

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-207626

(P2014-207626A)

(43) 公開日 平成26年10月30日(2014. 10. 30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 4/04 (2009.01)	HO4W 4/04 150	5K067
HO4W 88/02 (2009.01)	HO4W 88/02 140	
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4W 16/28	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-85354 (P2013-85354)
 (22) 出願日 平成25年4月16日 (2013. 4. 16)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 寺町 和義
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
 株式会社日立製作所通信ネットワーク事業
 部内
 Fターム(参考) 5K067 AA23 EE02 EE10 KK01

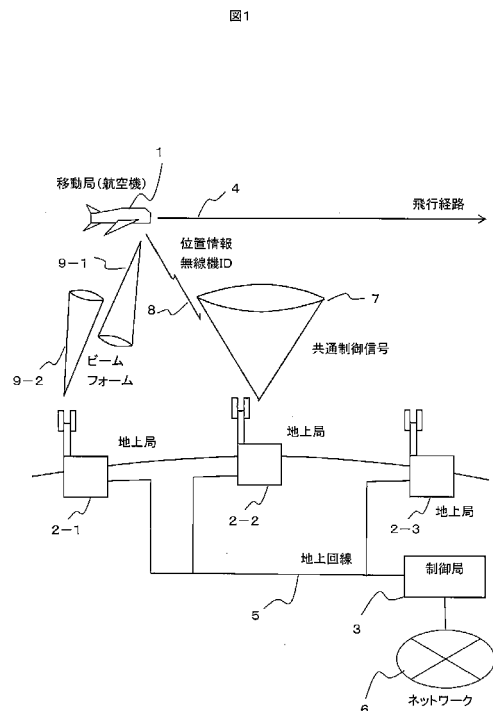
(54) 【発明の名称】 航空機通信方法および航空機通信システム

(57) 【要約】

【課題】衛星を介さず、また通信会社の外部システムからの航空情報を必要としないシンプルな構成のシステムを構築する。

【解決手段】航空機と、航空機の飛行経路上に配置された複数の地上局と、複数の地上局と地上回線で接続された地上局を制御する制御局を有し、航空機は複数のアレイアンテナ部がそれぞれ別の方向にビームを送信するように制御する制御部と、位置情報取得部と、ビームフォーミングを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と航空機内の端末と無線信号を送受信する無線サービス部とを有し、航空機の記憶部に、複数の地上局と航空機の位置情報を記憶しておき、2つの位置情報に基づいて地上局に向けたビームを形成して送信し、地上局もまた、アレイアンテナ部を有し、航空機および地上局の双方がビームフォーミングを行うことにより通信を継続する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

航空機と、航空機の飛行経路上に配置された複数の地上局と、
該複数の地上局と地上回線で接続され地上局を制御する制御局を少なくとも有する航空機通信システムにおける通信方法であって、

前記航空機は、

複数のアレイアンテナ部と、

該複数のアレイアンテナ部がそれぞれ別の方向にビームを送信するように制御する制御部と、位置情報取得部と、ビームフォーミングを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と、

航空機内の端末と無線信号を送受信する無線サービス部とを有し、

前記記憶部に、前記複数の地上局の位置情報および、前記位置情報取得部が取得した航空機の位置情報を記憶しており、

該複数の地上局の位置情報および航空機の位置情報に基づいて、少なくとも一つの地上局を選択し、該地上局に向けたビームを形成して送信し、

前記地上局は、

アレイアンテナ部と

該アレイアンテナ部が送信するビームを制御する制御部と、ビームフォーミングを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と、を有し、

前記航空機および前記地上局の双方がビームフォーミングを行うことにより通信を継続することを特徴とする航空機通信方法。

【請求項 2】

前記複数の地上局は、航空機との通信路が設定されていない状態では、指向性を持たない全方位に向けて、共通制御信号を送信し、航空機と地上局間の通信路が設定されると、航空機から受信した位置情報に基づいて、指向性を制御したビームを送信することを特徴とする請求項 1 に記載の航空機通信方法。

【請求項 3】

前記制御部は、前記航空機と前記複数の地上局との間に設定されている複数の回線の通信品質を監視する監視部を有し、前記通信品質に基づいて、前記複数の回線の切替えを行うことを特徴とする請求項 2 に記載の航空機通信方法。

【請求項 4】

前記航空機は、第 1 の地上局と通信中に、第 2 の地上局が送信する共通制御信号を受信した場合、該第 1 の地上局経由で前記制御部の監視部より第 2 の地上局と航空機間の通信品質情報を受信し、該通信品質が予め定めた品質以上である場合に、第 2 の地上局に対し接続要求信号を送信することを特徴とする請求項 3 に記載の航空機通信方法。

【請求項 5】

航空機と、

航空機の飛行経路上に配置された複数の地上局と、

該複数の地上局と地上回線で接続され地上局を制御する制御局を少なくとも有する航空機通信システムであって、

前記航空機は、

複数のアレイアンテナ部と、

該複数のアレイアンテナ部がそれぞれ別の方向にビームを送信するように制御する制御部と、位置情報取得部と、ビームフォーミングを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と、

航空機内の端末と無線信号を送受信する無線サービス部とを有し、

前記記憶部に、前記複数の地上局の位置情報および、前記位置情報取得部が取得した航空機の位置情報を記憶しており、

該複数の地上局の位置情報および航空機の位置情報に基づいて、少なくとも一つの地上局を選択し、該地上局に向けたビームを形成して送信し、

10

20

30

40

50

前記地上局は、

アレイアンテナ部と

該アレイアンテナ部が送信するビームを制御する制御部と、ビームフォームを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と、を有し、

前記航空機および前記地上局の双方がビームフォーミングにより通信を行うことを特徴とする航空機通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機通信技術に関し、特に、衛星を介さずに地上と航空機間で無線通信を行う航空機通信技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

衛星を介さずに地上局と航空機間で無線通信を行う航空機通信に関する技術としては、例えば、特許文献1および特許文献2に記載されたものがある。

特許文献1は、航空機と地上の送受信機との間に無線通信リンクを成立させるために、地上の送受信機の通信アンテナを指向制御することで航空機を追尾して通信状態を維持するシステムにおける発明で、航空機から衛星通信リンクを経由して取得する第1の位置情報と、航空機の管制あるいは警戒システムにおけるレーダ情報から取得する第2の位置情報に優先度を設定し、通信接続状態が切断されたと判定されたとき、優先度に従って位置情報を選択して所定時間後の航空機の位置を予測し、予測された航空機の位置に通信アンテナを指向させて航空機との通信状態を維持する技術が開示されている。

20

【0003】

また、特許文献2には、飛行中の航空機と受信器との間に無線周波(RF)通信リンクを成立させるために、適応アンテナアレイを飛行中の航空機の方向に指向させるシステム及び方法に関する発明で、受信アンテナアレイパターンの主ローブを飛行中の航空機の方向に電子的にステアリングすると同時に、他の方向からの信号に対する受信器の感度を最小限に抑えることを目的とし、航空機追跡サービスなどの航空機追跡手段から航空機に関する航空機位置情報を受信し、飛行中の所定の飛行機について航空機位置ベクトル g を計算し、その位置ベクトル g に基づいてアンテナ重みベクトル w を発生させて適応アンテナアレイのアンテナ素子に提供し、受信ローブが飛行中の航空機に向けて指向されるようにする技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-081696号公報

【特許文献2】特願2000-535064号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

背景技術で説明したような、通信会社以外の外部システム(航空管制システム、飛行運行計画、航空機追尾サービスなど)から航空情報(位置情報、航空機の無線機ID)を取得し、地上局から航空機に向けてビームフォームを行うことで航空機を追尾する公知例はあるが、通信会社内のシステムで完結しないという問題点があった。

通信会社外の航空機関係システムと連携する構成とせざるを得ないことにより、システム構成が多段になり設備使用費・システム管理費が高額になるため、よりシンプルな構成のシステムを必要としていた。

また、航空機の機内サービスとして無線LAN環境を提供出来ているが、航空機から外部へのアクセス方法として、衛星を介した通信が一般的である。高速無線LAN環境のサービスを提供するには、限りある衛星回線数を増強する必要があり、その増強分、高額な回

50

線使用料を負担することになるため、衛星通信と比較して安価に構築でき、安定した回線品質がある地上局と航空機を接続する方法が必要とされていた。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は、航空機と、航空機の飛行経路上に配置された複数の地上局と、複数の地上局と地上回線で接続され地上局を制御する制御局を少なくとも有する航空機通信システムにおいて、航空機は複数のアレイアンテナ部と複数のアレイアンテナ部がそれぞれ別の方向にビームを送信するように制御する制御部と、位置情報取得部と、ビームフォームを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と航空機内の端末と無線信号を送受信する無線サービス部とを有し、航空機の記憶部に、複数の地上局の位置情報および、位置情報取得部が取得した航空機の位置情報を記憶しておき、航空機は複数の地上局の位置情報および航空機の位置情報に基づいて、少なくとも一つの地上局を選択し、該地上局に向けたビームを形成して送信し、地上局もまた、アレイアンテナ部とアレイアンテナ部が送信するビームを制御する制御部と、ビームフォームを行うための情報を記憶する記憶部を有する無線装置部と、を有し、航空機および地上局の双方がビームフォーミングを行うことにより通信を継続することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、通信会社の外部システムから航空情報を必要とせず、通信会社内のシステムで完結するシンプルな構成のシステムを構築することが出来る。

20

また衛星を介した通信より、比較的 low コストで、回線品質も安定した高速無線サービスを提供できる。

飛行経路上にある携帯電話基地局の敷地内に本発明の地上局を増設することで、少額投資で飛行経路上の航空機をカバーすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施例における航空機通信方法を適用するシステムの構成を説明する図である。

【図2】本発明の一実施例における移動局の構成を説明する図である。

【図3】本発明の一実施例における地上局の構成を説明する図である。

30

【図4】本発明の一実施例における制御局の構成を説明する図である。

【図5】本発明の一実施例におけるビームフォーム記憶部の構成を説明する図である。

【図6】地上局位置情報テーブルのイメージ図である。

【図7】航空機位置情報テーブルのイメージ図である。

【図8】放射方向情報テーブルのイメージ図である。

【図9(a)】移動局と地上局間のビームフォーミング及び制御局との回線開通における処理を説明するシーケンス図である。

【図9(b)】移動局と地上局間のビームフォーミング及び制御局との回線開通における処理を説明するシーケンス図である。

【図10】移動局と制御局間の回線開通後における回線品質状況を算定する処理を説明するシーケンス図である。

40

【図11(a)】移動局、地上局、制御局の間で回線開通している状況で、次の接続先の地上局と回線開通を行う処理を説明するシーケンス図である。

【図11(b)】移動局、地上局、制御局の間で回線開通している状況で、次の接続先の地上局と回線開通を行う処理を説明するシーケンス図である。

【図12】移動局と制御局の間で2回線が開通している状況で、制御局にて回線品質により回線選択を行う処理を説明するシーケンス図である。

【図13(a)】移動局 - 地上局間の回線切替え処理を説明するシーケンス図である。

【図13(b)】移動局 - 地上局間の回線切替え処理を説明するシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 0 9 】

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【 0 0 1 0 】

まず、本発明の概要を説明する。本発明は、航空機に搭載する移動局(以下、移動局と称する)と地上局の各々にアダプティブアレイアンテナを搭載させ、移動局側にて、予め地上局の位置情報(緯度、経度、高度)をメモリ登録し、移動局を搭載している航空機の位置情報(緯度、経度、高度、機体方向)と合わせて地上局への放射方向を算定し、ビームフォーミングする。移動局は航空機の無線機ID、位置情報を地上局に送信し、地上局も合わせてビームフォーミングすることにより、航空管制システム、飛行運行計画、航空機追尾サービスなどの外部システムの情報を必要とせずに地上局、移動局が双方で追尾するものである。

10

【 0 0 1 1 】

図1は本発明の一実施例における航空機通信方法を適用するシステムの構成を説明する図である。

本発明の一実施例における航空機通信方法を適用するシステムは、構成要素として移動局(航空機)、地上局、制御局からなる無線システムである。

移動局(航空機)1は飛行経路4上を運行するものとし、移動局1と地上局2-1、2-2、2-3との間で無線信号を送受信するためにアダプティブアレイアンテナを搭載しているものとする。

各地上局2-1、2-2、2-3は飛行経路4に沿って地上に配備しているものとし、移動局1と送受信するためにアダプティブアレイアンテナを搭載しており、指向性を持たせず全方位にビーム幅を広げた状態でかつ、上空の飛行経路4に向けて共通制御信号7(地上局の無線機IDを含む)を常時あるいは定期的に送信しているものとする。図1では、地上局2-2から送信される共通制御信号7のみ示したが、基地局2-1、2-3からも同様の共通制御信号7を送信する。

20

【 0 0 1 2 】

制御局3は各地上局2-1、2-2、2-3と地上回線5で接続されており、移動局1から受信した多重化されたデータを地上回線5を介して伝送し、また他のネットワーク6にも伝送するものとする。

移動局1は、予め地上局の位置情報(緯度、経度、高度)を移動局1内に登録しており、地上局の位置情報(緯度、経度、高度)と航空機の位置情報(緯度、経度、高度、機体方向)を用いて、航空機に最も近い地上局を選択し、その地上局に向けたビームの放射方向を算定し、ビーム9-1を向ける。

30

図1を例にすると、移動局1は、地上局2-1が送信した共通制御信号7(地上局の無線機IDを含む)を受信すると、移動局1から地上局2-1に向けて、移動局1の無線機ID、位置情報及び接続要求信号8を送信する。

地上局2-1は移動局1から受信した情報に基づいて移動局1に向けた放射方向を算定する。地上局2-1は移動局1に対してビーム幅を狭めてビームフォーム9-2を向け追尾する。

移動局1が飛行経路4に沿って飛行して移動局1の通信相手である地上局2-1から地上局2-2、地上局2-3のカバーエリアに移動するときも、各地上局はアレイアンテナのビームフォーミングを実施して移動局1を追尾する。

40

【 0 0 1 3 】

図2は本発明の一実施例における移動局の構成を説明するである。

移動局1は、アレイアンテナ部1-A、無線装置部1-B、無線サービス部1-Cから構成される。

アレイアンテナ部1-Aはアレイアンテナ部1-A1、1-A2で構成し、移動局1と地上局2-1、2-2、2-3間の信号の送受信を行い、無線装置部1-Bの制御部1-B2によりアレイアンテナ部1-Aの位相を制御することでビームフォームを制御する。

図2では、本実施例の説明のために2組のアレイアンテナを実装する例を示しているが

50

、移動局 1 と地上局間の無線通信システムに応じて 1 組のみあるいは 3 組以上のアレイアンテナを実装してもよい。

無線装置部 1 - B は機内・機外と信号を送受信するための機内無線送受信部 1 - B 6、機外無線送受信部 1 - B 5、航空機の位置情報を取得するための航空機位置情報取得部 1 - B 4、航空機と地上局 2 の位置情報とビームフォーム 9 - 1 の放射方向、ウェイト情報を格納するビームフォーム記憶部 1 - B 1、無線装置部 1 - B の制御を行う制御部 1 - B 2、無線装置部 1 - B の状態監視を行う監視部 1 - B 3 から構成される。

航空機位置情報取得部 1 - B 4 には GPS 信号受信部 1 - B 7 が実装されており、逐次、航空機の位置情報を取得し、取得した航空機の位置情報をビームフォーム記憶部 1 - B 1 の航空機位置情報テーブル H 2 に記録を行う。

無線サービス部 1 - C は無線 LAN、WiMAX、LTE 等の高速無線サービスを提供し、アンテナ 1 - C 1 により航空機内の端末 1 - C 2 と無線信号の送受信を行う。

【0014】

図 3 は本発明の一実施例における地上局の構成を説明する図である。

地上局 2 はアレイアンテナ部 2 - A、無線装置部 2 - B から構成される。

無線装置部 2 - B の構成は、制御局 3 と通信するための制御局インターフェイス部 2 - B 4、制御局インターフェイス部 2 - B 4 からの信号を無線信号に変換し、時分割多重方式などの方式により送受信するための無線送受信部 2 - B 5、アレイアンテナ部のビームフォームの放射方向、ウェイト情報を格納するビームフォーム記憶部 2 - B 1、制御部 2 - B 2、監視部 2 - B 3 から構成される。

監視部 2 - B 3 により、移動局 1 からの通信品質（エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等）を監視し、制御局 3 に通知する。

アレイアンテナ部 2 - A はアンテナエレメント部 2 - A 1、ビームフォーム調整部 2 - A 2 からなり、無線装置部 2 - B のビームフォームの算定によりビームフォーム調整部 2 - A 2 に電氣的に重み付けをし、アンテナエレメント部 2 - A 1 から移動局 1 に向けてビームフォーミングを行う。

【0015】

図 4 は本発明の一実施例における制御局の構成を説明する図である。

制御局 3 は記憶部 3 - A 1、制御部 3 - A 2、監視部 3 - A 3、インターフェイス部 3 - A 4 から構成される。

記憶部 3 - A 1 には、予め飛行経路 4 上の地上局 2 の無線機 ID が登録されており、地上局 2 が送信する信号の回線品質（エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等）を記録している。

制御部 3 - A 2 は、各地上局 2 の位置情報の管理、移動局 1 のハンドオーバーの切替制御を行う。

監視部 3 - A 3 は、各地上局 2 の回線品質の情報を監視し、制御部 3 - A 2 により、回線品質（エラーレート、受信レベル）が良好な回線を選択する。

インターフェイス部 3 - A 4 は各地上局との通信を行う。また他のネットワーク 6 と接続し、各地上局からネットワーク 6 に信号を伝送するものとする。

【0016】

図 5 は移動局の無線装置部のビームフォーム記憶部の構成を説明する図である。

ビームフォーム記憶部 1 - B 1、2 - B 1 はアレイアンテナ部 1 - A、2 - A と制御部 1 - B 2、2 - B 2、監視部 1 - B 3、2 - B 3 と接続されており、移動局 1 のビームフォーム記憶部 1 - B 1 は航空機位置情報取得部 1 - B 4 と接続されている。ビームフォーム記憶部 1 - B 1、2 - B 1 は地上局位置情報テーブル H 1、航空機位置情報テーブル H 2、放射方向情報テーブル H 3 を備えている。ビームフォーム記憶部 1 - B 1、2 - B 1 には、予め地上局位置情報テーブル H 1 に全地上局の位置情報が格納されている。ビームフォーム 9 - 1、9 - 2 の放射方向を算定する際、制御部 1 - B 2、2 - B 2 にて読出しを行う。

航空機位置情報テーブル H 2 はビームフォーム記憶部 1 - B 1、2 - B 1 に各々備えて

10

20

30

40

50

いる。移動局 1 のビームフォーム記憶部 1 - B 1 は航空機位置情報取得部 1 - B 4 から取得した位置情報、計測時刻を航空機位置情報テーブル H 2 に記憶する。

地上局 2 のビームフォーム記憶部 2 - B 1 は移動局 1 より航空機の位置情報、計測時刻を受けて記憶する。

制御部 1 - B 2、2 - B 2 はビームフォーム 9 - 1、9 - 2 の放射方向情報、ウェイト情報を算定し、算定した放射方向情報とウェイト情報を放射方向情報テーブル H 3 に記憶し、ビームフォーム 9 - 1、9 - 2 を制御するため放射方向情報、ウェイト情報の読出しを行う。

【 0 0 1 7 】

図 6 は地上局位置情報テーブルの概略イメージ図である。

10

地上局位置情報テーブルには、予め全ての地上局の無線機 I D と位置情報（緯度、経度、高度）を登録されているものとする。

【 0 0 1 8 】

図 7 は航空機位置情報テーブルのイメージ図である。

航空機位置情報テーブルには、移動局 1 のビームフォーム記憶部 1 - B 1 においては、航空機位置情報取得部 1 - B 4 から位置情報と計測時刻を取得し、移動局の無線機 I D、計測時刻（時間 h、分 m、秒 s）、航空機の位置情報（緯度、経度、高度）の項目を記憶し、随時更新する。

地上局 2 のビームフォーム記憶部 1 - B 2 においては、移動局 1 から接続要求信号（航空機の無線機 I D、位置情報含む）を受信した際、移動局 1 と同様に随時更新する。

20

【 0 0 1 9 】

図 8 は放射方向情報テーブルのイメージ図である。

放射方向情報テーブルには航空機位置情報取得部 1 - B 4 から取得した移動局 1 の無線機 I D、計測時刻、その計測時刻に算定したビームフォーム 9 - 1、9 - 2 の放射方向（ θ 、 ϕ 、 r ）、ウェイト情報（ w ）の項目を記憶させる。

【 0 0 2 0 】

図 9（a）、図 9（b）は移動局と地上局間のビームフォーミング及び制御局との回線開通処理を説明するシーケンス図である。

地上局 2 は指向性を持たせず全方位にビーム幅を広げた状態でかつ、上空の飛行経路 4 に向けて共通制御信号 7（地上局の無線機 I D を含む）を常時あるいは定期的に送信（S 1）しているものとする。

30

移動局 1 は、航空機位置情報取得部 1 - B 4 より移動局 1 の位置情報の取得（S 2）を行い、位置情報をビームフォーム記憶部 1 - B 1 の航空機位置情報テーブル H 2 に記録（S 3）を随時行う。移動局 1 は航空機位置情報テーブル H 2 から移動局 1 の位置情報の読出（S 4）を行い、地上局位置情報テーブル H 1 から移動局 1 に最も近い地上局の位置情報の読出（S 5）を行う。移動局 1 は無線装置部 1 - B の制御部 1 - B 2 により、航空機の位置情報と地上局 2 の位置情報から、ビームフォーム 9 - 1 の放射方向と位相制御のためのウェイトの算定（S 6）を行い、放射方向情報テーブル H 3 に記録（S 7）を行う。移動局 1 は算定した電氣的な重み付けであるウェイト情報によりアレイアンテナ部 1（1 - A 1）に制御をかけ、ビームフォーム 9 - 1 を地上局 2 に向ける。移動局 1 は最も近い地上局 2 の共通制御信号 7 を受信する迄、S 2 ~ S 8 までのビームフォーミングを繰り返す（S 9）。

40

移動局 1 は、地上局 2 から送信（S 10）される共通制御信号 7（地上局の無線機 I D を含む）を移動局 1 のアレイアンテナ部 1（1 - A 1）にて受信（S 11）した場合、移動局 1 は地上局 2 に向けて、接続要求信号（移動局 1 の無線機 I D、位置情報を含む）の送信（S 12）を行う。

【 0 0 2 1 】

地上局 2 は移動局 1 の接続要求信号を受け、無線チャネルの割当て（S 13）を行い、制御局 3 に対し接続要求信号の伝送（S 14）を行う。

制御局 3 は地上局 2 に対し接続応答信号の伝送（S 15）を行い、地上局 2 は接続応答

50

信号を受信したとき、ビームフォーミングを開始する。

地上局 2 は移動局 1 の接続要求信号に付随した位置情報 (S 1 2) を受け、無線装置部 2 - B のビームフォーム記憶部 2 - B 1 にある航空機位置情報テーブル H 2 に記録 (S 1 6) を行い、地上局位置情報テーブル H 1 から地上局 2 の位置情報の読出 (S 1 7) を行う。地上局 2 は無線装置部 2 - B の制御部 2 - B 2 により、移動局 1 から受けた位置情報と地上局 2 の位置情報から、ビームフォーム 9 - 2 の放射方向情報と位相制御のためのウェイト情報の算定 (S 1 8) を行う。地上局 2 は放射方向テーブル H 3 にビームフォーム 9 - 2 の放射方向情報とウェイト情報の記録 (S 1 9) を行う。地上局 2 は無線装置部 2 - B の制御部 2 - B 2 により、算定した電氣的な重み付けであるウェイト情報をビームフォーム調整部 2 - A 2 に送信し、ビームフォーム 9 - 2 を航空機 1 に向ける (S 2 0) 。地上局 2 は移動局 1 に対し、接続応答信号、無線チャンネル割当通知及びビームフォーミング完了通知の送信 (S 2 1) を行う。

10

移動局 1 と地上局 2 の間で相互にビームフォーミングした状態で無線回線を確立し、移動局 1 と制御局 3 の間で回線 1 の開通 (S 2 2) を行う回線 1 開通 (S 2 2) の後、移動局 1 と地上局 2 の間で S 2 ~ S 8 、 S 1 0 ~ S 1 2 、 S 1 6 ~ S 2 1 迄のビームフォーミングの過程を行う。ビームフォーミング完了通知の送信 (S 2 1) を受けて、再び S 2 から行うことで繰り返しビームフォーミングを行うことで、航空機 1 のビームフォーム 9 - 1 と地上局 2 のビームフォーム 9 - 2 を相互に向け合わせ追尾する。

【 0 0 2 2 】

図 1 0 は移動局と制御局間の回線品質状況監視処理を説明するシーケンス図である。

20

回線 1 開通 (S 2 2) の後、地上局 2 にて回線 1 の通信品質情報 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) を制御局 3 に伝送 (S 2 3) を行う。

制御局 3 の監視部 3 - A 3 にて、地上局 2 からの通信品質情報 (S 2 3) を監視 (S 2 4) し、記憶部 3 - A 1 に記録 (S 2 5) を行う。制御部 3 - A 2 にて回線 1 の通信品質 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) が予め設定した閾値未満であるか算定 (S 2 6) を行う。制御局 3 は地上局 2 に対し、回線 1 の品質結果通知の伝送 (S 2 7) を行う。

地上局 2 は移動局 1 に対し、回線 1 の品質結果通知の送信 (S 2 8) を行う。

移動局 1 は回線 1 の品質結果通知 (S 2 8) を、ハンドオーバー先と接続を行うための判断基準にする。

30

【 0 0 2 3 】

図 1 1 (a)、図 1 1 (b) は移動局、地上局、制御局の間で回線開通している状況で、次の接続先の地上局と回線開通処理を説明するシーケンス図である。

先に航空機 1、地上局 2 - 1、制御局 3 の間で回線開通 T 1 (図 9 (b) の S 2 2 と同じ) しているものとし、回線 1 とする。また航空機 1 のアレイアンテナ部 1 (1 - A 1) を使用して送受信しているものとする。

移動局 1 は航空機位置情報テーブル H 2 から移動局 1 の位置情報の読出 (T 2) を行い、地上局位置情報テーブル H 1 から移動局 1 に最も近い地上局の位置情報の読出 (T 3) を行う。移動局 1 は無線装置部 1 - B の制御部 1 - B 2 により、航空機の位置情報と地上局 2 - 2 の位置情報から、ビームフォーム 9 - 1 の放射方向情報と位相制御のためのウェイト情報の算定 (T 4) を行い、放射方向情報テーブル H 3 に記録 (T 5) を行う。移動局 1 は算定した電氣的な重み付けであるウェイト情報によりアレイアンテナ部 2 (1 - A 2) に制御をかけ、ビームフォーム 9 - 1 を地上局 2 - 2 に向ける (T 6) 。移動局 1 は地上局 2 - 1 の次に近い地上局 2 - 2 の共通制御信号 7 を受信する迄、T 2 ~ T 6 までのビームフォーミングを繰り返し行う。 (T 7)

40

地上局 2 は指向性を持たせず全方位にビーム幅を広げた状態でかつ、上空の飛行経路 4 に向けて共通制御信号 7 (地上局の無線機 I D を含む) を常時あるいは定期的に送信 (T 8) しているものとする。地上局 2 から送信 (T 9) される共通制御信号 7 (地上局の無線機 I D を含む) を移動局 1 のアレイアンテナ部 2 (1 - A 2) にて受信 (T 1 0) し、かつ制御局 3 から地上局 2 - 1 に向けて回線 1 の品質結果通知 (図 1 0 S 2 6) を伝送 (T 1

50

1) し、地上局 2 - 1 から移動局 1 に対し、回線 1 の品質結果通知 (図 10 S 27) を送信 (T 12) し、アンテナアレイ部 1 (1 - A 1) にて回線 1 の品質結果通知を受信 (T 13) した場合、移動局 1 は地上局 2 - 2 に対して接続判定 (T 14) を行う。

地上局 2 - 2 が送信した共通制御信号 7 を受信 (T 10) し、かつ回線 1 の回線品質 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) の結果が予め設定した閾値以上の場合、地上局 2 - 2 に対し接続要求信号を送信しない。共通制御信号 7 を受信 (T 10) し、かつ回線 1 の回線品質 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) の結果が予め設定した閾値未満であるとき、移動局 1 は地上局 2 - 2 に向けて、接続要求信号 (移動局 1 の無線機 ID、位置情報を含む) の送信 (T 15) を行う。

地上局 2 - 2 は図 9 (b) の S 13 ~ S 20 迄と同じ工程 T 16 を行い、地上局 2 - 2 は移動局 1 に対し、接続応答信号、無線チャネル割当通知及びビームフォーミング完了通知の送信 (T 17) を行う。移動局 1 と地上局 2 - 2 の間で相互にビームフォーミングした状態で無線回線確立し、移動局 1 と制御局 3 の間で回線 2 の開通 (T 18) を行う。回線 2 開通 (T 18) の後、移動局 1 と地上局 2 - 2 の間で T 2 ~ T 6、T 15 ~ T 17 迄のビームフォーミングの過程を行う。

ビームフォーミング完了通知の送信 (T 17) を受けて、再び T 2 から行うことで繰り返しビームフォーミングを行うことで、航空機 1 のビームフォーム 9 - 1 と地上局 2 - 2 のビームフォーム 9 - 2 を相互に向け合わせ追尾する。

【0024】

図 12 は移動局と制御局の間で回線 1、回線 2 が開通している状況で、制御局にて回線品質により回線選択を行う処理を説明するシーケンス図である。

移動局 1 と制御局 3 の間にて回線 1 が開通 (T 1) し、回線 2 が開通 (T 18) している二重接続の状況とする。

地上局 2 - 1 は回線 1 の通信品質情報 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) を制御局 3 に伝送 (T 19) し、地上局 2 - 2 は回線 2 の通信品質情報の伝送 (T 20) を行う。

制御局 3 の監視部 3 - A 3 にて、地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 からの通信品質情報 T 19、T 20 を監視 (T 21) し、記憶部 3 - A 1 に記録 (T 22) を行う。制御部 3 - A 2 により、T 19、T 20 で受信した通信品質情報 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) を比較し、回線の品質判定 (T 23) を行う。

回線 1、回線 2 はインターフェイス部 3 - A 4 まで接続状態のまま、品質判定 (T 23) の結果に基づき、制御部 3 - A 2 にて回線品質良好な回線番号を選択 (T 24) する。このとき未選択回線はインターフェイス部 3 - A 4 で接続状態である。

制御局 3 から地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 に対し、各々、選択結果通知 (T 26 - 1)、(T 26 - 2) を行う。地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 は移動局 1 に対し、選択結果通知 (T 27 - 1)、(T 27 - 2) を送信する。

移動局 1 は選択結果通知 T 27 - 1、T 27 - 2 を回線切替えの判断情報として扱う。地上局 2 - 1、地上局 2 - 2、制御局 3 は T 19 ~ T 27 の過程を繰り返し行う (T 28)。

【0025】

図 13 (a)、図 13 (b) は移動局 - 地上局間の回線切替え処理を説明するシーケンス図である。

移動局 1 と制御局 3 の間にて回線 1 が開通 (T 1) し、回線 2 が開通 (T 18) している二重接続の状況とする。

先に移動局 1、地上局 2 - 1、制御局 3 の間で回線開通 (T 1) しているものとし、回線 1 とする。また航空機 1 のアレイアンテナ部 1 (1 - A 1) を使用して送受信しているものとする。同様に回線 1 の開通の後に、航空機 1、地上局 2 - 2、制御局 3 の間で回線開通 (T 18) しているものとし回線 2 とする。また移動局 1 のアレイアンテナ部 2 (1 - A 2) を使用して送受信しているものとする。

【0026】

10

20

30

40

50

制御局 3 から地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 に対し、各々、回線の選択結果通知 (T 2 6 - 1)、(T 2 6 - 2) を行い、地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 は回線切替えの判断情報として移動局 1 に対し、選択結果通知 (T 2 7 - 1)、(T 2 7 - 2) を送信する。

移動局 1 はビームフォーム記憶部 1 - B 1 の航空機位置情報テーブル H 2 から自機の位置情報の読出 (U 1) を行い、地上局位置情報テーブル H 1 から地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 の位置情報の読出 (U 2) を行う。移動局 1 は無線装置部 1 - B の制御部 1 - B 2 により、航空機の位置情報と地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 の位置情報から、直線距離の算定 (U 3) を行い、航空機 - 各地上局間の直線距離判定 (U 4) を行う。航空機に対して地上局 2 - 1 の方が直線距離が近い場合、U 1 ~ U 4 迄を繰り返す (U 5)。航空機 1 に対して地上局 2 - 1 より、地上局 2 - 2 の方が直線距離が近い場合でかつ、回線 2 の選択結果通知 (T 2 7 - 2) が回線 1 の選択結果通知 (T 2 7 - 1) と比較して良好でかつ、予め設定した閾値以上であるとき、地上局 2 - 1 と地上局 2 - 2 でハンドオーバー開始 (U 5) とする。

10

この条件に合致しない場合、回線 1、回線 2 の二重接続で運用とする。

【0027】

ハンドオーバー開始 (U 5) として、移動局 1 は地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 に対し、各々回線切替要求信号の送信 (U 6 - 1)、(U 6 - 2) を行う。地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 は制御局 3 に対し、各々回線切替要求信号の伝送 (U 7 - 1)、(U 7 - 2) を行う。制御局 3 の監視部 3 - A 3 にて回線切替要求信号の (U 7 - 1)、(U 7 - 2) の監視 U 9 を行う。地上局 2 - 1、地上局 2 - 2 は移動局 1 に対し、各々応答信号の送信 (U 8 - 1)、(U 8 - 2) を行う。制御局 3 は地上局 2 - 1 に対し、無線回線停止信号の伝送 (U 10) を行う。地上局 2 - 1 は移動局 1 に対し、無線回線停止信号の送信 (U 11) を行う。地上局 2 - 1 は無線チャネル解放を行い、移動局 1 の無線回線停止 (U 12) を行い、制御局 3 に対し応答通知 (U 13) を行う。地上局 2 - 1 はアレイアンテナ部 2 - A のウェイト制御を解除し、ビームフォーム 9 - 2 を解放 (U 14) する。

20

地上局 2 - 2 は、共通制御信号 7 を送信し、図 9 (a) の S 1 を実施する (U 15)。移動局 1 は地上局 2 - 1 向きの無線回線停止 (U 16) を行う。アレイアンテナ部 1 (1 - A 1) のウェイト制御を解放し、ビームフォーム 9 - 1 の解放 (U 17) を行う。地上局 2 - 3 に向けてアレイアンテナのビームフォーミングを行い、図 9 (a) の S 2 を実施する (U 18)。地上局 2 - 2 は回線 2 の通信品質情報 (エラーレート、受信レベル、無線伝送路損失等) を制御局 3 に伝送 (U 19) し、制御局 3 の監視部 3 - A 3 で通信品質情報を監視し、記憶部 3 - A 1 に記録 (U 20) を行う。

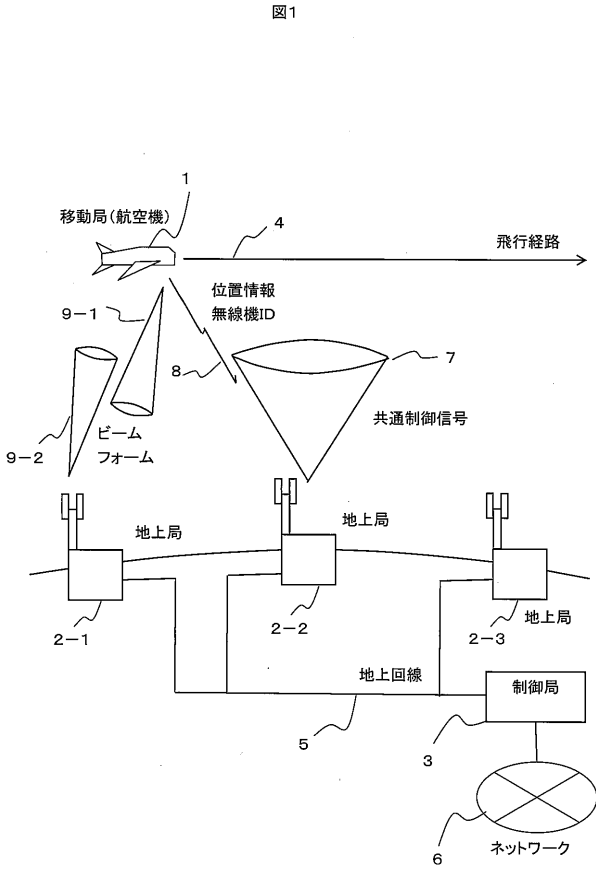
30

【符号の説明】

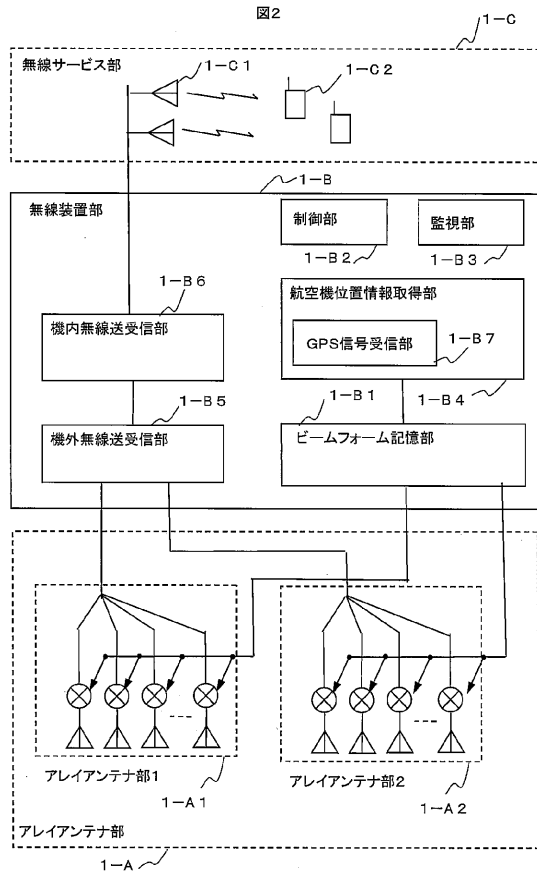
【0028】

1 ... 移動局 (航空機)、2 ... 地上局、3 ... 制御局、4 ... 飛行経路、5 ... 地上回線、6 ... ネットワーク、7 ... 共通制御信号、8 ... 航空機の位置情報、無線機 ID、9 ... ビームフォーム

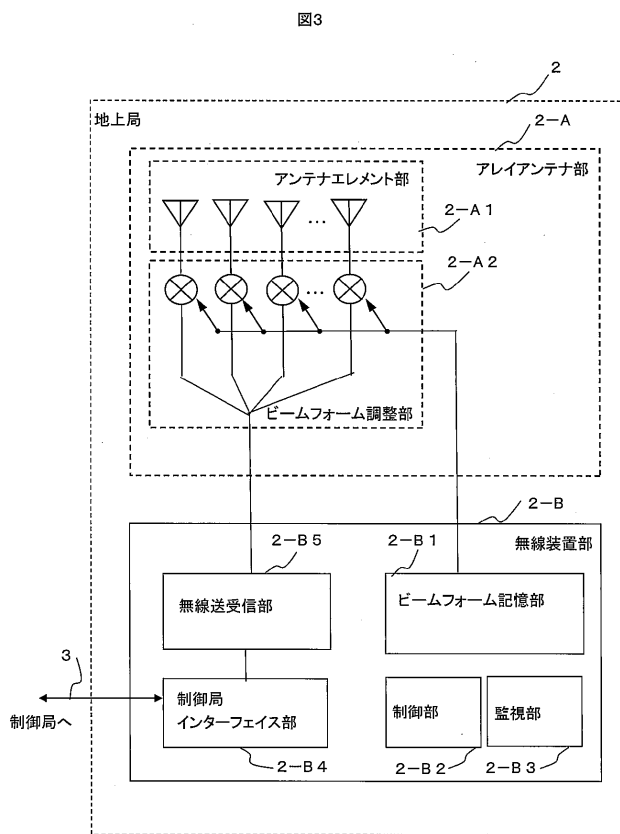
【 図 1 】



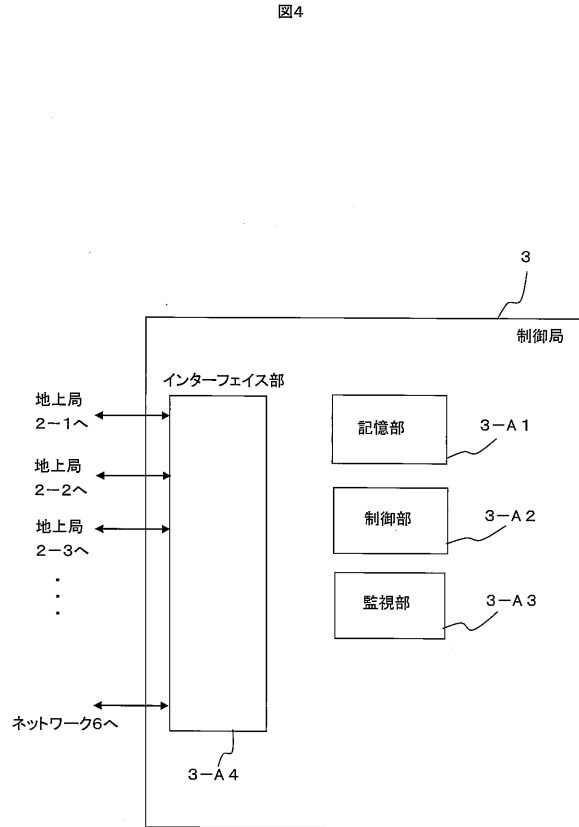
【 図 2 】



【 図 3 】

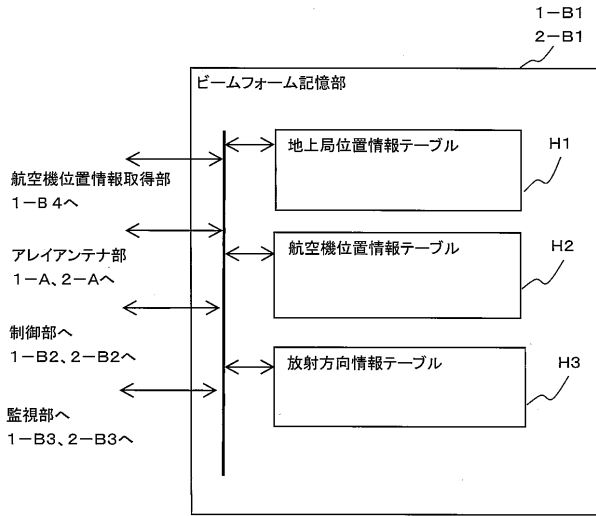


【 図 4 】



【 図 5 】

図5



【 図 6 】

図6

地上局位置情報テーブル

地上局の無線機ID	位置情報(緯度, 経度, 高度)
AAABBBCCC	(XXX1, YYY1, ZZZ1)
DDDEEEFFF	(XXX2, YYY2, ZZZ2)
...	...

【 図 7 】

図7

航空機位置情報テーブル

移動局の無線機ID	計測時刻(h, m, s)	位置情報(緯度, 経度, 高度)
AAABBB	(hh1, mm1, ss1)	(XXX1, YYY1, ZZZ1)
AAABBB	(hh2, mm2, ss2)	(XXX2, YYY2, ZZZ2)
...

【 図 8 】

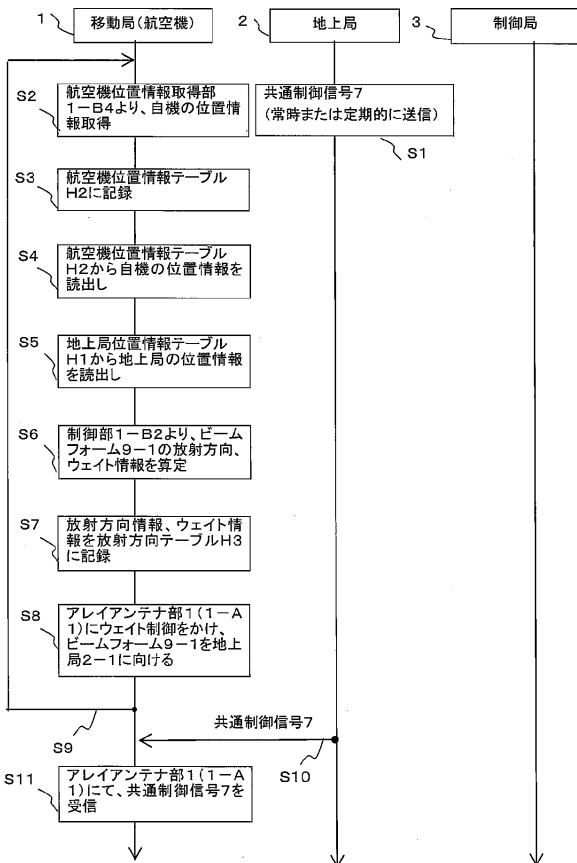
図8

放射方向情報テーブル

移動局の無線機ID	計測時刻(h, m, s)	放射方向(θ, ϕ, r)	ウェイト情報(ω)
AAABBB	(hh1, mm1, ss1)	(aa1, bb1, cc1)	($\omega11, \omega12, \omega13, \dots$)
AAABBB	(hh2, mm2, ss2)	(aa2, bb2, cc2)	($\omega21, \omega22, \omega23, \dots$)
...

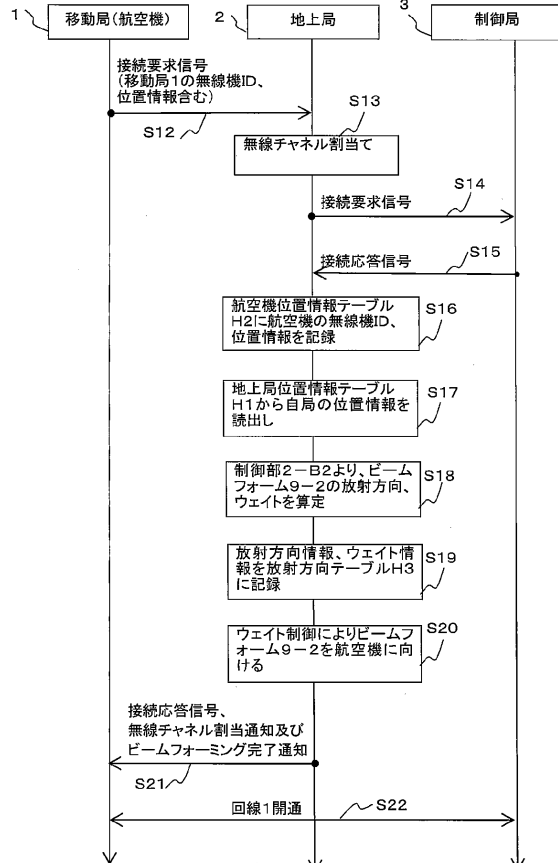
【 図 9 (a) 】

図9(a)

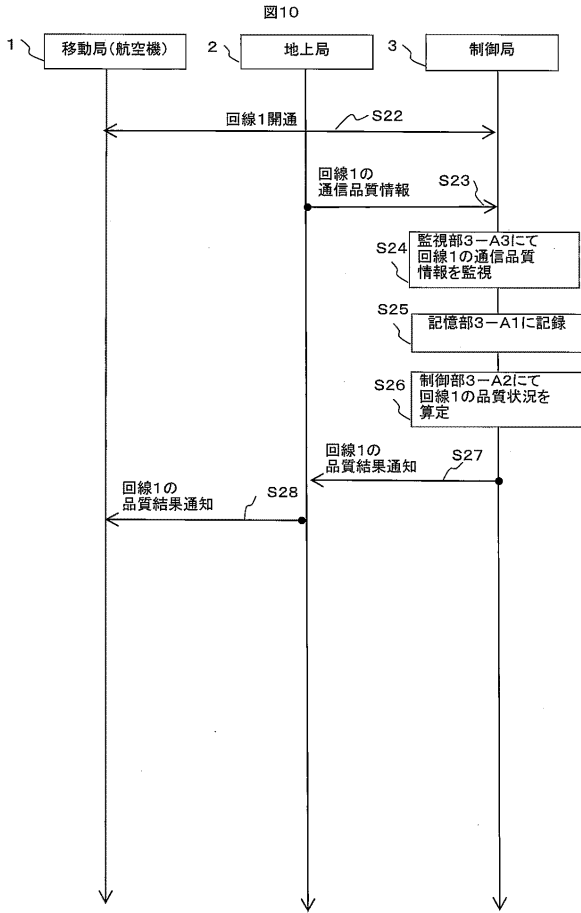


【 図 9 (b) 】

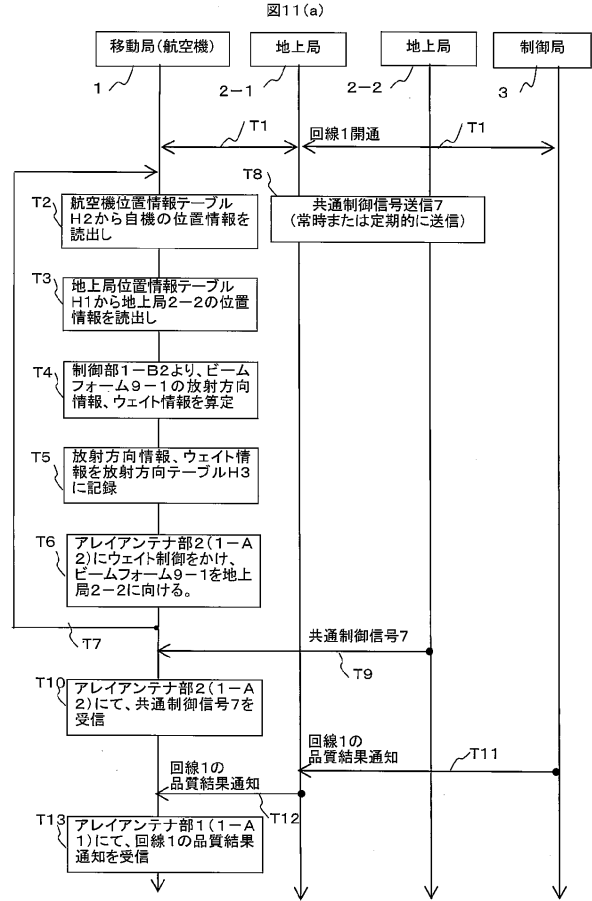
図9(b)



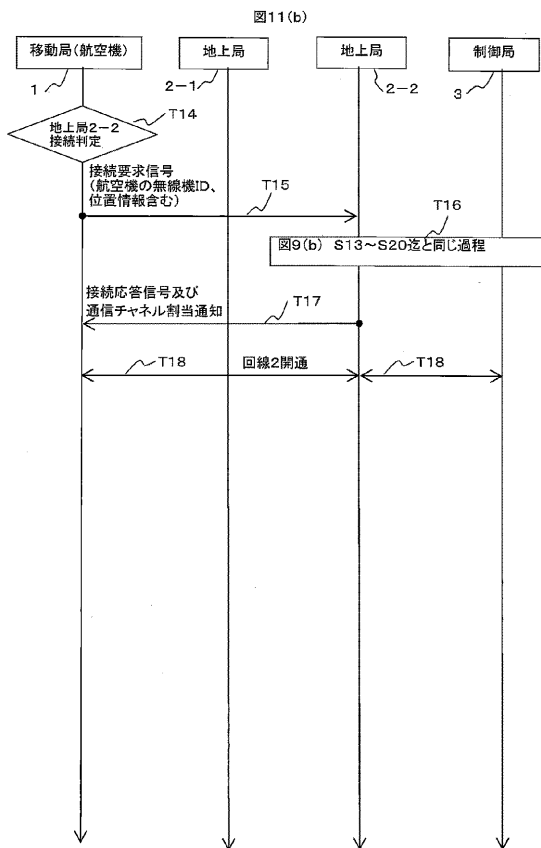
【 図 1 0 】



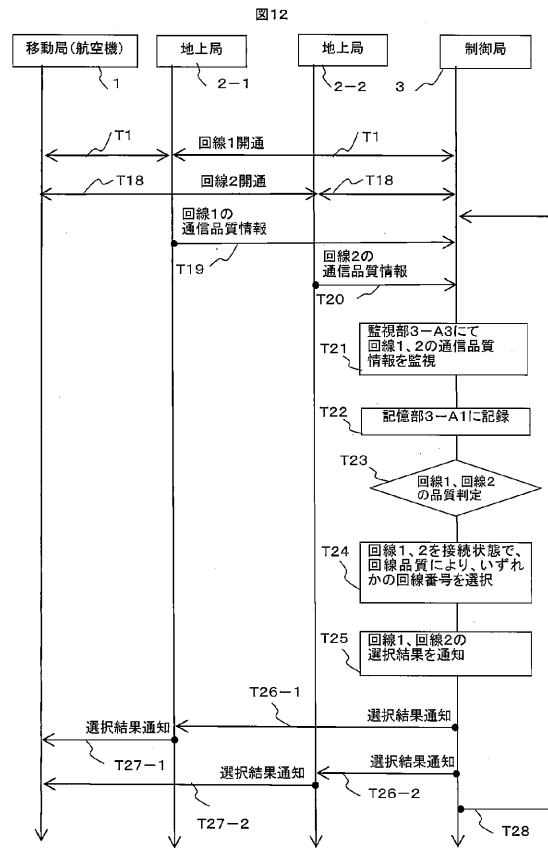
【 図 1 1 (a) 】



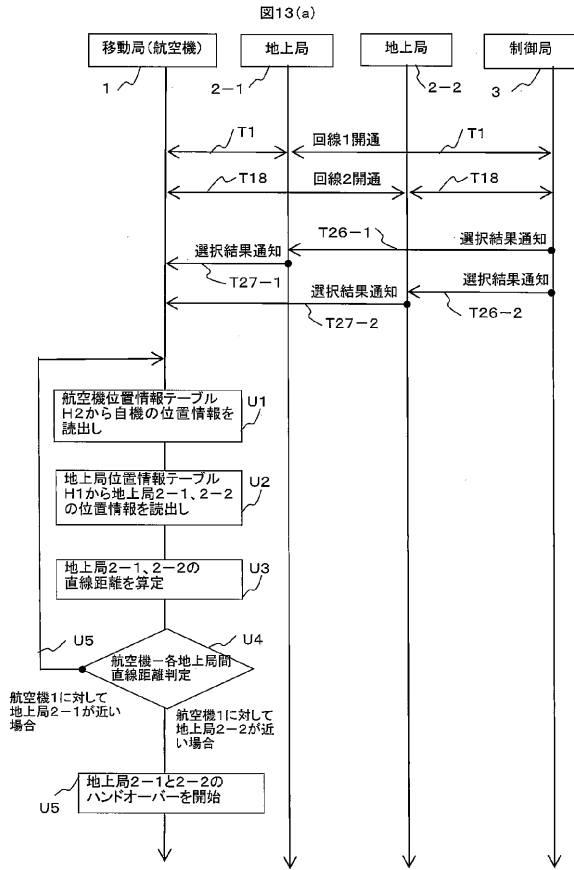
【 図 1 1 (b) 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 (a) 】



【 図 1 3 (b) 】

