沿って移動し、前記中継局は、前記移動局が前記第2の移動ルートに沿って移動する場合に、前記移動局の移動に応じて前記移動局と前記無線局との間の通信を中継可能な位置を維持するように移動する通信システムである。

[0009] また、本発明の一態様は、上記の通信システムであって、前記中継局は、前記移動局及び前記無線局を見通すことができる位置を維持するように移動することにより前記中継可能な位置を維持する。

[0010] また、本発明の一態様は、上記の通信システムであって、前記中継局は、前記目的地の平面上の位置と前記障害物の平面上の位置とを通る直線によって分割される2つの領域のうち、前記移動局が存在するほうの領域に位置するように移動する。

[0011] また、本発明の一態様は、上記の通信システムであって、前記中継局は、前記移動局の平面上の位置と前記障害物の平面上の位置とを通る直線によって分割される2つの領域のうち、前記移動局が存在するほうの領域に位置するように移動する。

[0012] また、本発明の一態様は、上記の通信システムであって、前記中継局は、前記移動局と前記中継局との間の通信の通信品質を示す値と、前記無線局と前記中継局との間の通信の通信品質を示す値と、の差が所定の閾値以下になるように移動する。

[0013] また、本発明の一態様は、無線局との通信を行い所定の目的地へ向かって移動する移動局と、前記移動局と前記無線局との間の通信を中継する中継局と、による通信方法であって、前記移動局が、前記目的地へ向かう第1の移動ルートに沿って移動している場合において前記第1の移動ルート上に存在

する障害物を検知した場合に移動を休止するステップと、前記移動局が、前記移動を休止している場合において前記中継局を介した前記移動局と前記無線局との間の通信が確立した場合に前記障害物を回避して前記目的地へ向かう第2の移動ルートに沿って移動するステップと、前記障害物が前記第2の移動ルートに沿って移動する場合に、前記中継局が、前記移動局の移動に応じて前記移動局と前記無線局との間の通信を中継可能な位置を維持するように移動するステップと、を有する通信方法である。

発明の効果

[0014] 本発明により、障害物が存在する場合であっても移動局装置と無線局装置との間の通信路を確保することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第1の実施形態に係る通信システムによる通信方法の概要を説明するための模式図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る通信システムによる障害物回避行動の概要を説明するための模式図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る通信システムの機能構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る通信システムの動作を示すフローチャートである。

[図5]本発明の第2の実施形態に係る通信システムによる通信方法の概要を説明するための模式図である。

[図6]本発明の第2の実施形態に係る通信システムの機能構成を示すブロック図である。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る通信システムの動作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

[0016] 以下、本発明の実施形態に係る通信システムについて、図面を参照しながら説明する。

以下に説明する各実施形態に係る通信システムは、一例として、目的地へ向かって移動（飛行）するドローンに搭載された移動局装置と基地局装置（固定局）とが、必要に応じて他のドローンに搭載された移動局装置（中継局）を経由して、通信を行うための通信システムである。

以下、目的地へ向かって移動する移動局装置を搭載するドローンを、単に「移動局」という。また、基地局装置を、単に「基地局」という。また、中継局となる移動局装置を搭載するドローンを、単に「中継局」という。

[0017] <第1の実施形態>

以下、第1の実施形態に係る通信システムについて説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る通信システムによる通信方法の概要を説明するための模式図である。

[0018] 図1（A）に示すように、移動局10が向かう目的地と基地局20との間には、障害物50（例えば建物等）が存在する。まず、基地局20とリンクが確立している移動局10は、例えば基地局20の近傍を出発点として、目的地へ向かって移動する（S1）。移動局10は、目的地への移動ルート上に障害物50を検知した場合、移動を休止する（S2）。移動局10は、基地局20に対して中継局30の配備を要求するための通知を送信する（S3）。基地局20は、移動局10から送信された通知を受信する。

[0019] 次に、基地局20は、中継局30に対して、移動局10と基地局20との間の通信の中継を行わせるための通知を送信する。中継局30は、基地局20から送信された通知を受信すると、図1（B）に示すように、基地局20が照射する電波のビーム内へ移動する（S4）。これにより、移動局10及び基地局20においてハンドオーバーが行われ、移動局10と中継局30との間、及び基地局20と中継局30との間のリンクが確立される（S5）。

[0020] 次に、移動局10は、中継局30との間のリンクが確立されると、移動を再開し、障害物50を回避する新たな移動ルートに沿って目的地へ向かって移動する。また、中継局30は、移動局10の移動に伴う、目的地、移動局10、基地局20、自己の中継局30及び障害物50の相対的な位置関係の

変化に応じて、移動局 10 と基地局 20 との間の通信を中継可能な位置を維持するように、移動局 10 と連動しながら移動する。このように、移動局 10 と中継局 30 とは、障害物 50 を回避するための移動を示す障害物回避行動をそれぞれ行う（S6）。

[0021] 以上により、第 1 の実施形態に係る通信システムによれば、移動局 10 の移動ルート上に障害物 50 が存在する場合であっても、移動局 10 と中継局 30 とが連動して障害物回避行動をとることによって、移動局 10 と基地局 20 との間の通信路を確保することができる。

[0022] なお、例えば、障害物 50 が複数存在する場合等においては、移動局 10 と基地局 20 との間の通信を、複数の中継局 30 が中継するようにしてもよい。この場合、新たに配備された中継局 30 は、移動局 10 の移動に伴う、目的地、移動局 10、既に配備されている他の中継局 30、自己の中継局 30 及び障害物 50 の相対的な位置関係の変化に応じて、移動局 10 と基地局 20 との間の通信を中継可能な位置を維持するように、移動局 10 及び既に配備されている他の中継局 30 と連動しながら移動する。

[0023] なお、移動局 10 及び中継局 30 は、例えば、指向性アンテナ（図示せず）（以下「アンテナ」という。）を用いて対向局との無線通信を行う。そのため、移動局 10 及び中継局 30 は、対向局を追尾するための追尾機構を備えている。なお、例えば、長距離の無線通信に用いられる狭ビームアンテナでは、ビームの照射位置から 10 m 先の位置においては、アンテナから照射される電波のビームの幅（以下「ビーム広がり」という。）は、30 cm 程度になる。したがって、追尾対象の対向局の位置がこのビーム広がりに収まっていなければ、移動局 10 及び中継局 30 は、対向局を追尾することができない。

[0024] 以下、移動局 10 及び中継局 30 による、上記の障害物回避行動の一例について説明する。

移動局 10 及び中継局 30 は、カメラ（図示せず）、画像処理エンジン（図示せず）及び追尾機構（図示せず）を備える。カメラは、対向局の方向を

撮像する。カメラは、撮像された画像を示す画像データを画像処理エンジンへ出力する。画像処理エンジンは、カメラから入力された画像データを解析し、画像データに基づく画像内における、対向局を示す画像領域を特定する。

[0025] なお、画像処理エンジンは、例えば、対向局が撮像された画像を示す画像データ（マスター画像データ）を予め保持しており、マスター画像データとカメラから入力された画像データとを照合することによって、画像内における対向局を示す画像領域を特定するようにしてもよい。

[0026] また、画像処理エンジンは、対向局を示す画像領域が、カメラから入力される画像データに基づく画像の中央に位置するように、追尾機構を制御する。追尾機構は、自己の移動局 10 又は自己の中継局 30 の向きを制御可能に構成されている。これにより、追尾機構は、自己の移動局 10 又は自己の中継局 30 の向きを制御することによって、移動局 10 及び中継局 30 が備えるカメラの撮像方向を制御することができる。

[0027] なお、カメラの撮像方向と、アンテナから照射される電波のビームの照射方向とは、一致するように構成されているものとする。これにより、カメラから入力される画像データに基づく画像の中央に写っている位置に向けて、ビームが照射されることになる。

[0028] 移動局 10 及び中継局 30 は、画像処理エンジンによって障害物 50（例えば、建物等の遮蔽物及び反射物）を検出する。自己の無線局装置（移動局 10 又は中継局 30）の移動又は対向局の移動に伴って、対向局が、障害物 50 の影響によって追尾機構で追尾可能な領域の範囲外の位置（例えば、障害物 50 の陰になる位置）へ移動することが予測される場合、無線局装置（移動局 10 及び中継局 30）は、自己の無線局装置（移動局 10 又は中継局 30）と対向局との間でクリアランスが取れる（見通せる）位置へ移動する。

[0029] ここでいうクリアランスが取れる方向への移動とは、例えば、図 2 に示すように、移動局 10 が向かう目的地の平面上の位置と障害物 50 の平面上の

位置とを通る直線によって分割される２つの領域のうち、移動局１０が存在するほうの領域に中継局３０が移動することである。なお、クリアランスが取れる方向への移動とは、例えば、移動局１０の平面上の位置と障害物５０の平面上の位置とを通る直線によって分割される２つの領域のうち、移動局１０が存在するほうの領域に中継局３０が常に位置するように逐次移動することであってもよい。

[0030] なお、障害物５０の検知の方法として、例えば、移動局１０が、カメラやセンサ等によって障害物５０を検知するようにしてもよい。あるいは、例えば、移動局１０又は基地局２０が、障害物５０の位置を示すデータを予め保持しておき、該データに基づいて障害物５０を検知するようにしてもよい。あるいは、例えば、移動局１０が、実際の通信の劣化状況等から障害物５０を検知するようにしてもよい。

[0031] [通信システムの機能構成]

以下、通信システムの機能構成について、図面を参照しながら説明する。

図３は、本発明の第１の実施形態に係る通信システムの機能構成を示すブロック図である。図３に示すように、通信システムは、移動局１０と、中継局３０と、を含んで構成される。

[0032] 移動局１０は、送受信機１０１と、位置検出・通知部１０２と、位置関係解析部１０３と、移動制御部１０４と、障害物検知部１０５と、通信接続切替部１０６と、を含んで構成される。

[0033] 送受信機１０１は、中継局３０を介して、又は中継局３０を介さずに、基地局２０と通信を行う。送受信機１０１は、アンテナ（図示せず）を含んで構成される。

[0034] 位置検出・通知部１０２は、自己の移動局１０、中継局３０及び障害物５０等の各種物体の位置を検出する。また、位置検出・通知部１０２は、検出した自己の移動局１０の位置を示す情報、障害物５０の位置を示す情報、及び目的地の位置を示す情報を、中継局３０に対して通知する。位置検出・通知部１０２は、例えば、ＧＰＳ（Global Positioning System）やＧＬＯＮＡ

SS (Global Navigation Satellite System) 等のGNSS (Global Navigation Satellite System; 全球測位衛星システム)、ジャイロセンサ、位置測定センサ、距離測定センサ、又は、カメラ及び画像解析装置等の、位置を測定することができる装置を含んで構成される。

[0035] 位置関係解析部103は、目的地、自己の移動局10、基地局20、中継局30及び障害物50のそれぞれの位置関係を解析する。

なお、目的地の位置を示す情報は、例えば、移動局10が備える記憶媒体（図示せず）に予め記憶されている。あるいは、目的地の位置を示す情報は、予め基地局20が備える記憶媒体（図示せず）に予め記憶されており、必要に応じて移動局10が、基地局20から目的地の位置を示す情報をその都度取得する構成であってもよい。

[0036] 移動制御部104は、位置関係解析部103によって解析された位置関係に基づいて決定された、目的地への移動ルート（第1の移動ルート）に沿って、自己の移動局10の移動を制御する。

また、移動制御部104は、障害物検知部105からの通知に応じて、自己の移動局10の移動を休止させる（すなわち、自己の移動局10であるドローンを現在位置で静止させる）。当該通知は、障害物検知部105が、目的地への移動ルート上に障害物50を検知したことを示す通知である。

また、移動制御部104は、通信接続切替部106からの通知に応じて、休止中の自己の移動局10の移動を再開させる。当該通知は、通信接続切替部106が、新たな中継局30を介した基地局20との通信接続に切り替えたことを示す通知である。この場合、移動制御部104は、障害物50を回避する移動ルート（第2の移動ルート）に沿って、自己の移動局10を移動させる。

[0037] 障害物検知部105は、目的地へ向かって移動する移動局10の移動ルート上（第1の移動ルート上）に存在する障害物50（例えば、建物等）を検知する。障害物検知部105は、移動制御部104及び通信接続切替部106に対して、障害物50を検知したことを通知する。障害物検知部105は

、例えば、赤外線センサ、超音波センサ、カメラ及び画像解析装置等の、障害物を検知することができる装置を含んで構成される。

[0038] 通信接続切替部 106 は、障害物検知部 105 から障害物 50 を検知したことが通知されると、送受信機 101 を介して、基地局 20 に対し、中継局 30 を配備させる要求を示す通知を送信する。これにより、基地局 20 による制御のもと、新たな中継局 30 の配備が行われる。なお、移動局 10 が、直接、中継局 30 に対して、自己の移動局 10 と基地局 20 との通信を中継させるための要求を行う構成であってもよい。

また、通信接続切替部 106 は、送受信機 101 が新たな中継局 30 から送出された電波を受信したことを検知すると、ハンドオーバーを行い、新たな中継局 30 を介して自己の移動局 10 と中継局 30 との通信が行われるように、リンクを切り替える。

[0039] 中継局 30 は、第 1 送受信機 301 と、第 2 送受信機 302 と、位置検出・通知部 303 と、位置関係解析部 304 と、移動制御部 305 と、電波検知部 306 と、を含んで構成される。

[0040] 第 1 送受信機 301 は、移動局 10 と通信を行う。第 2 送受信機 302 は、基地局 20 と通信を行う。第 1 送受信機 301 及び第 2 送受信機 302 は、それぞれアンテナ（図示せず）を含んで構成される。

[0041] 位置検出・通知部 303 は、自己の中継局 30、移動局 10 及び障害物 50 等の各種物体の位置を検出する。また、位置検出・通知部 303 は、検出した自己の中継局 30 の位置を示す情報を移動局 10 に対して通知する。位置検出・通知部 303 は、例えば、GPS や GLONASS 等の GNSS、ジャイロセンサ、位置測定センサ、距離測定センサ、カメラ及び画像解析装置等の、位置を測定することができる装置を含んで構成される。

[0042] 位置関係解析部 304 は、自己の中継局 30、移動局 10、基地局 20 及び障害物 50 のそれぞれの位置関係を解析する。

[0043] 移動制御部 305 は、基地局 20 からの通知に応じて、基地局 20 から照射される電波のビームの照射範囲内の任意の位置へ、自己の中継局 30 を移

動させる。当該通知は、移動局 10 と基地局 20 との間の通信を中継する要求を示す通知である。

また、移動制御部 305 は、位置関係解析部 304 によって解析された位置関係に基づいて、移動局 10 及び基地局 20 をそれぞれ見通すことができる位置を維持するように、自己の中継局 30 の移動を制御する。

[0044] なお、移動制御部 305 は、移動局 10 が向かう目的地の平面上の位置と障害物 50 の平面上の位置とを通る直線によって分割される 2 つの領域のうち、移動局 10 が存在するほうの領域に位置するように、自己の中継局 30 の移動を制御してもよい。または、移動制御部 305 は、移動局 10 の平面上の位置と障害物 50 の平面上の位置とを通る直線によって分割される 2 つの領域のうち、移動局 10 が存在するほうの領域に位置するように、自己の中継局 30 の移動を制御してもよい。

[0045] 電波検知部 306 は、基地局 20 から送出される電波を検知すると、基地局 20 と自己の中継局との間のリンクを確立する。また、電波検知部 306 は、移動局 10 に対し、第 1 送受信機 301 を介して電波を送出する。これにより、移動局 10 に対して、自己の中継局 30 が移動局 10 と基地局 20 との間の通信を中継可能な位置に存在することを認識させることができる。

[0046] [通信システムの動作]

以下、通信システムの動作の一例について、図面を参照しながら説明する。

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る通信システムの動作を示すフローチャートである。

[0047] 移動局 10 は、目的地へ向かう移動ルートに沿って、移動を開始する（ステップ S001）。

移動局 10 が目的地に到達した場合（ステップ S002・Yes）、図 4 のフローチャートが示す処理が終了する。

移動局 10 が目的地に到達していない場合（ステップ S002・No）、移動局 10 は移動を継続する。

[0048] 移動局 10 が、目的地へ向かう移動ルート上に障害物 50 が存在することを検知していない場合（ステップ S003・No）、移動局 10 は移動を継続する。

移動局 10 が、目的地へ向かう移動ルート上に障害物 50 が存在することを検知した場合（ステップ S003・Yes）、移動局 10 は移動を休止し（ステップ S004）、基地局 20 に対して、新たな中継局 30 を配備させる要求を示す通知を送信する（ステップ S005）。

[0049] 中継局 30 は、基地局 20 からの通知に応じて、基地局 20 から照射される電波のビームの照射範囲内である任意の位置へ、自己の中継局 30 を移動させる（ステップ S006）。当該通知は、移動局 10 と基地局 20 との間の通信を中継する要求を示す通知である。

中継局 30 は、基地局 20 から送出される電波を検知すると、基地局 20 と自己の中継局との間のリンクを確立する（ステップ S007）。また、中継局 30 は、移動局 10 に対して電波を送出する。

[0050] 移動局 10 は、中継局 30 から送出された電波を受信すると、当該中継局 30 を介して自己の移動局 10 と基地局 20 との通信が行われるようにハンドオーバーを行い、リンクを切り替える（ステップ S008）。

移動局 10 と中継局 30 との間のリンク、及び、基地局 20 と中継局 30 との間のリンクがそれぞれ確立されると、移動局 10 は、障害物 50 を回避する移動ルートに沿って移動を再開する。また、中継局 30 は、移動局 10 の移動に応じて、移動局 10 と基地局 20 との間の通信を中継可能な位置を維持するように移動する。すなわち、移動局 10 と中継局 30 とが、障害物回避行動を開始する（ステップ S009）。

[0051] 移動局 10 が目的地に到達するまで、移動局 10 及び中継局 30 は上記ステップ S002 からステップ S009 までの処理を繰り返す。

[0052] <第 2 の実施形態>

以下、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

[0053] 第 2 の実施形態に係る通信システムは、上述した第 1 の実施形態に係る通

信システムによる処理に加えて、通信品質に関する制御を行う。具体的には、第2の実施形態に係る通信システムは、移動局10と中継局30との間の通信と、基地局20と中継局30との間の通信と、において通信品質に所定の閾値以上の差が生じないように制御する。これにより、第2の実施形態に係る通信システムは、移動局10と基地局20との間の通信路の一部区間の通信品質のみが大幅に低下することがボトルネックとなって通信路全体の通信品質が低下することを防止することができる。

[0054] 第2の実施形態に係る通信システムにおいては、中継局30が移動局10とのクリアランスをとるために移動することによって基地局20と中継局30との間の距離が遠くなったことにより、基地局20と中継局30との間の通信の通信品質が所定の閾値以下となった場合、中継局30は移動を休止し、移動局10のみが目的地へ向かって移動する。これは、中継局30がさらに移動することによって基地局20と中継局30との間の距離が更に遠くなると、基地局20と中継局30との間の通信品質だけがさらに低下し、これがボトルネックとなって通信路全体の通信品質が低下することが予測されるためである。

[0055] 中継局30が移動を休止し、移動局10のみが目的地へ向かって移動すると、今度は、移動局10と中継局30との間の距離が遠くなる。これにより、移動局10と中継局30との間の通信の通信品質が低下する。そして、基地局20と中継局30との間の通信の通信品質が、移動局10と中継局30との間の通信の通信品質と同等以上になった時点で、中継局30は移動を再開する。

[0056] なお、通信品質の指標が受信レベル又はスループットのように連続値をとる指標である場合には上記の通りであるが、通信品質の指標は、MCS (Modulation and Coding Scheme、変調方式と符号化率の組み合わせ) インデックス値のように離散的な値をとる指標である場合がある。

[0057] 図5は、本発明の第2の実施形態に係る通信システムによる通信方法の概要を説明するための模式図である。図5は、一例として、通信品質の指標が

MCS インデックス値である場合における通信方法を示したものである。

[0058] 図5 (A) に示すように、まず、移動局10及び中継局30が移動を開始する時点では、移動局10と中継局30との間の通信におけるMCS インデックス値、及び基地局20と中継局30との間の通信におけるMCS インデックス値、は共に「9」であり、同等の通信品質になっている。

[0059] 移動局10が目的地へ向かって移動することに伴って中継局30が移動すると、基地局20と中継局30との間の距離がより遠くなることによって受信レベルの低下等が生じ、図5 (B) に示すように、例えば、基地局20と中継局30との間の通信におけるMCS のインデックス値が「8」に低下する。この場合、中継局30は、移動を休止する。これにより、移動局10のみが目的地へ向かって移動することになる。

[0060] 移動局10のみが目的地へ向かって移動すると、移動局10と中継局30との間の距離が遠くなることによって受信レベルの低下等が生じ、図5 (C) に示すように、例えば、移動局10と中継局30との間の通信におけるMCS のインデックス値が「8」に低下する。移動局10と中継局30との間の通信におけるMCS インデックス値と、基地局20と中継局30との間の通信におけるMCS インデックス値とが、共に「8」となって通信品質に差がなくなることにより、中継局30は移動を再開する。

[0061] 第2の実施形態に係る通信システムでは、中継局30が図5 (A) ～図5 (C) の動作を繰り返しながら、移動局10は目的地へ向かって移動する。これにより、図5 (D) に示すように、移動局10が目的地に到達した時点においても、移動局10と中継局30との間の通信と、基地局20と中継局30との間の通信と、における通信品質に大きな差が生じることがない。このように、第2の実施形態に係る通信システムは、通信路の特定の区間の通信品質の急速な低下を防ぎ、通信路全体の通信品質が段階的に低下していくように通信品質の制御を行うことができる。

[0062] [通信システムの機能構成]

以下、通信システムの機能構成について、図面を参照しながら説明する。

図6は、本発明の第2の実施形態に係る通信システムの機能構成を示すブロック図である。図6に示すように、通信システムは、移動局10と、中継局30Rと、を含んで構成される。

なお、図3を参照しながら説明した、第1の実施形態に係る通信装置が備える機能ブロックと構成が共通する機能ブロックについては、同一の符号を付す。また、繰り返しとなる説明は省略し、第1の実施形態に係る通信装置の構成に対して新たに追加された構成のみについて以下に説明する。

[0063] 移動局10は、送受信機101と、位置検出・通知部102と、位置関係解析部103と、移動制御部104と、障害物検知部105と、通信接続切替部106と、を含んで構成される。

[0064] 中継局30Rは、第1送受信機301Rと、第2送受信機302Rと、位置検出・通知部303Rと、位置関係解析部304と、移動制御部305Rと、電波検知部306と、を含んで構成される。

[0065] 第1送受信機301Rは、移動局10と自己の中継局30Rとの間の通信の通信品質を測定する。第1送受信機301Rは、測定した通信品質の値を位置検出・通知部303Rへ出力する。また、第2送受信機302Rは、基地局20と自己の中継局30Rとの間の通信の通信品質を測定する。第2送受信機302Rは、測定した通信品質の値を位置検出・通知部303Rへ出力する。

[0066] 位置検出・通知部306Rは、基地局20と自己の中継局30Rとの間の通信の通信品質を示す値が所定の閾値以下となった場合、移動制御部305Rを介して自己の中継局30の移動を休止させる。その後、位置検出・通知部306Rは、基地局20と自己の中継局30Rとの間の通信の通信品質を示す値が、移動局10と自己の中継局30Rとの間の通信の通信品質を示す値以上になった場合、移動制御部305Rを介して自己の中継局30の移動を再開させる。

[0067] [通信システムの動作]

以下、通信システムの動作の一例について、図面を参照しながら説明する

。

図7は、本発明の第2の実施形態に係る通信システムの動作を示すフローチャートである。なお、図7に示すフローチャートは、移動局10及び中継局30による障害物回避行動（すなわち、図4に示したフローチャートのステップS009）が行われた後の動作を示したものである。なお、第1の実施形態に係る通信装置の動作に対して新たに追加された動作のみを、以下に説明する。

[0068] 移動局10と中継局30とが、障害物回避行動を開始する（ステップS101）。

移動局10が目的地に到達した場合（ステップS102・Yes）、図7のフローチャートが示す処理が終了する。

移動局10が目的地に到達していない場合（ステップS002・No）、移動局10及び中継局30は障害物回避行動を継続する。

[0069] 基地局20と中継局30との間の通信の通信品質を示す値（MCSの他に、伝送レートや過去に測定されたスループット、受信電界強度（RSSI；Received Signal Strength Indication）などが想定される）が所定の閾値以下になっていない場合（ステップS103・No）、移動局10及び中継局30は障害物回避行動を継続する。

基地局20と自己の中継局30との間の通信の通信品質を示す値が所定の閾値以下になった場合（ステップS103・Yes）、中継局30は移動を休止する（ステップS104）。

[0070] 基地局20と中継局30との間の通信の通信品質を示す値が、移動局10と自己の中継局30との間の通信の通信品質を示す値より小さい場合（ステップS105・No）、中継局30は移動を再開させない。

基地局20と中継局30との間の通信の通信品質を示す値が、移動局10と自己の中継局30との間の通信の通信品質を示す値以上になった場合（ステップS105・Yes）、中継局30は移動を再開する（ステップS106）。

[0071] 以上説明したように、上述した各実施形態に係る通信システムでは、移動局 10 は、目的地への移動中に通信路に対する障害物 50 を検知した場合に移動を休止するとともに、基地局 20 に対して中継局 30 の配備要求を送信する。そして、中継局 30 は、基地局 20 からの要求に従って、移動局 10 の現在位置と基地局 20 の位置の間の任意の位置へ移動し、移動局 10 及び基地局 20 はハンドオーバーを実施する。そして、移動局 10 は移動を再開し、中継局 30 は、移動局 10、自己の中継局 30、及び基地局 20 との間を結ぶ通信路が障害物 50 を迂回するように、移動局 10 の位置に応じて移動する。

[0072] 以上の構成により、上述した各実施形態に係る通信システムは、移動局 10 が向かう目的地と基地局 20 との間に未知の障害物 50 が存在する場合であっても、移動局 10 と基地局 20 との間の通信路を確保することができる。

[0073] なお、上述した各実施形態に係る通信システムの構成は、例えば、移動局が、当初の移動プランよりも遠距離移動することになった場合における移動局と基地局との間の通信制御等に対しても、適用が可能である。

[0074] 以上、図面を参照して本発明の実施の形態を説明してきたが、上記実施の形態は本発明の例示に過ぎず、本発明が上記実施の形態に限定されるものではないことは明らかである。したがって、本発明の技術思想及び範囲を逸脱しない範囲で構成要素の追加、省略、置換、その他の変更を行ってもよい。

[0075] 上述した実施形態における移動局 10 及び中継局 30 の一部又は全部をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内

蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

符号の説明

[0076] 10 (10R) …移動局、20…基地局、30 (30R) …中継局、50…障害物、101…送受信機、102…位置検出・通知部、103…位置関係解析部、104…移動制御部、105…障害物検知部、106…通信接続切替部、301 (301R) …第1送受信機、302 (302R) …第2送受信機、303 (303R) …位置検出・通知部、304…位置関係解析部、305 (305R) …移動制御部、306…電波検知部

請求の範囲

- [請求項1] 無線局との通信を行い所定の目的地へ向かって移動する移動局と、前記移動局と前記無線局との間の通信を中継する中継局と、を有する通信システムであって、
- 前記移動局は、
- 前記目的地へ向かう第1の移動ルートに沿って移動している場合において前記第1の移動ルート上に存在する障害物を検知した場合に移動を休止し、前記移動を休止している場合において前記中継局を介した前記移動局と前記無線局との間の通信が確立した場合に前記障害物を回避して前記目的地へ向かう第2の移動ルートに沿って移動し、
- 前記中継局は、
- 前記移動局が前記第2の移動ルートに沿って移動する場合に、前記移動局の移動に応じて前記移動局と前記無線局との間の通信を中継可能な位置を維持するように移動する
- 通信システム。
- [請求項2] 前記中継局は、前記移動局及び前記無線局を見通すことができる位置を維持するように移動することにより前記中継可能な位置を維持する
- 請求項1に記載の通信システム。
- [請求項3] 前記中継局は、前記目的地の平面上の位置と前記障害物の平面上の位置とを通る直線によって分割される2つの領域のうち、前記移動局が存在するほうの領域に位置するように移動する
- 請求項1に記載の通信システム。
- [請求項4] 前記中継局は、前記移動局の平面上の位置と前記障害物の平面上の位置とを通る直線によって分割される2つの領域のうち、前記移動局が存在するほうの領域に位置するように移動する
- 請求項1に記載の通信システム。
- [請求項5] 前記中継局は、前記移動局と前記中継局との間の通信の通信品質を

示す値と、前記無線局と前記中継局との間の通信の通信品質を示す値と、の差が所定の閾値以下になるように移動する

請求項 1 から 4 のうちいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項6]

無線局との通信を行い所定の目的地へ向かって移動する移動局と、前記移動局と前記無線局との間の通信を中継する中継局と、による通信方法であって、

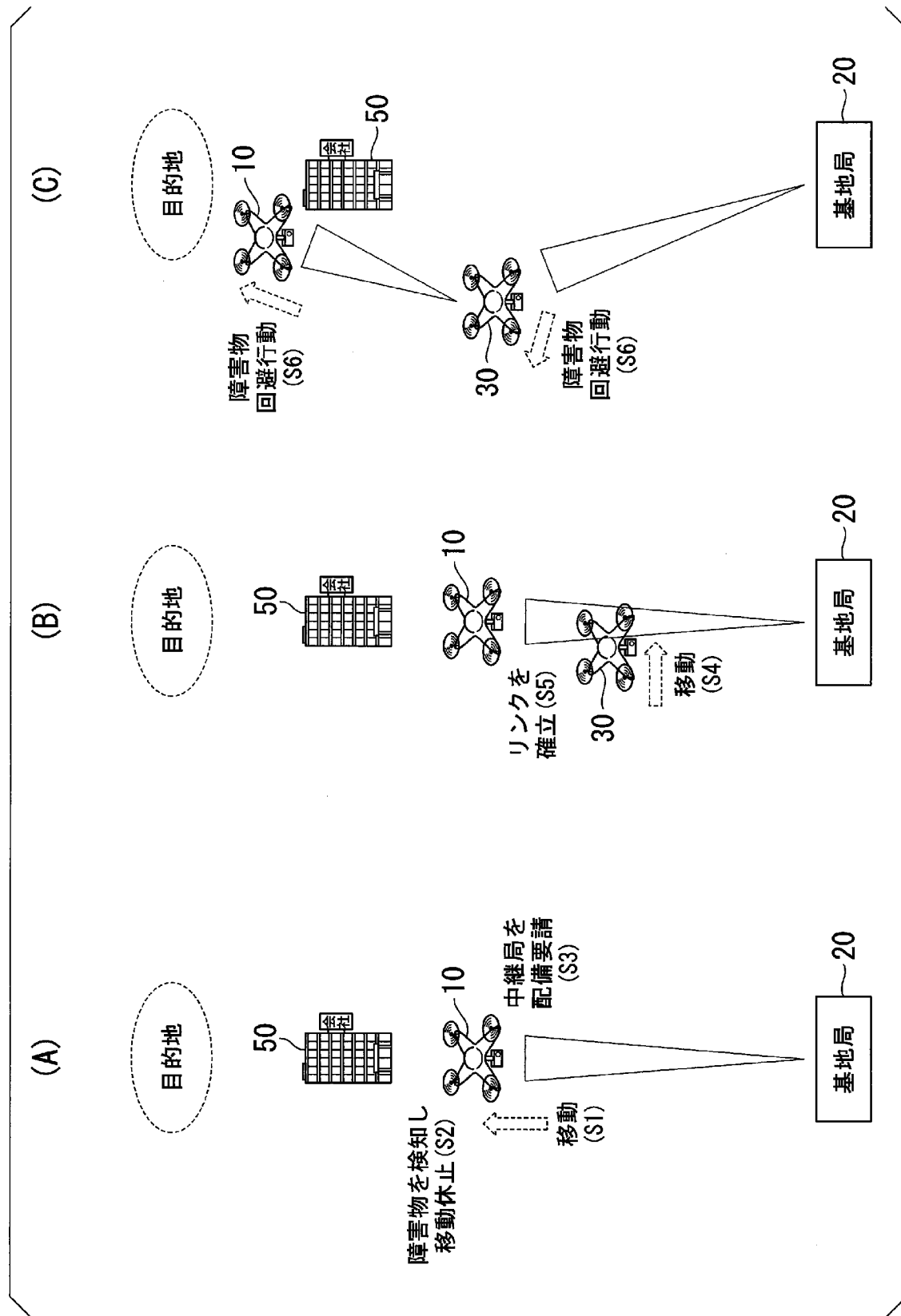
前記移動局が、前記目的地へ向かう第 1 の移動ルートに沿って移動している場合において前記第 1 の移動ルート上に存在する障害物を検知した場合に移動を休止するステップと、

前記移動局が、前記移動を休止している場合において前記中継局を介した前記移動局と前記無線局との間の通信が確立した場合に前記障害物を回避して前記目的地へ向かう第 2 の移動ルートに沿って移動するステップと、

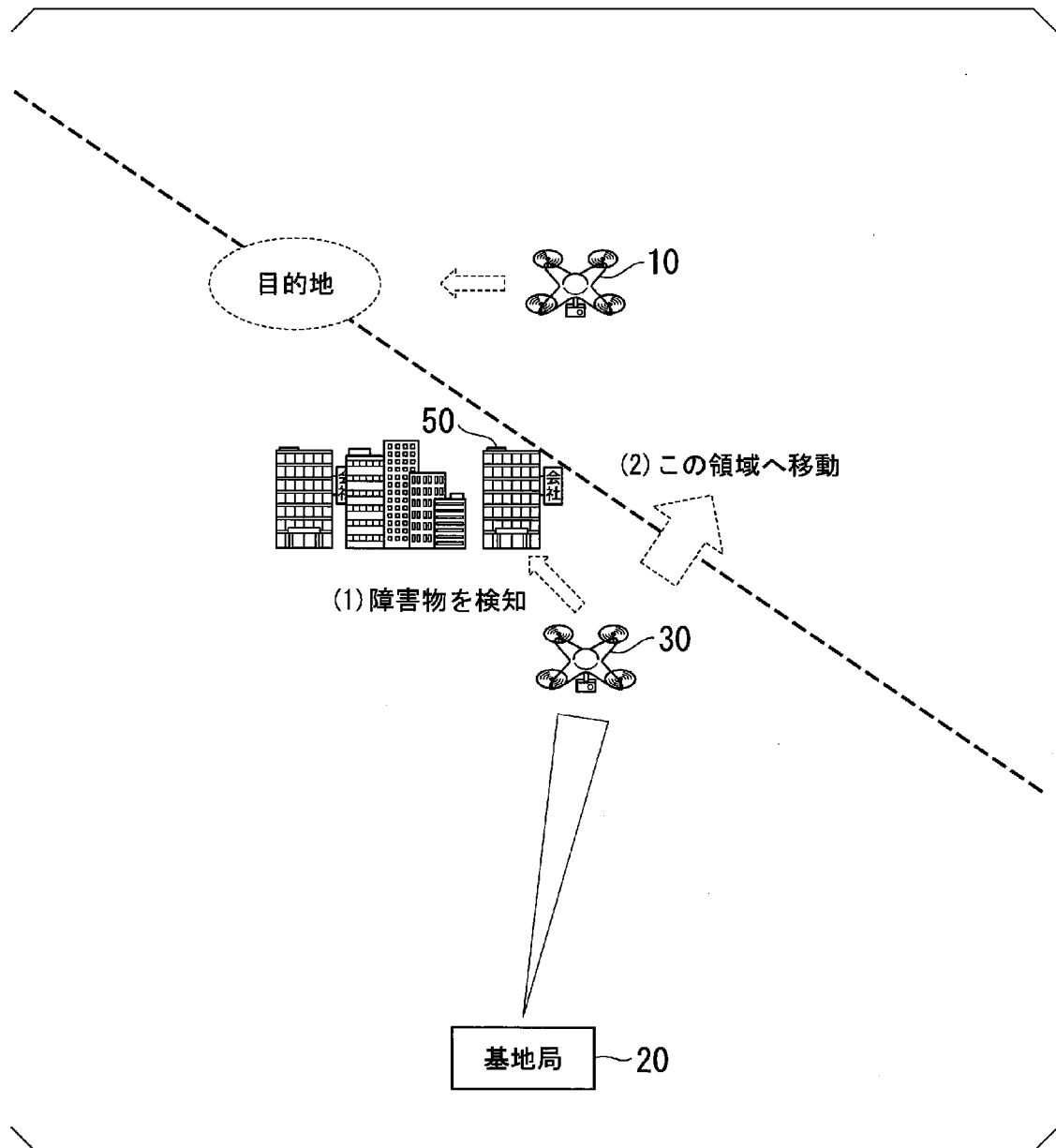
前記移動局が前記第 2 の移動ルートに沿って移動する場合に、前記中継局が、前記移動局の移動に応じて前記移動局と前記無線局との間の通信を中継可能な位置を維持するように移動するステップと、

を有する通信方法。

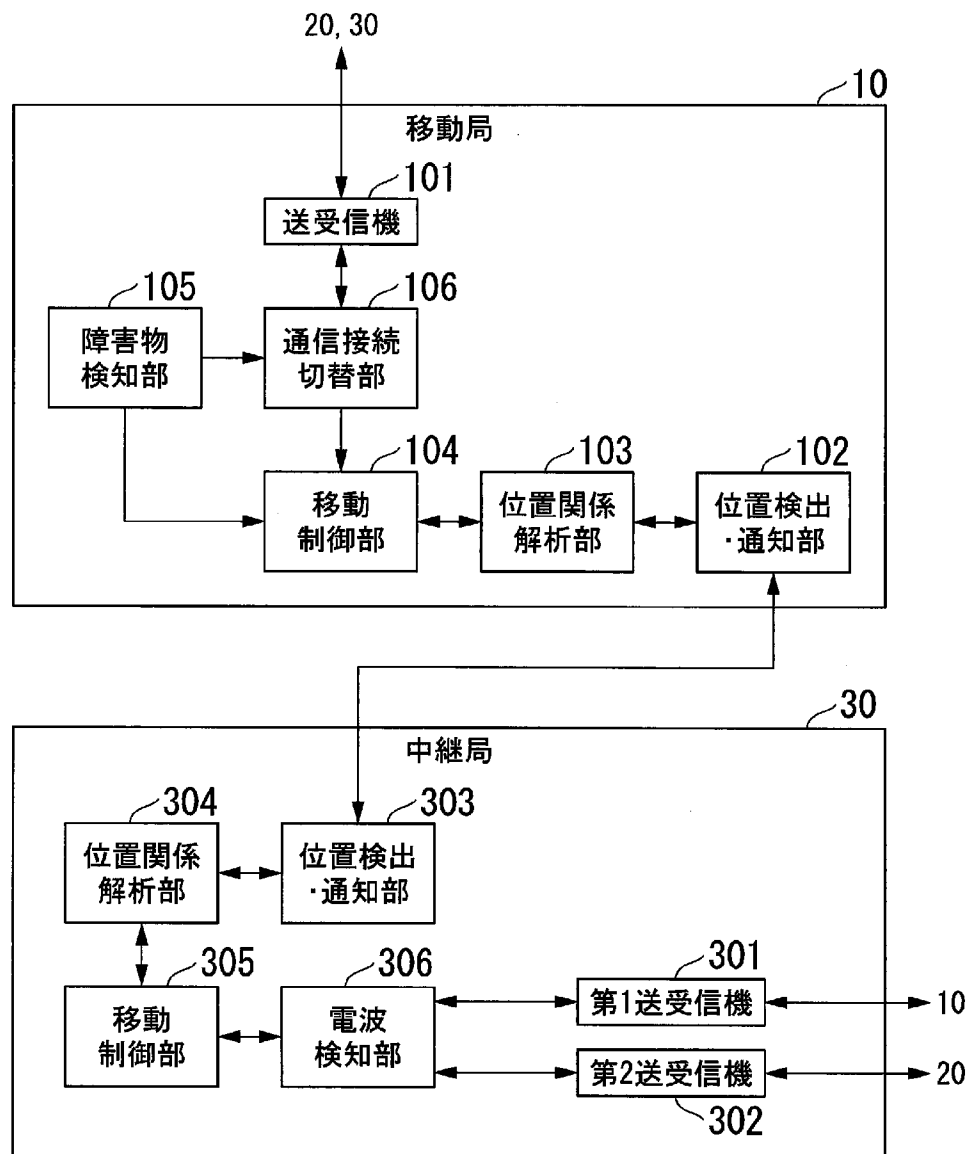
[図1]



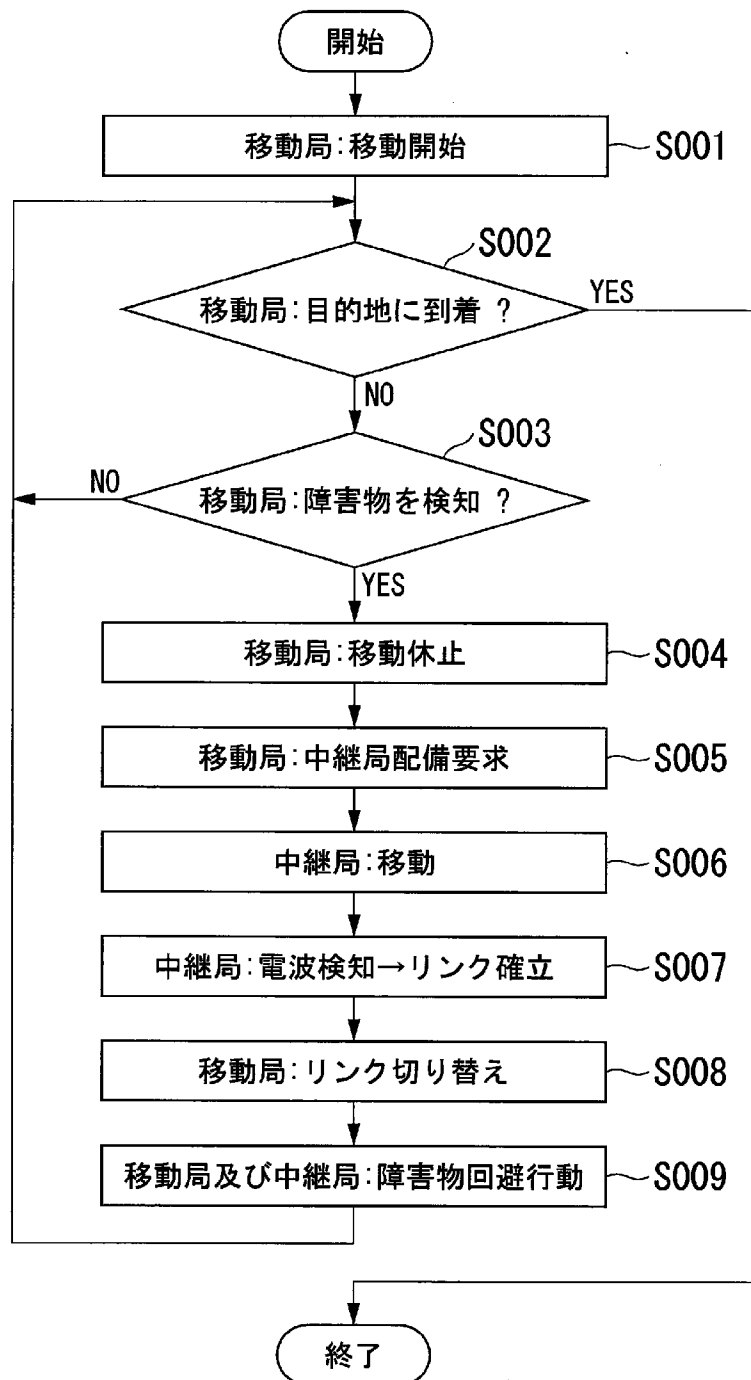
[図2]



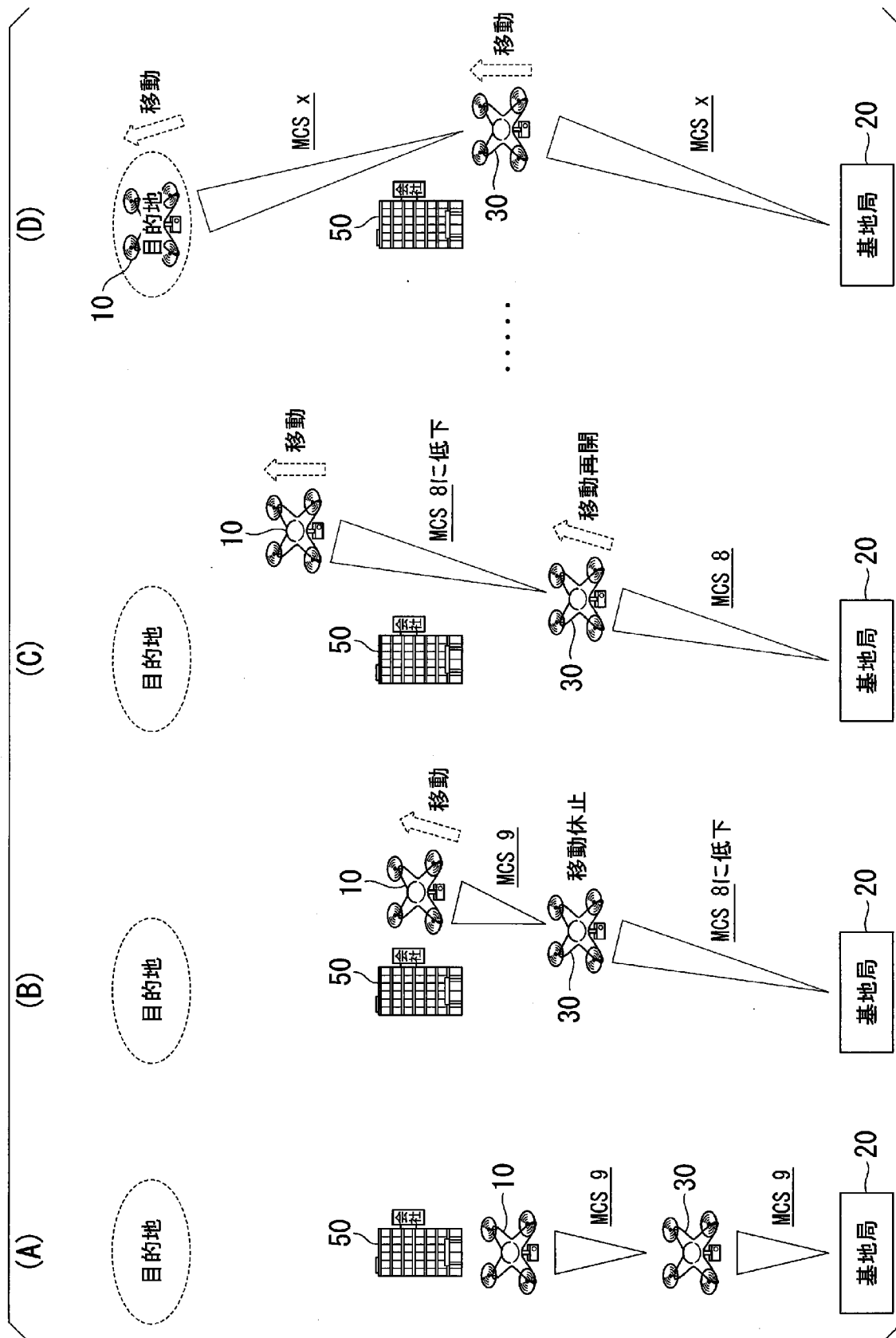
[図3]



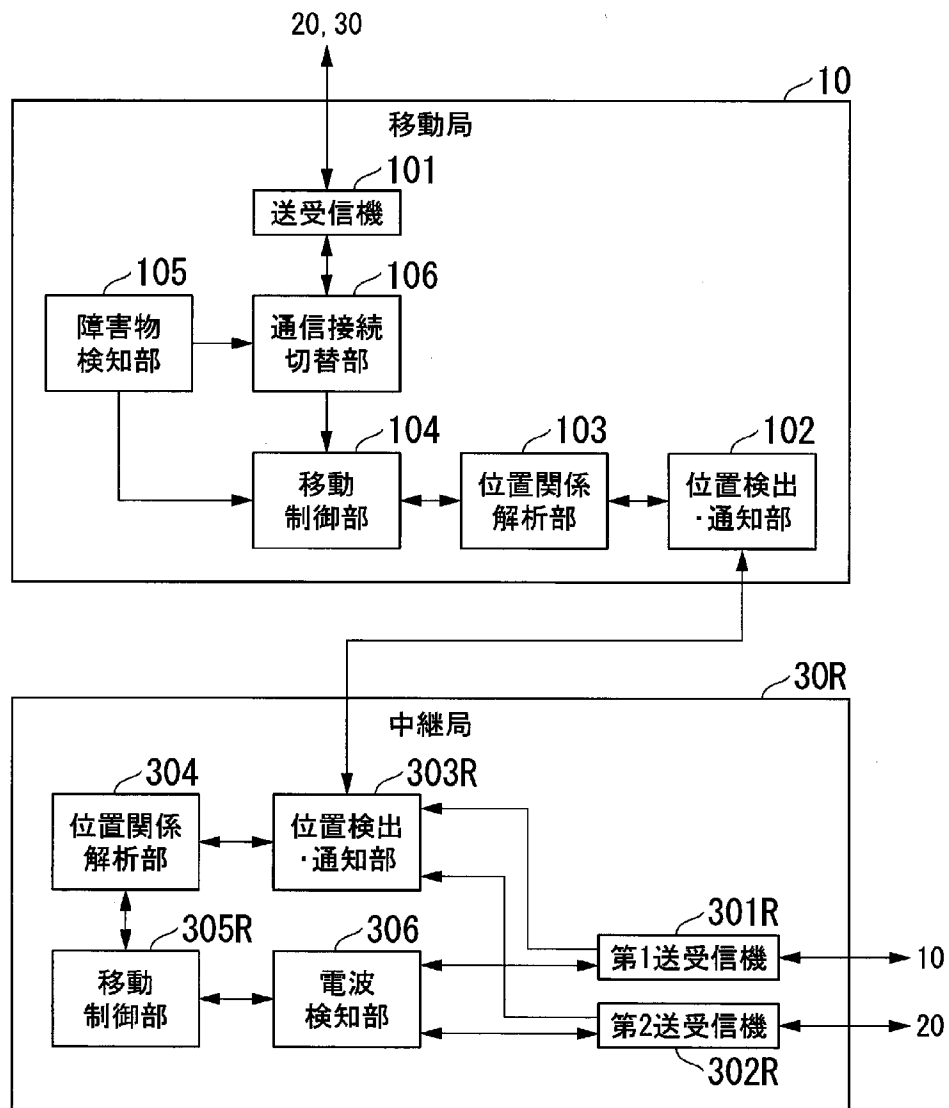
[図4]



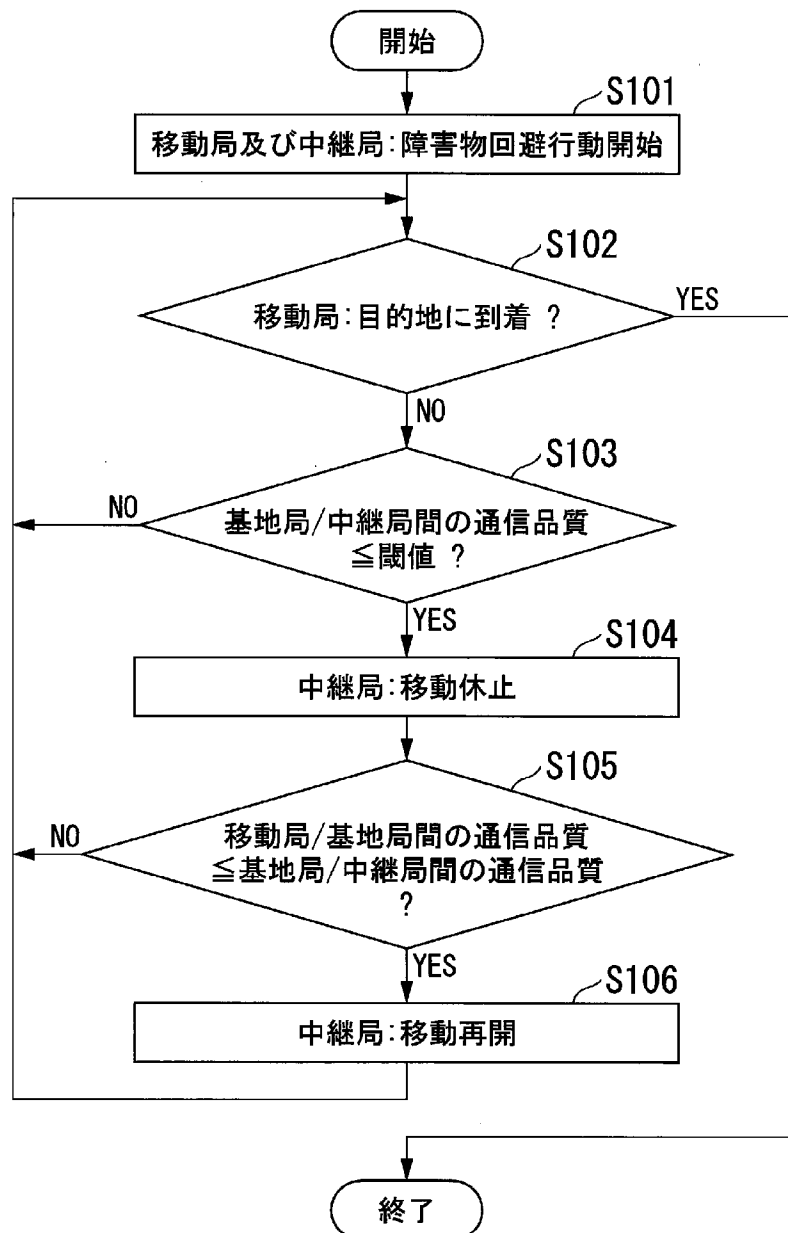
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/025746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04W16/26 (2009.01) i, H04W16/28 (2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-95049 A (AUTONOMOUS CONTROL SYSTEMS LABORATORY LTD.) 21 June 2018, abstract (Family: none)	1-6
A	JP 2001-230722 A (NEC CORP.) 24 August 2001, abstract, paragraphs [0002]-[0007], [0050] (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 September 2019 (03.09.2019)

Date of mailing of the international search report
10 September 2019 (10.09.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04W16/26(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-95049 A（株式会社自律制御システム研究所）2018.06.21, 要約（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2001-230722 A（日本電気株式会社）2001.08.24, 要約, 段落 [0002]-[0007], [0050]（ファミリーなし）	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.09.2019

国際調査報告の発送日

10.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

横田 有光

5 J

3863

電話番号 03-3581-1101 内線 3534