(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
2022年9月29日(29.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/202875 A1

(51) 国際特許分類:
H04J 14/02 (2006.01) *H04B 10/11* (2013.01)
H04B 10/07 (2013.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/013385

(22) 国際出願日： 2022年3月23日(23.03.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

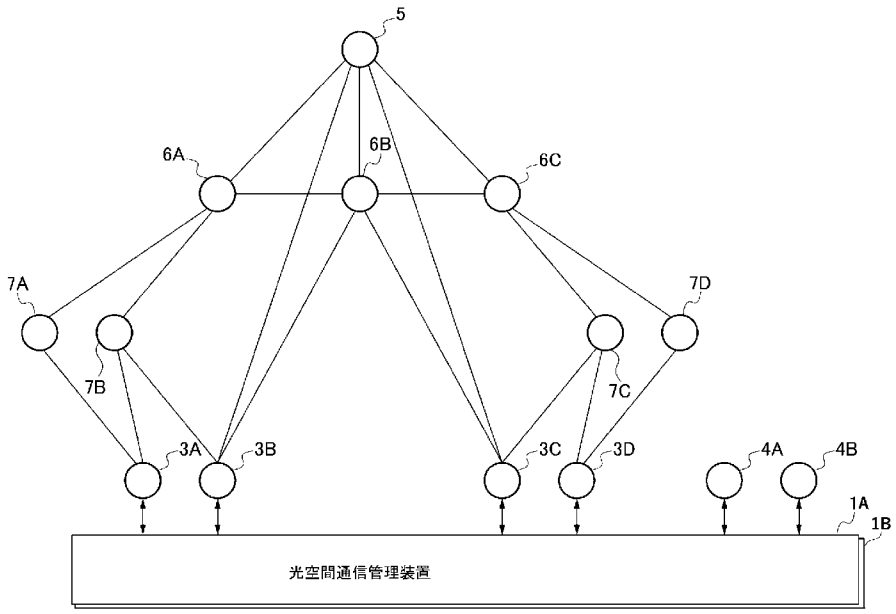
(30) 優先権データ：
特願 2021-050702 2021年3月24日(24.03.2021) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人情報通信研究機構 (**NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY**) [JP/JP]; 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小竹 秀明 (**KOTAKE Hideaki**); 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ 国立研究開発法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP). 阿部 侑真(**ABE Yuma**); 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ 国立研究開発法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP). 豊嶋 守生(**TOYOSHIMA Morio**); 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ 国立研究開発法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP). 布施 哲治(**FUSE Tetsuharu**); 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ 国立研究開発法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** OPTICAL SPACE COMMUNICATION MANAGEMENT DEVICE, OPTICAL SPACE COMMUNICATION SYSTEM, AND OPTICAL SPACE COMMUNICATION MANAGEMENT METHOD

(54) 発明の名称： 光空間通信管理装置、光空間通信システム及び光空間通信管理方法



1A, 1B Optical space communication management device

(57) **Abstract:** [Problem] To control according to the requirements of various communication services and transmit information via an appropriate communication network. [Solution] The present invention comprises: a line measurement unit 11 which measures line measurement information when performing line control based on line route information and line parameters for transmitting and receiving communication service data to and from an optical space communication device

WO 2022/202875 A1

［続葉有］

(74) 代理人：安彦 元(ABIKO Gen)；〒1020073 東京都千代田区九段北１－５－１０ 九段クレストビル２階 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, 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, IT, JM, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

2 which performs optical space communication via one or a plurality of lines mounted on a non-terrestrial node group and an optical ground station, on the basis of a service request and line measurement information on a plurality of lines, received from the non-terrestrial node group; a position calculation unit 13 which calculates position information on the non-terrestrial node group; a line parameter calculation unit 10 which calculates line route information and line parameters on the basis of the position information, a service request, and line measurement information; a line control unit 12 which controls a line on the basis of the line route information and the line parameters, for the optical space communication device 2; and a line information communication unit 14 which communicates the service request, the line measurement information, the line route information, and the line parameters with the non-terrestrial node group.

(57) 要約：【課題】多種多様な通信サービスの要件に対応して制御を行い、適切な通信網を介して情報を伝送する。【解決手段】非地上系ノード群及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置２に、非地上系ノード群から受信する、複数の回線におけるサービス要求と回線計測情報に基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータに基づいた回線制御を行う上で、回線計測情報を計測する回線計測部１１と、非地上系ノード群の位置情報を算出する位置計算部１３と、位置情報、サービス要求及び回線計測情報に基づいて回線経路情報と回線パラメータとを算出する回線パラメータ算出部１０と、光空間通信装置２に対して、回線経路情報と回線パラメータとに基づいて回線制御を行う回線制御部１２と、非地上系ノード群と、サービス要求と回線計測情報と回線経路情報と回線パラメータの通信を行う回線情報通信部１４と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ：

光空間通信管理装置、光空間通信システム及び光空間通信管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、光空間通信管理装置、光空間通信システム及び光空間通信管理方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、静止軌道衛星（Geostationary Orbit Satellite）－低軌道衛星（Low Earth Orbit Satellite）間や、地上－静止軌道衛星/低軌道衛星間、低軌道衛星－低軌道衛星間等の様々な回線形態の衛星光通信網が現れ始めている。また、様々な変調方式や通信レートを持つ光変調信号が現れ始めている。そのため、今後想定される衛星光通信網は様々な回線形態や光変調信号が混在したものとなり、衛星機数も増加することで、地上側のシステム運用が煩雑化すると推測される。これに伴い、通信ニーズや回線品質、故障等の対応を含む運用保守費（OPEX：Operational Expense）が急激に増大していくと考えられる。

[0003] この状況下において、システム運用の自動化および無人化の需要が今後高まってくると考えられる。地上系の幹線系光通信網においては、システム運用の自動化および無人化を実現可能な適応光通信網の概念がある。その例として、例えば非特許文献１に記述されているエラスティック光通信網（以下、これをＥＯＮ：Elastic Optical Networkと呼んでもよい）に関する技術が開示されている。この適応光通信網の概念を衛星光通信網に適用すれば、衛星光通信網の自動化を実現できる。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：M. Jinno et al., “Virtualization in optical networks from network level to hardware level”, Journal of Optical Communicatio

n Networking, Vol. 5, No. 10, pp. A46-A56, 2012.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 地上の幹線系光通信網においては、非特許文献１に記載されたような従来の手法は、都市間通信網や都市内通信網や法人・個人回線向け通信網といった通信網のレイヤ毎に分け制御を行う。なお都市間通信網はコア系通信網と呼んでもよく、都市内通信網はメトロ系と呼んでもよく、法人・個人回線向け通信網はアクセス系通信網と呼んでもよい。個々のレイヤ毎に分かれた制御では、個々の通信網毎に独立して制御が行われていたため、個々の通信網を有効活用した制御を行えていなかった。衛星光通信網においても、背景技術で前述した通り、様々なレイヤ毎の回線が独立して運用され始めている。また、複数の衛星通信事業者においても、個々の衛星光通信網が独立して運用され始めている。

[0006] 一方で、今までの大容量通信サービスだけでなく、遠隔医療や自動運転等の低遅延サービスや、IoTデータ通信等の機器接続サービス、安全保障や民間極秘等の秘匿通信サービス等の多種多様な通信サービスが現れ始めている。また、衛星通信においても、衛星放送だけでなく、大容量通信サービスや、地球観測衛星を用いた衛星画像配信サービスが拡大し始めている。そのため、衛星光通信網が郊外で普及することを想定し、今までの通信容量だけでなく、時間遅延や信頼度、セキュア度等の新たなサービス要求に対応する必要がある。しかし、サービス要求によっては、個々の回線形態の特徴により、対応できなくなる恐れがある。

[0007] 本発明の実施の形態の一態様は、個々の回線形態毎や個々の衛星通信事業者の衛星光通信網毎ではなく、様々な回線形態や複数の衛星通信事業者の衛星光通信網を有効活用して、多種多様な通信サービスの要求に対応して制御を行い、適切な通信網を介して光変調信号を伝送する光空間通信管理装置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

[0008] 本発明に係る光空間通信管理装置は、非地上系ノード群の衛星及び飛翔体のうちの少なくとも１つ及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置に、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局から受信する、複数の回線におけるサービス要求と複数の回線における回線計測情報とに基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置であって、前記通信サービスデータが送受信される前記光空間通信装置の間の複数の回線の前記回線計測情報を計測する回線計測部と、前記サービス要求を収集するサービス要求収集部と、前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つの位置情報を算出する位置計算部と、前記位置計算部により算出された位置情報、前記サービス要求収集部により収集された前記サービス要求及び前記回線計測部により計測された前記回線計測情報に基づいて前記回線経路情報と前記回線パラメータとを算出する回線パラメータ算出部と、前記光空間通信装置に対して、前記回線パラメータ算出部により算出された前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいて回線制御を行う回線制御部と、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局と、前記サービス要求と前記回線計測情報と前記回線経路情報と前記回線パラメータの通信を行う回線情報通信部と、を備える。

[0009] 本発明に係る光空間通信システムは、非地上系ノード群の衛星及び飛翔体のうちの少なくとも１つ及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置と、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局から受信する、複数の回線におけるサービス要求と複数の回線における回線計測情報とに基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置と、を含む光通信システムであって、前記光空間通信管理装置は、前記通信サービスデータが送受信される前記光空間通信装置の間の複数の回線の回線計測情報を計測する回線計測部と、前記サー

ビス要求を収集するサービス要求収集部と、前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つの位置情報を算出する位置計算部と、前記位置計算部により算出された位置情報、前記サービス要求収集部により収集された前記サービス要求及び前記回線計測部により計測された前記回線計測情報に基づいて前記回線パラメータを算出する回線パラメータ算出部と、前記光空間通信装置に対して、前記回線パラメータ算出部により算出された前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいて回線制御を行う回線制御部と、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体と前記光地上局のうちの少なくとも１つと、前記サービス要求と前記回線計測情報と前記回線経路情報と前記回線パラメータの通信を行う回線情報通信部と、を備え、前記光空間通信装置は、前記光空間通信管理装置からの前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいた回線制御により制御され、前記通信サービスデータを含む光変調信号の送受信を行う。

[0010] 本発明に係る光空間通信管理方法は、非地上系ノード群の衛星及び飛翔体のうちの少なくとも１つ及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置に、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局から受信する、複数の回線におけるサービス要求と複数の回線における回線計測情報とに基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置における光空間通信管理方法であって、前記通信サービスデータが送受信される前記光空間通信装置の間の複数の回線の前記回線計測情報を計測する第１のステップと、前記サービス要求を収集する第２のステップと、前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つの位置情報を算出する第３のステップと、前記第３のステップにより算出した位置情報、前記第２のステップにより収集した前記サービス要求及び前記第１のステップにより計測した前記回線計測情報に基づいて前記回線経路情報と前記回線パラメータを算出する第４のステップと、前記光空間通信装置に対して、前記第４のステップにより算出した前記回線経路情報と前記回線パラ

メータとに基づいて回線制御を行う第５のステップと、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局と、前記サービス要求と前記回線計測情報と前記回線経路情報と前記回線パラメータ回線情報の通信を行う第６のステップと、を備える。

発明の効果

[0011] 本発明によれば本発明の実施の形態の一態様は、個々の回線形態毎や個々の衛星通信事業者の衛星光通信網毎ではなく、様々な回線形態や複数の衛星通信事業者の衛星光通信網を有効活用して、多種多様な通信サービスの要件に対応して制御を行い、適切な回線の衛星光通信網を介して光変調信号を伝送する光空間通信管理装置を実現できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、本実施の形態による光空間通信システムの構成例を示す概略図である。

[図2]図２は、本実施の形態による光空間通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図3]図３は、光空間通信装置の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図4]図４は、光空間通信管理装置の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図5]図５は、本実施の形態による光通信部の構成例を示すブロック図である。

[図6]図６は、デジタルコヒーレント光通信方式を採用する光送信器の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図7]図７は、光通信部が波長分割多重方式とデジタルコヒーレント光通信方式を採用する場合の送信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図8]図８は、ナイキスト波長分割多重方式とデジタルコヒーレント光通信方式を採用する場合の送信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図9]図９は、ナイキスト周波数分割多重方式を採用する送信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図10]図１０は、直交周波数分割多重方式とデジタルコヒーレント光通信方

式とを採用する場合の送信側デジタル信号処理部の具体的な構成例を示す図である。

[図11]図１１は、光強度変調方式を採用する光送信器の構成例を示す図である。

[図12]図１２は、光強度変調方式を採用する送信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図13]図１３は、光位相変調方式を採用する光送信器の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図14]図１４は、光位相変調方式を採用する送信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図15]図１５は、デジタルコヒーレント光通信方式を採用する光受信器の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図16]図１６は、光通信部が波長分割多重方式を採用する場合の受信側デジタル信号処理部の具体的な構成例を示す図である。

[図17]図１７は、光通信部がナイキスト波長分割多重方式を採用する場合の受信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図18]図１８は、ナイキスト周波数分割多重方式を採用する受信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図19]図１９は、直交周波数分割多重方式を採用する受信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図20]図２０は、光強度変調方式を採用する光受信器の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図21]図２１は、光強度変調方式を採用する受信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図22]図２２は、光位相変調方式を採用する光受信器の第１の形態の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図23]図２３は、光位相変調方式を採用する受信側デジタル信号処理部の構成例を示す図である。

[図24]図２４は、光位相変調方式を採用する光受信器の第２の形態の詳細なブロック構成例を示す図である。

[図25]図２５は、本実施の形態による光空間通信管理機能の説明に供するシーケンス例を示す図である。

[図26]図２６は、本実施の形態による回線計測情報データベース等の例を示す図である。

[図27]図２７は、本実施の形態による位置情報データベースの例を示す図である。

[図28]図２８は、本実施の形態による光空間通信管理機能の処理手順を示すフローチャートの例である。

[図29]図２９は、本実施の形態による回線パラメータ算出処理の処理手順を示すフローチャートの例である。

[図30]本実施の形態による効果の説明に供する図の例である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下図面を用いて、本発明の実施の形態の一態様を詳述する。

[0014] 本実施の形態においては、特に静止軌道衛星と低軌道衛星との間や２つの低軌道衛星の間や地上に設置された機器と静止軌道衛星又は低軌道衛星との間などの複数の回線形態が存在する衛星間の光空間通信を特に対象とする。

[0015] （本実施の形態）

図１は、本実施の形態による光空間通信システムの構成例を示している。本発明を適用した光空間通信システムは、静止軌道上にある静止軌道衛星５、低軌道上にある低軌道衛星６Ａ～６Ｃ、更には、空中を飛行する飛翔体７Ａ～７Ｄにより構成される非地上系ノード群と、地上に設置された光地上局３Ａ～３Ｄ及び無線地上局４Ａ、４Ｂとを備えている。これらの静止軌道衛星５、低軌道衛星６Ａ～６Ｃ、飛翔体７Ａ～７Ｄ、光地上局３Ａ～３Ｄ及び無線地上局４Ａ、４Ｂは、それぞれ光空間通信管理装置１（１Ａ、１Ｂ）により回線制御される。

[0016] 図２は、本発明を適用した光空間通信システムの構成例を示すブロック図

である。図２に示すように光空間通信システムは、非地上系ノード群としての静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７のうちの少なくとも１つ及び光地上局３に搭載される１又は複数の光空間通信装置２と、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３とから受信するサービス要求と回線計測情報とに基づき、通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置１と、を含む。１対の光空間通信装置２は、光空間通信による回線を介して通信サービスデータを送受信し、無線地上局４は電波などの無線の制御回線を介して通信サービスデータに関わる回線情報の送受信を行う。また、光空間通信管理装置１は、さらに環境天候情報収集装置８から受信する環境情報と天候情報に基づいた回線制御を行ってもよい。回線情報は、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、各複数の回線のサービス要求と回線計測情報と回線経路情報と回線パラメータを含む。

[0017] 例えば静止軌道衛星５は、静止軌道に位置する衛星であって、１又は複数の光空間通信装置２と、静止軌道衛星５の制御を行う静止軌道衛星制御部５１と、静止軌道衛星通信部５２とを備える。また例えば低軌道衛星６（６Ａ～６Ｃ）は、低軌道に位置する衛星であって、１又は複数の光空間通信装置２と、低軌道衛星６の制御を行う低軌道衛星制御部６１と低軌道衛星通信部６２とを備える。

[0018] また例えば飛翔体７（７Ａ～７Ｄ）は、航空機やドローン、高高度擬似衛星（HAPS: High Altitude Platform Station）、ヘリコプター、無人航空機（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）などであって、１又は複数の光空間通信装置２と、飛翔体７の制御を行う飛翔体制御部７１と、飛翔体通信部７２を備える。静止軌道衛星制御部５１、低軌道衛星制御部６１及び飛翔体制御部７１は例えばＦＰＧＡ（Field Programmable Gated Array）またはＣＰＵ（Central Processing Unit）などのオンボード上で搭載可能な電子デバイスなどで構成される電子回路などとする。

[0019] 静止軌道衛星制御部５１は、静止軌道衛星５の軌道上での姿勢制御などを行う。また、低軌道衛星制御部６１は、低軌道衛星６の軌道上での姿勢制御などを行う。飛翔体制御部７１は、飛翔体７の飛行上での姿勢制御などを行う。

[0020] なお１又は複数の静止軌道衛星５、１又は複数の低軌道衛星６及び１又は複数の飛翔体７のうち少なくとも１つ以上を含むものを非地上系ノード群と呼んでもよく、本実施の形態における光通信システムは、非地上系ノード群のそれぞれが備える光空間通信装置２を備えるといえる。

[0021] 光地上局３（３Ａ～３Ｄ）は、地上に設置された装置であって、非地上系ノード群とは異なり、光空間通信管理装置１と有線や無線のＬＡＮ（Local Area Network）、地上系モバイル回線、ＲＦフィーダリンクなどの制御回線で直接接続されており、光空間通信装置２と、光地上局３における光空間通信を行う上で必要な指向角度（方位角(Azimuth Angle)、仰角(Elevation Angle)）の制御を行う光地上局制御部３１と、光空間通信管理装置１と回線情報の通信を行う光地上局通信部３２とを備える。回線情報は、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、各複数の回線のサービス要求と回線計測情報と回線経路情報と回線パラメータを含む。光地上局３（３Ａ～３Ｄ）は、地上だけでなく海上にある船舶に設置されてもよいし、天体や惑星等に設置されてもよい。

[0022] 環境情報収集装置８（８Ａ，８Ｂ）は、光地上局３や飛翔体７が配置されている環境に関する環境情報の収集を行う環境情報収集部８０１と、光地上局３や飛翔体７が配置されている地域の天候情報を収集する天候情報収集部８０２と、環境情報収集部８０１が収集した環境情報を保存する環境情報データベースＤＢ６と、天候情報収集部８０２が収集した天候情報を保存する天候情報データベースＤＢ７とを備える。環境情報収集装置８（８Ａ，８Ｂ）は、収集した環境情報及び天候情報を光空間通信管理装置１に通信する。環境情報収集部８０１は、地上や海上にある船舶に設置されてもよいし、天体、惑星等に設置されてもよいし、無人航空機等の飛翔体や宇宙空間にある

衛星等に設置されてもよい。天候情報収集部８０２は、クラウドやインターネット等から天候情報を収集してもよいし、環境情報収集部８０１で取得した環境情報から天候情報を判断するようにしてもよい。環境情報は、例えば気温や湿度、風速、風向、雲量、雲高、雨量、気圧、照度、全天カメラ画像等の環境を含む。また、環境情報は、天候情報を含んでもよい。環境情報は、例えば全天カメラや、雲量計、雲高計、温度計、湿度計、気圧計、照度計、風速計、風向計、雨量計などの環境センサで収取される情報を含む。天候情報は、各地域の晴天や雨天、曇天などの過去から現時点での天候や、各地域の天候予測などを含む。なお環境情報データベースＤＢ６と天候情報データベースＤＢ７とは例えばＲＯＭ（Read Only Memory）やハードディスクなどのストレージデバイスに保存される。

[0023] 光空間通信管理装置１は、通信サービスデータが送受信される光空間通信装置２の間の複数の回線の回線計測情報を計測する回線計測部１１と、光空間通信装置２に対して回線経路情報と回線パラメータに基づいて回線制御を行う回線制御部１２と、回線制御を行うためにサービス要求と回線計測情報に基づいて回線経路情報と回線パラメータを算出する回線パラメータ算出部１０と、光地上局３や無線地上局４と回線情報の通信を行う回線情報通信部１４と、静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７のうちの少なくとも１つの位置を算出する位置計算部１３、回線情報通信部１４に接続されたサービス要求収集部１７を備える。回線情報は、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、各複数の回線のサービス要求と回線計測情報と回線経路情報と回線パラメータを含む。また、光空間通信管理装置１（１Ａ、１Ｂ）は、地上だけでなく海上にある船舶に設置されてもよいし、天体や惑星等に設置されてもよい。

[0024] 回線情報通信部１４は、光地上局３の光地上局通信部３２と無線地上局４の後述の無線地上局通信部４２を介して、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３から、サービス要求と回線計測情報を受信する。回線情報通信部１４は、受信した回線計測情報を回線計測

部１１へ送信する。回線情報通信部１４により受信されたサービス要求は、サービス要求収集部１７により収集される。サービス要求収集部１７は、収集したサービス要求をサービス要求情報データベースＤＢ３へと保存する。回線計測部１１は、回線計測情報を後述の回線計測情報データベースＤＢ２へと保存する。位置計算部１３は後述の位置情報データベースＤＢ５に記憶された軌道情報を基に計算した位置情報を回線パラメータ算出部１０に送信する。回線パラメータ算出部１０は、回線経路情報データベースＤＢ１に格納されている情報と回線パラメータ情報データベースＤＢ４に格納されている情報とサービス要求情報データベースＤＢ３と回線計測情報データベースＤＢ２に格納されている情報と位置計算部１３から送信された位置情報とを参照し、回線経路情報と回線パラメータとを算出後に回線制御部１２に伝達する。また、回線パラメータ算出部１０は、環境情報データベースＤＢ６に格納されている環境情報と天候情報データベースＤＢ７に格納されている天候情報とをさらに参照し、回線経路情報と回線パラメータとを算出してもよい。回線制御部１２は、回線経路情報と回線パラメータを回線情報通信部１４に送信し、非地上系ノード群の備える光空間通信装置２には後述の無線地上局４の無線地上局無線通信部４１を介して、光地上局３の備える光空間通信装置２には光地上局通信部３２を介して、回線制御を行う。また回線制御部１２は、回線経路情報データベースＤＢ１と回線パラメータ情報データベースＤＢ４へと回線経路情報と回線パラメータを保存する。なお回線経路情報データベースＤＢ１と回線計測情報データベースＤＢ２とサービス要求情報データベースＤＢ３と回線パラメータ情報データベースＤＢ４と位置情報データベースＤＢ５は例えばＲＯＭ（Read Only Memory）やハードディスクなどのストレージデバイスに保存される。なお回線パラメータ算出部１０、回線計測部１１、回線制御部１２、回線情報通信部及び位置計算部１３は、例えばＦＰＧＡ（Field Programmable Gated Array）またはＣＰＵ（Central Processing Unit）などのオンボード上で搭載可能な電子デバイスなどで構成される電子回路などであってもよいし、ＡＩ（Artificial Intelligence）

や機械学習などが可能なサーバーやＰＣなどであってもよい。また回線パラメータ算出部１０、回線計測部１１、回線制御部１２、回線情報通信部及び位置計算部１３をまとめて、ＳＤＮ(Software Defined Network)コントローラとして構成してもよい。

[0025] なお光空間通信管理装置１の回線制御部１２は、回線情報通信部１４を介して、光地上局３の光地上局通信部３２に回線経路情報と回線パラメータを送信する。また光空間通信管理装置１の回線制御部１２は、回線情報通信部１４を介して、無線地上局４の後述の無線地上局通信部４２に回線経路情報と回線パラメータを送信する。

[0026] 無線地上局４（４Ａ，４Ｂ）は、通信サービスデータが送受信される複数の光空間通信装置２との間のそれぞれの回線の回線情報を、上述の電波などの衛星通信の制御回線を介して通信する装置であって、無線地上局無線通信部４１と、無線地上局通信部４２と、無線地上局制御部４３とを備える。なお無線地上局通信部４２は、例えばＦＰＧＡ（Field Programmable Gated Array）またはＣＰＵ（Central Processing Unit）などのオンボード上で搭載可能な電子デバイスなどで構成される電子回路などで構成されてもよい、地上系ネットワークで使用されているイーサネットに対応した有線系のデータ送受信のための通信機や、無線系のデータ送受信のための通信機としてもよい。無線地上局無線通信部４１は、例えばＦＰＧＡ（Field Programmable Gated Array）またはＣＰＵ（Central Processing Unit）などのオンボード上で搭載可能な電子デバイスなどで構成される電子回路などで構成されてもよい、衛星通信用の電波によるデータ送受信のための通信機や衛星通信用のアンテナなどを含む。回線情報は、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、各複数の回線のサービス要求と回線計測情報と回線経路情報と回線パラメータを含む。無線地上局４（４Ａ，４Ｂ）は、地上だけでなく海上にある船舶に設置されてもよいし、天体や惑星等に設置されてもよい。

[0027] 無線地上局無線通信部４１は、静止軌道衛星５の静止軌道衛星通信部５２

又は低軌道衛星６の低軌道衛星通信部６２又は飛翔体７の飛翔体通信部と７２の間で回線情報の通信を行う。無線地上局制御部４３は、無線地上局４における光空間通信を行う上で必要な指向角度（方位角(Azimuth)、仰角(Elevation)）の制御を行う。無線地上局通信部４２は、光空間通信管理装置１の回線情報通信部１４と回線情報の通信を行う。回線情報は、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、各複数の回線のサービス要求と回線計測情報と回線経路情報と回線パラメータを含む。例えば無線地上局４と光空間通信管理装置１とは、有線や無線のＬＡＮ（Local Area Network）、地上系モバイル回線、ＲＦフィーダリンクなどの制御回線で接続されるものとする。

[0028] 光空間通信装置２は、光空間通信管理装置１からの回線制御に基づいて制御され処理を行い、光学部２１＿１、・・・２１＿ｎ、光空間通信装置制御部２２、通信サービス処理部２３及び光通信部２０２＿１、・・・２０２＿ｎを備える。光空間通信装置制御部２２及び通信サービス処理部２３は例えばＦＰＧＡ（Field Programmable Gated Array）またはＣＰＵ（Central Processing Unit）などのオンボード上で搭載可能な電子デバイスなどで構成される電子回路などで構成されるものとし、光学部２１は、例えばレンズのような光アンテナや、ミラー及び光センサ及び光フィルタなどの光学素子などで構成されるものとする。

[0029] 光学部２１は、光アンテナで衛星や飛翔体等から送信される光ビームを成形または集光させ、さらに衛星や飛翔体等に合わせて光ビームの捕捉追尾指向制御を行う。

[0030] 光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、光地上局通信部３２、光空間通信管理装置１の回線情報通信部１４を介して光空間通信管理装置１の回線制御部１２から回線経路情報と回線パラメータを取得し、回線制御を受け付ける。回線経路情報と回線パラメータを取得した光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２の光学部２１＿１、・・・２１＿ｎと光通信部２０２＿１、・・・２０２＿ｎと通信サ

ービス処理部２３のパラメータと経路情報を制御する。

[0031] また光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、光地上局通信部３２、光空間通信管理装置１の回線情報通信部１４へと光地上局３を介する回線のサービス要求と回線計測情報を送信する。回線情報通信部１４は、光空間通信管理装置１の回線計測部１１へと回線計測情報を送信し、光地上局３を介する回線のサービス要求をサービス要求ＤＢに格納する。なお光空間通信装置２が非地上系ノード群に備えられている場合、光空間通信装置制御部２２は、静止軌道衛星５の静止軌道衛星通信部５２又は低軌道衛星６の低軌道衛星通信部６２又は飛翔体７の飛翔体通信部７２、無線地上局４の無線地上局無線通信部４１、無線地上局４の無線地上局通信部４２とを介して、光空間通信管理装置１へとサービス要求と回線計測情報を送信する。

[0032] また光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、光地上局通信部３２、光空間通信管理装置１の回線情報通信部１４を介して光空間通信管理装置１の回線制御部１２から光地上局３を介する回線の回線経路情報と回線パラメータを受信する。なお光空間通信装置２が非地上系ノード群に備えられている場合、光空間通信装置制御部２２は、静止軌道衛星５の静止軌道衛星通信部５２又は低軌道衛星６の低軌道衛星通信部６２又は飛翔体７の飛翔体通信部７２、無線地上局４の無線地上局無線通信部４１、無線地上局４の無線地上局通信部４２とを介して、光空間通信管理装置１の回線制御部１２から回線経路情報と回線パラメータを受信する。

[0033] 通信サービス処理部２３は、回線によって送受信される通信サービスデータの処理やルーチングの設定、通信帯域の割当、暗号化の有無の設定を行う。光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、通信サービス処理部２３は、クラウドなどに接続された事業会社によるモバイル通信網と光バックボーン通信網などを含む地上系ネットワークからの通信サービスデータを元に、サービス要求を光空間通信装置制御部２２へと送信する。光空間通

信装置２が光地上局３に備えられており、かつ光地上局３が船舶などに設置されている場合、通信サービス処理部２３は、船舶に搭乗しているユーザから発生した通信サービスデータまたは、船舶に設置されたユーザ機器で取得した海洋資源探査画像などを元に、サービス要求を光空間通信装置制御部２２へと送信する。光空間通信装置２が光地上局３に備えられており、かつ光地上局３が惑星や天体などに設置されている場合、通信サービス処理部２３は、惑星や天体付近に滞在しているユーザから発生した通信サービスデータまたは、惑星や天体付近に設置されたユーザ機器で取得した惑星画像や天体画像などを元に、サービス要求を光空間通信装置制御部２２へと送信する。光空間通信装置制御部２２は、サービス要求を有線や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して光空間通信管理装置１へと送信する。

[0034] また光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に備えられている場合、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７からの、１又は複数の回線のサービス要求と回線計測情報を、通信サービス処理部２３を介して、通信サービスデータとともにパケットやパイロット信号などとして含めて光地上局３または他の非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に送信してもよい。

[0035] また光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７からの、１又は複数の回線のサービス要求と回線計測情報を、通信サービス処理部２３を介して、通信サービスデータとともにパケットやパイロット信号などとして含めて受信してもよい。光空間通信装置制御部２２は、光地上局通信部３２を介して、光空間通信管理装置１へと、受信したサービス要求と回線計測情報を送信する。

[0036] また光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に対しての、１又は複数の回線の回線経路情報と回線パラメータを、

通信サービス処理部２３を介して、通信サービスデータとともにパケットやパイロット信号などとして含めて送信してもよい。光空間通信装置制御部２２は、光空間通信管理装置１から、光地上局通信部３２を介して、回線経路情報と回線パラメータを受信する。

[0037] また光空間通信装置制御部２２は、光空間通信装置２が非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に備えられている場合、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７からの、１又は複数の回線の回線経路情報と回線パラメータを、通信サービス処理部２３を介して、通信サービスデータとともにパケットやパイロット信号などとして含めて光地上局３または非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７で受信してもよい。

[0038] 光空間通信装置２が非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に備えられている場合、通信サービス処理部２３は、非地上系ノード群に備えられた、図示せぬ光学センサや合成開口レーダー(SAR: Synthetic Aperture Radar)などのユーザ機器で得られた地球観測画像などのユーザデータまたはクラウドなどに接続された事業会社によるモバイル通信網と光バックボーン通信網などを含む地上系ネットワークからの通信サービスデータまたは飛翔体７などに搭乗しているユーザから発生する通信サービスデータを元に、サービス要求を光空間通信装置制御部２２へと送信する。光空間通信装置制御部２２は、送信されたサービス要求を、静止軌道衛星５の静止軌道衛星通信部５２又は低軌道衛星６の低軌道衛星通信部６２又は飛翔体７の飛翔体通信部７２、無線地上局４の無線地上局無線通信部４１、無線地上局４の無線地上局通信部４２を介して、光空間通信管理装置１へと送信する。

[0039] 静止軌道衛星５、低軌道衛星６（６Ａ～６Ｃ）、飛翔体７（７Ａ～７Ｄ）は地上系ネットワークに接続されているユーザーからの通信サービスデータや、飛翔体７の航空機やドローン、高高度擬似衛星、ヘリコプター、無人航空機などからの通信サービスデータを集約する、図示しないＲＦ通信機器を

備えてもよい。図示しないＲＦ通信機器で集約した通信サービスデータを通信サービス処理部２３へと送信し、通信デービス処理部２３で処理するようにしてもよい。

[0040] 光空間通信装置制御部２２からの回線制御に基づいて、光通信部２０２＿１、・・・２０２＿ｎは通信サービス処理部２３からの通信サービスデータを光変調信号に変換する。なお、光空間通信装置２は、更に図３に示す詳細なブロック構成例を示す図に示すように、回線が複数存在する場合には、それぞれの回線に応じた光通信部２０１、光学部２１が設けられていてもよい。例えば回線数がｎ個ある場合には、ｎ個分の光通信部２０２＿１、・・・、２０２＿ｎ、光学部２１＿１、・・・、２１＿ｎが設けられていてもよい。これに対して、例えば回線数が１つある場合には、一つ分の光通信部２０２＿１光学部２１＿１が設けられる。

[0041] 光通信部２０２＿１、・・・、２０２＿ｎは、光学部２１＿１、・・・、２１＿ｎを介して、送信側の光変調信号及び受信側の光変調信号の光パワーを増幅する。光通信部２０２＿１、・・・、２０２＿ｎは、変調方式や波長数、後述の高出力光増幅器９２の光出力パワー、誤り訂正符号の種類や符号化率等の設定が行われる。この光通信部２０２は、回線パラメータを適応的に切り替え可能な、ディジタルコヒーレント光送受信機、光位相変調光送受信機、及び光強度変調光送受信機等で構成されていてもよい。光通信部２０２によれば、光増幅や、回線パラメータの適応的な切り替えや設定を、各回線毎に行うことができる。また、光学部２１においても、ビーム広がり角度などの光学部２１特有の回線パラメータの適応的な切り替えや設定を、回線毎に行ってもよい。

[0042] 図３の形態における光空間通信装置２は、更に通信サービス処理部２０１、光空間通信装置制御部２０５を更に備えている。

[0043] 通信サービス処理部２０１は、各回線毎に割り当てられた光通信部２０２＿１、・・・、２０２＿ｎが接続され、ルーチングの設定や通信帯域の割当、暗号化の有無の設定等を行う。通信サービス処理部２０１は、複数の回線

を処理可能とするため１つとしているが、例えば回線がｎ個ある場合には、図示せぬｎ個分の通信サービス処理部２０１＿１、・・・、２０１＿ｎが設けられていてもよい。

[0044] 通信サービス処理部２０１は、ハードウェアの再構成が可能なSDN（SDN: Software Defined Network）スイッチなどで構成されてもよい。また、通信サービス処理部２０１は、IP(Internet Protocol)やTCP(Transmission Control Protocol)、UDP(User Datagram Protocol)などの通信プロトコルや、RIP(Routing Information Protocol)、OSPF(Open Shortest Path First)、MPLS(Multi-Protocol Label Switching)、GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching)、DTN(Delay Tolerant Networking)などのルーチング制御技術が備わっていてもよい。また、1GbE(1G Ethernet)、10GbE(10G Ethernet)、100GbE(100G Ethernet)、400GbE(400G Ethernet)などのイーサネットと呼ばれる通信規格のデータや、OTN(Optical Transport Network)などの光伝送規格のデータ、5G(5th Generation)などのモバイル系のネットワークのデータも扱えるようにしてもよい。

[0045] また通信サービス処理部２０１は、光空間通信装置２が非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に備えられている場合、光地上局３または非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７への、サービス要求と回線計測情報の送信や、光地上局３からの回線経路情報と回線パラメータの受信を、通信サービスデータとともにパケットやパイロット信号などとして含めて行ってもよい。なお通信サービス処理部２０１と光空間通信装置制御部２０５との間で、サービス要求、回線計測情報、回線経路情報及び回線パラメータの送受信を行う。

[0046] また通信サービス処理部２０１は、光空間通信装置２が光地上局３に備えられている場合、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７への、回線経路情報と回線パラメータの送信や、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７からのサービス要求と回線計測情報の受信を、通信サービスデータとともにパケット信号などとして含めて

行ってもよい。なお通信サービス処理部２０１と光空間通信装置制御部２０５との間で、サービス要求、回線計測情報、回線経路情報及び回線パラメータの送受信を行う。

[0047] 光空間通信装置制御部２０５は、光学部２１や光通信部２０２等からの回線計測情報の収集や回線パラメータの制御、回線経路情報の設定等の各種制御を行う。

[0048] また光空間通信管理装置１は、図４に示す詳細なブロック構成例を示す図に示すように、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、１又は複数の回線から回線計測情報やサービス要求を受信し、また非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３に関わる、１又は複数の回線に向けて回線経路情報や回線パラメータを送信するようにしてもよい。

[0049] かかる場合において光空間通信管理装置１は、図４に示すように、回線パラメータ算出部１０に対して、回線経路情報データベースＤＢ１、回線計測情報データベースＤＢ２、サービス要求情報データベースＤＢ３、回線パラメータ情報データベースＤＢ４、位置情報データベースＤＢ５をそれぞれ接続し、回線経路情報データベースＤＢ１及び回線パラメータ情報データベースＤＢ４に回線制御部１２を接続して構成する。また、回線制御部１２には回線情報通信部１４が接続され、回線計測情報データベースＤＢ２には回線計測部１１が接続される。また、位置情報データベースＤＢ５には位置計算部１３が接続されている。

[0050] かかる場合において、この回線計測部１１は、静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７の各複数の回線の回線計測情報を受信して計測することができる。また、サービス要求に関しても、同様にサービス要求情報データベースＤＢ３は、静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７の各複数の回線のサービス要求をそれぞれ取得することができる。更に、回線制御部１２及び回線情報通信部１４は、光地上局３、静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７に関わる各複数の回線に対して、それぞれ回線経路情報や回線パラ

メータを送信することができる。

[0051] かかる場合において、光空間通信管理装置１は、図４に示すように、回線パラメータ算出部１０に対して、回線経路情報データベースＤＢ１、回線計測情報データベースＤＢ２、サービス要求情報データベースＤＢ３、回線パラメータ情報データベースＤＢ４、位置情報データベースＤＢ５と、環境天候情報収集装置８の環境情報データベースＤＢ６及び天候情報データベースＤＢ７をそれぞれ接続し、回線経路情報データベースＤＢ１及び回線パラメータ情報データベースＤＢ４に回線制御部１２を接続して構成する。また、回線制御部１２には回線情報通信部１４が接続され、回線計測情報データベースＤＢ２には回線計測部１１が接続される。また、位置情報データベースＤＢ５には位置計算部１３が接続されている。

[0052] 次に、図５を用いて、光通信部２０２が、通信サービス処理部２３から１つの通信サービスデータを１波長分の光変調信号に変換して光学部２１に出力する場合について説明する。また図５においては光通信部２０２が、光学部２１から入力された１波長分の光変調信号を１つの通信サービスデータに変換して通信サービス処理部に送信する場合について説明する。

[0053] 図５は、本実施の形態による光通信部の構成例を示すブロック図である。光通信部２０２は、通信サービスデータを光変調信号に変換し送信する光送信器８１と、光変調信号を通信サービスデータに変換し受信する光受信器８２と、光学部２１から受信した光変調信号及び光学部２１へ送信する光変調信号を増幅する装置である光増幅装置８３とを備える。

[0054] まず光送信器８１Ｂ及び光受信器８２Ｂがない場合について説明し、詳細は後述するが、光通信部２０２が光合分波装置１０１、光送信器８１Ｂ及び光受信器８２Ｂを備える場合、光通信部２０２は、複数波長の光変調信号が多重化された波長多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）光変調信号を扱うことが可能となる。

[0055] 光送信器８１は、通信サービス処理部２３から１つの通信サービスデータから１波長分の光変調信号を生成する。例えば光増幅装置８３が備える高出

力光増幅器９２は、光変調信号を高出力に増幅させる。

[0056] また例えば光増幅装置８３が備える低雑音光増幅器１００は、１波長分の光変調信号を低雑音増幅させる。１波長分の低雑音増幅された光変調信号は、光受信器８２によって１つの通信サービスデータへと変換される。なお高出力光増幅器９２と低雑音光増幅器１００とは１つの装置であってもよいものとする。

[0057] また、光増幅装置８３は、省略するようにしてもよいし、光増幅装置８３が備える高出力光増幅器９２と低雑音光増幅器１００のうちの少なくとも１つで構成されていてもよい。また光学部２１から光合分波装置１０１へと直接切り替える構成であってもよいし、光学部２１から光送信器８１と光受信器８２へと直接切り替える構成であってもよい。

[0058] また、光送信器８１と光受信器８２と通信サービス処理部２３を省略した構成があってもよいし、切り替える構成があってもよい。このとき、光通信部２０２_１が備える光合分波装置１０１の分波部１０３と、光通信部２０２_２が備える光合分波装置１０１の合波部１０２とが接続された構成となる。

[0059] 次に光送信器８１及び光受信器８２の詳細について説明する。図６は、例えばデジタルコヒーレント光通信方式を採用した場合の光送信器８１の詳細なブロック構成例を示す図である。光送信器８１は、図６に示すように、デジタルコヒーレント光通信方式を採用した場合、送信側デジタル信号処理部８４と、Ｉ相デジタルアナログ変換部８５と、Ｑ相デジタルアナログ変換部８７と、送信光源８６と、ＩＱ光変調器１２１を備える。ＩＱ光変調器１２１は、Ｉ相光変調器８８と光分岐部８９とＱ相光変調器９０とπ/２位相シフト部１３１と光合流部９１を備える。

[0060] 送信側デジタル信号処理部８４は、１つの通信サービスデータを元に変調信号を生成する。変調信号はＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号からなっており、ＩＱ光変調器１２１にそれぞれ分離して入力される。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正符号化を行ってよいし、デジタルフィルタや信号劣化補償、変調器非線形補償、線形等化処理などのデジタル処理

を行ってよいものとする。

[0061] 送信側デジタル信号処理部８４は、例えば直交周波数分割多重（OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing）方式やナイキスト周波数分割多重（N-FDM: Nyquist-Frequency Division Multiplexing）方式などのデジタル多重化方式により、１つの通信サービスデータを元に生成した変調信号を１つのサブキャリア信号とし、複数のサブキャリア信号を多重化した後に、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号に分離して、ＩＱ光変調器１２１にそれぞれ入力することができる。これにより、光送信器８１は、１波長分の、複数の通信サービスデータが含まれる光変調信号を生成することが可能である。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正符号化を行ってよいし、デジタルフィルタや信号劣化補償、変調器非線形補償、線形等化処理などのデジタル処理を行ってよいものとする。

[0062] Ｉ相通信サービスデータは、Ｉ相デジタルアナログ変換部８５によってＩ相デジタル信号からＩ相電気信号に変換され、Ｉ相電気信号はＩＱ光変調器１２１のＩ相光変調器８８によって、Ｉ相光変調信号となる。

[0063] Ｑ相通信サービスデータは、Ｑ相デジタルアナログ変換部８７によってＱ相デジタル信号からＱ相電気信号に変換され、Ｑ相電気信号はＩＱ光変調器１２１のＱ相光変調器９０と、光の位相をπ/２にシフトするπ/２位相シフト部１３１によって、Ｑ相光変調信号となる。

[0064] 光合流部９１は、Ｉ相光変調器８８から入力されるＩ相光変調信号とＱ相変調器９０から入力されるＱ相光変調信号とを合成することで、１波長分の光変調信号を生成する。

[0065] なおＩＱ光変調器１２１のＩ相光変調器８８及びＩＱ光変調器１２１のＱ相光変調器９０による変調の際には、送信光源８６から出力される無変調光を光分岐部８９で分岐させた２つの無変調光が使用される。

[0066] 次に、上述した送信側デジタル信号処理部８４の詳細な構成について説明をする。図７は、光通信部が波長分割多重方式とデジタルコヒーレント光通信方式を採用する場合の送信側デジタル信号処理部８４の具体的な構成例を

示す図である。この送信側デジタル信号処理部８４は、誤り訂正符号化部８４１と、多値変調部８４２と、リサンプル部８４３とを備えている。誤り訂正符号化部８４１は、通信サービスデータに対して誤り訂正符号化処理を施す。多値変調部８４２は、誤り訂正符号化部８４１により誤り訂正符号化処理が施された通信サービスデータについて、１の変調シンボルが２以上の信号点を取りえるように変調する、いわゆる多値変調を施す。多値変調部８４２は、差動符号化の処理を行ってもよい。リサンプル部８４３は、多値変調部８４２において多値変調が施された多値変調信号について各種リサンプリング処理を施したＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号を出力する。また、誤り訂正符号化部８４１以降に、通信サービスデータに含まれるビットデータの順番の入れ替え処理を行う図示しないインターリーバ部があってもよい。

[0067] このような送信側デジタル信号処理部８４は、図８に示す形態に具現化されるものであってもよい。図８は、光通信部がナイキスト波長分割多重方式とデジタルコヒーレント光通信方式を採用する場合の送信側デジタル信号処理部８４の構成例を示す図である。

[0068] この図８に示す送信側デジタル信号処理部８４は、誤り訂正符号化部８４１と、多値変調部８４２と、ナイキストフィルタ部８４４と、変調器非線形補償部８４５と、リサンプル部８４３とを備えている。

[0069] 誤り訂正符号化部８４１と、多値変調部８４２と、リサンプル部８４３の構成は、図８と同様であることから、同一の符号を付すことにより以下での説明を省略する。

[0070] ナイキストフィルタ部８４４は、多値変調部８４２において多値変調が施された多値変調信号について、ナイキスト波長分割多重化のための波形整形を行うフィルタである。変調器非線形補償部８４５は、ＩＱ光変調器１２１のＩ相光変調器８８及びＩＱ光変調器１２１のＱ相光変調器９０の変調器の非線形性を補償する。また、誤り訂正符号化部８４１以降に、通信サービスデータに含まれるビットデータの順番の入れ替え処理を行う図示しないイン

ターリーバ部があってもよい。

[0071] また、送信側デジタル信号処理部８４は、図９に示す形態に具現化されるものであってもよい。図９は、ナイキスト周波数分割多重方式を採用する送信側デジタル信号処理部８４の構成例を示す図である。この図９に示す形態では、ナイキストＦＤＭ（周波数分割多重）方式を採用し、通信サービスデータを多重化し、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号に分離して出力するものである。

[0072] 送信側デジタル信号処理部８４には、通信サービスデータが１から最大ｎ個まで供給される。この供給される通信サービスデータそれぞれについて、誤り訂正符号化部８４１、多値変調部８４２、周波数変換部８４７、ナイキストフィルタ部８４４が割り当てられる。例えば、通信サービスデータＳＤ＿１が供給された場合、誤り訂正符号化部８４１＿１、多値変調部８４２＿１、周波数変換部８４７＿１、ナイキストフィルタ部８４４＿１により各種処理を施す。また、通信サービスデータＳＤ＿２が供給された場合、誤り訂正符号化部８４１＿２、多値変調部８４２＿２、周波数変換部８４７＿２、ナイキストフィルタ部８４４＿２により各種処理を施す。同様に、通信サービスデータＳＤ＿ｎが供給された場合、誤り訂正符号化部８４１＿ｎ、多値変調部８４２＿ｎ、周波数変換部８４７＿ｎ、ナイキストフィルタ部８４４＿ｎにより各種処理を施す。また、誤り訂正符号化部８４１以降に、通信サービスデータに含まれるビットデータの順番の入れ替え処理を行う図示しないインターリーバ部があってもよい。

[0073] 周波数変換部８４７＿１、８４７＿２、・・８４７＿ｎは、多値変調部から出力されてくるサブキャリア多値変調信号について周波数変換を施し、これをナイキストフィルタ部８４４へと出力する。

[0074] また、このナイキストＦＤＭ方式を採用する送信側デジタル信号処理部８４は、更にパワー割当部８４８、サブキャリア多重部８４９、逆周波数変換部８５０、リサンプル部８４３とを備えている。

[0075] パワー割当部８４８は、ナイキストフィルタ部８４４から出力されるサブ

キャリア多値変調信号に対し、複数のサブキャリア多値変調信号全体のパワーに対するサブキャリア多値変調信号のパワー比率に沿って、サブキャリア多値変調信号ごとにパワーを割り当てる。

[0076] サブキャリア多重部８４９は、パワー割当部８４８から供給されるサブキャリア多値変調信号を、サブキャリア多重する。

[0077] 逆周波数変換部８５０は、サブキャリア多重された信号について、周波数変換部８４７とは逆の逆周波数変換を施す。このようにして逆周波数変換が施された信号は、リサンプル部８４３において各種リサンプリング処理が施され、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号として出力される。

[0078] また、送信側デジタル信号処理部８４は、図１０に示す形態に具現化されるものであってもよい。図１０は、直交周波数分割多重方式とデジタルコヒーレント光通信方式とを採用する送信側デジタル信号処理部８４の構成例を示す図である。この図１０に示す形態では、ＯＦＤＭ方式を採用し、通信サービスデータを多重化し、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号に分離して出力するものである。

[0079] ＯＦＤＭ方式を採用する送信側デジタル信号処理部８４には、通信サービスデータが１から最大ｎ個まで供給される。この供給される通信サービスデータそれぞれについて、誤り訂正符号化部８４１、多値変調部８４２、周波数変換部８４７が割り当てられる。またこのＯＦＤＭ方式を採用する送信側デジタル信号処理部８４は、サブキャリア多重部８４９、ＣＰ付加部８５１、リサンプル部８４３とを備えている。また、誤り訂正符号化部８４１以降に、通信サービスデータに含まれるビットデータの順番の入れ替え処理を行う図示しないインターリーバ部があってもよい。

[0080] 図１０に示す形態において、上述した図９に示すナイキストＦＤＭ方式と同一の構成要素、部材に関しては、同一の符号を付すことにより、以下での説明を省略する。

[0081] ＣＰ付加部８５１は、多値変調部８４２から出力される多値変調信号が逆周波数変換部８５０において逆周波数変換されたサブキャリアについて、サ

イクリックプレフィックス（ＣＰ）を付加する。これにより、遅延波に対する耐性を持たせることが可能となる。このようにしてＣＰが付加された信号は、リサンプル部８４３において各種リサンプリング処理を施され、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号として出力される。

[0082] 図６に示す光送信器８１や、図７から図１０にかけて示す送信側デジタル信号処理部８４は、光変調信号が単一偏波のみの場合を示しているが、光変調信号を偏波多重にした場合の構成にしてもよい。その場合、Ｘ偏波分の光送信器８１からの光変調信号とＹ偏波分の光送信器８１からの光変調信号が偏波合成器で偏波合成され、偏波多重の光変調信号が出力される構成となる。また、送信側デジタル信号処理部９３においても、Ｘ偏波分のＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号と、Ｙ偏波分のＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号を生成する構成となる。

[0083] また、図１１は、光強度変調方式を採用した場合の光送信器８１の詳細なブロック構成例を示す図である。図１１に示すように、光送信器８１は、光強度変調方式を採用した場合、送信側デジタル信号処理部８４と、デジタルアナログ変換部８７０と、送信光源８６と、光強度変調器９００を備える。

[0084] デジタルアナログ変換部８７０は、光強度変調方式を採用した場合、送信側デジタル信号処理部８４から出力された通信サービスデータのデジタル信号を電気信号に変換する。光強度変調器９００は、デジタルアナログ変換部８７により、電気信号に変換された通信サービスデータの強度を変調し、光変調信号にする。

[0085] 図１２は、光強度変調方式を採用する送信側デジタル信号処理部８４の構成例を示す図である。送信側デジタル信号処理部８４は、例えば光強度変調方式を採用した場合、図１２に示すように、誤り訂正符号化部８４１と、多値変調部８４２と、デジタルフィルタ部８４６と、リサンプル部８４３とを備える。送信側デジタル信号処理部８４は、例えば光強度変調方式を採用した場合、１つの通信サービスデータを元に変調信号を生成する。変調信号はデジタル信号からなっており、光強度変調器に入力される。なお、１つの通

信サービスデータに対し、誤り訂正符号化を行ってよいし、デジタルフィルタや信号劣化補償、変調器非線形補償、線形等化処理などのデジタル処理を行ってよいものとする。また、誤り訂正符号化部８４１以降に、通信サービスデータに含まれるビットデータの順番の入れ替え処理を行う図示しないインターリーバ部があってもよい。

[0086] また、図１３は、例えば光位相変調方式を採用した場合の光送信器８１の詳細なブロック構成例を示す図である。図１３に示すように、光送信器８１は、光位相変調方式を採用した場合、送信側デジタル信号処理部８４と、デジタルアナログ変換部８７０と、送信光源８６と、光位相変調器９０１を備える。光位相変調器９０１は、デジタルアナログ変換部８７により、電気信号に変換された通信サービスデータの位相を変調し、光変調信号にする。

[0087] 図１４は、光位相変調方式を採用する送信側デジタル信号処理部８４の構成例を示す図である。送信側デジタル信号処理部８４は、例えば光位相変調方式を採用した場合、図１４に示すように、誤り訂正符号化部８４１と、誤り訂正符号化部８４１により誤り訂正符号化処理が施された通信サービスデータについて、１の変調シンボルが２の信号点を取りえるように位相変調する位相変調部８５２と、デジタルフィルタ部８４６と、リサンプル部８４３とを備える。位相変調部８５２は、差動符号化の処理を行ってもよい。送信側デジタル信号処理部８４は、光位相変調方式を採用した場合、１つの通信サービスデータを元に変調信号を生成する。変調信号はデジタル信号からなっており、光強度変調器に入力される。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正符号化を行ってよいし、デジタルフィルタや信号劣化補償、変調器非線形補償、線形等化処理などのデジタル処理を行ってよいものとする。また、誤り訂正符号化部８４１以降に、通信サービスデータに含まれるビットデータの順番の入れ替え処理を行う図示しないインターリーバ部があってもよい。

[0088] 次に、光受信器８２について説明をする。図１５は、デジタルコヒーレント光通信方式を採用する光受信器８２の詳細なブロック構成例を示す図であ

る。デジタルコヒーレント光通信方式を採用した場合の光受信器８２は、図１５に示すように、受信側デジタル信号処理部９３とＩ相アナログデジタル変換部９４とＱ相アナログデジタル変換部９５と局発光源９７とコヒーレント光検出部１２２とを備える。コヒーレント光検出部１２２は、Ｉ相バランス光検出器９６とＱ相バランス光検出器９８と光周波数混合部９９とを備える。

[0089] 光周波数混合部９９は、局発光源９７から出力される無変調光を利用し、低雑音増幅された光変調信号と干渉させて、Ｉ相光変調信号とＱ相光変調信号との２つに分離する。Ｉ相光変調信号は、Ｉ相バランス光検出器９６によって検出され、Ｉ相電気信号となる。またＩ相電気信号は、Ｉ相アナログデジタル変換部９４によってＩ相デジタル信号に変換される。

[0090] Ｑ相光変調信号は、Ｑ相バランス光検出器９８によって検出され、Ｑ相電気信号となる。またＱ相電気信号は、Ｑ相バランス光検出器９８によってＱ相デジタル信号に変換される。受信側デジタル信号処理部９３は、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号から合成される変調信号を１つの通信サービスデータに変換する。Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号は、コヒーレント光検出部１２２のＩ相バランス光検出器９６とＱ相バランス光検出器９８から出力される。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正復号化を行ってよいし、デジタルフィルタや、周波数推定、位相推定、適応等化などの信号劣化補償などのデジタル処理を行ってよいものとする。

[0091] 受信側デジタル信号処理部９３は、例えば直交周波数分割多重（OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing）方式やナイキスト周波数分割多重（N-FDM: Nyquist-Frequency Division Multiplexing）方式などのデジタル多重化されたＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号を複数のサブキャリアに分離し、１つのサブキャリアとしての変調信号を１つの通信サービスデータに変換することができる。Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号は、コヒーレント光検出部１２２のＩ相バランス光検出器９６とＱ相バランス光検出器９８から出力される。これにより、光受信器８２は、１波長分の光変調信

号を、複数の通信サービスデータに変換することが可能である。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正復号化を行ってよいし、デジタルフィルタや、周波数推定、位相推定、適応等化などの信号劣化補償などのデジタル処理を行ってよいものとする。

[0092] 図１６は、光通信部が波長分割多重方式を採用する場合の受信側デジタル信号処理部９３の具体的な構成例を示す図である。この受信側デジタル信号処理部９３は、リサンプル部９３１と、クロック抽出部９３２と、適応等化部９３４と、周波数推定部９３５と、位相推定部９３６と、多値復調部９３７と、誤り訂正復号化部９３８とを備えている。

[0093] リサンプル部９３１は、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号が供給され、これらについてそれぞれ各種リサンプリング処理を施す。クロック抽出部９３２は、このリサンプル部９３１においてリサンプリングされたＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号とについてクロックを抽出する。適応等化部９３４は、入力されるＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号についてそれぞれ等化処理を施し、後述するパワー変動情報テーブルＴＢ４に格納するパワー変動情報を検出する。周波数推定部９３５は、入力されるＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号について、復調のために必要な周波数推定を行い、後述する周波数変動情報テーブルＴＢ３に格納する周波数変動情報を検出する。位相推定部９３６は、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号について復調のために必要な位相推定を行い、後述する位相変動情報テーブルＴＢ５に格納する位相変動情報を検出する。多値復調部９３７は、多値変調信号とされているＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号について復調することにより、１つの通信サービスデータとする。多値復調部９３７は、差動復号化の処理を行ってもよい。誤り訂正復号化部９３８は、多値復調部９３７において得られた通信サービスデータについて誤り訂正復号化処理を施す。また、誤り訂正復号化部９３８より前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよ

い。

[0094] このような受信側デジタル信号処理部９３は、図１７に示す形態に具現化されるものであってもよい。図１７は、光通信部がナイキスト波長分割多重方式を採用する場合の受信側デジタル信号処理部９３の構成例を示す図である。この図１７に示す受信側デジタル信号処理部９３は、リサンプル部９３１と、クロック抽出部９３２と、整合フィルタ部９３３と、適応等化部９３４と、周波数推定部９３５と、位相推定部９３６と、多値復調部９３７と、誤り訂正復号化部９３８とを備えている。整合フィルタ部９３３は、復調を施す上で必要なフィルタである。リサンプル部９３１と、クロック抽出部９３２と、適応等化部９３４と、周波数推定部９３５と、位相推定部９３６と、多値復調部９３７と、誤り訂正復号化部９３８の構成は、図１６と同様であることから、同一の符号を付すことにより以下での説明を省略する。また、誤り訂正復号化部９３８より前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよい。

[0095] また、受信側デジタル信号処理部９３は、図１８に示す形態に具現化されるものであってもよい。図１８は、ナイキスト周波数分割多重方式を採用する受信側デジタル信号処理部９３の構成例を示す図である。この図１８に示す形態では、送信側デジタル信号処理部８４において、ナイキストＦＤＭ（周波数分割多重）方式の下、通信サービスデータが多重化されて、Ｉ相デジタル信号とＱ相デジタル信号としてデータを、元の通信サービスデータに分離して出力するものである。

[0096] 受信側デジタル信号処理部９３は、通信サービスデータが１から最大ｎ個まで分離して出力することができる。

[0097] 受信側デジタル信号処理部９３に入力された多重化された信号は、リサンプル部９３１、周波数推定部９３５を経て、周波数変換部９３９に到達する。周波数変換部９３９では、周波数変換を施し、多重化された通信サービス

データ毎のＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号をそれぞれ整合フィルタ部９３３＿１～９３３＿ｎへ供給する。

[0098] 分離して出力する各通信サービスデータ毎のＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号それぞれについて、整合フィルタ部９３３、逆周波数変換部９４１、クロック抽出部９３２、適応等化部９３４、位相推定部９３６、多値復調部９３７、誤り訂正復号化部９３８が割り当てられる。例えば、通信サービスデータＳＤ＿１を出力する場合、整合フィルタ部９３３＿１、逆周波数変換部９４１＿１、クロック抽出部９３２＿１、適応等化部９３４＿１、位相推定部９３６＿１、多値復調部９３７＿１、誤り訂正復号化部９３８＿１により各種処理を施す。また、通信サービスデータＳＤ＿２を出力する場合、整合フィルタ部９３３＿２、逆周波数変換部９４１＿２、クロック抽出部９３２＿２、適応等化部９３４＿２、位相推定部９３６＿２、多値復調部９３７＿２、誤り訂正復号化部９３８＿２により各種処理を施す。また、通信サービスデータＳＤ＿ｎを出力する場合、整合フィルタ部９３３＿ｎ、逆周波数変換部９４１＿ｎ、クロック抽出部９３２＿ｎ、適応等化部９３４＿ｎ、位相推定部９３６＿ｎ、多値復調部９３７＿ｎ、誤り訂正復号化部９３８＿ｎにより各種処理を施す。また、誤り訂正復号化部９３８＿ｎより前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよい。

[0099] 整合フィルタ部９３３を通過したＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号は、逆周波数変換部９４１において逆周波数に変換される。またクロック抽出部９３２、適応等化部９３４、位相推定部９３６、多値復調部９３７、誤り訂正復号化部９３８において上述と同様の処理が施され、通信サービスデータとして出力される。

[0100] また、受信側デジタル信号処理部９３は、図１９に示す形態に具現化されるものであってもよい。図１９は、直交周波数分割多重方式を採用する受信側デジタル信号処理部９３の構成例を示す図である。この図１９に示す形態

では、ＯＦＤＭ方式の下で通信サービスデータが多重化されたＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号を、元の通信サービスデータに分離して出力するものである。受信側デジタル信号処理部９３は、通信サービスデータが１から最大ｎ個まで分離して出力することができる。

[0101] 受信側デジタル信号処理部９３に入力された、多重化された信号は、リサンプル部９３１、周波数推定部９３５、位相推定部９３６を経て、ＣＰ除去部９４４へと送られる。ＣＰ除去部９４４では、ＣＰ付加部８５１において付加されたＣＰを除去する。ＣＰ除去部９４４から出力されたＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号は、サブキャリア分離部９４５へと送られ、デジタル領域においてサブキャリアに分離し、分離された個々の通信サービスデータは、周波数変換部９３９＿１～９３９＿ｎにおいて周波数変換が施され、多値復調部９３７＿１～９３７＿ｎにおいて多値復調が施され、更に誤り訂正復号化部９３８＿１～９３８＿ｎにおいて誤り訂正復号化処理が施される。また、誤り訂正復号化部９３８＿ｎより前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよい。

[0102] 光通信部２０２が光合分波装置１０１を備える場合、光通信部２０２は複数の光変調信号を扱うことが可能となる。例えば光通信部２０２が光合分波装置１０１を備え、かつ、光合分波装置１０１が合波部１０２を備える場合、光通信部２０２は、例えば複数の光送信器８１Ａ，８１Ｂから出力される複数波長で多重化された光変調信号をまとめる合波処理を行うことで複数の光変調信号を扱うことが可能となる。

[0103] また前述のナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いることで１波長分の光変調信号に複数の通信サービスデータが含まれる場合に対応することが可能となる。例えば送信側デジタル信号処理部８４がナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いる場合、複数の通信サービスデータに基づく１つの光変調信号を生成することが

可能となる。これにより、光通信部２０２が光合分波装置１０１を備え、かつ、光合分波装置１０１が合波部１０２を備える場合、光通信部２０２は、例えば複数の光送信器８１Ａ，８１Ｂから出力される複数波長で多重化された光変調信号をまとめる合波処理を行うことで、複数波長で多重化された、複数の通信サービスデータに基づく光変調信号を扱うことが可能となる。

[0104] また例えば光通信部２０２が光合分波装置１０１を備え、かつ、光合分波装置１０１が分波部１０３を備える場合、光通信部２０２は、例えば複数の光受信器８２Ａ，８２Ｂへと複数波長で多重化された光変調信号をそれぞれ分波する分波処理を行うことで複数の光変調信号を扱うことが可能となる。

[0105] また前述のナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いることで１波長分の光変調信号に複数の通信サービスデータが含まれる場合に対応することが可能となる。これにより、光通信部２０２が光合分波装置１０１を備え、かつ、光合分波装置１０１が分波部１０３を備える場合、光通信部２０２は、例えば複数の光受信器８２Ａ，８２Ｂへと複数波長で多重化された光変調信号をそれぞれ分波する分波処理を行うことで、複数波長に分離された、複数の通信サービスデータに基づく光変調信号を扱うことが可能となる。

[0106] 図１５に示す光受信器８２や、図１６から図１９にかけて示す受信側デジタル信号処理部９３は、光変調信号が単一偏波のみの場合を示しているが、光変調信号を偏波多重にした場合の構成にしてもよい。その場合、偏波多重の光変調信号は、偏波分離器で偏波分離され、偏波分離されたＸ偏波分の光変調信号はＸ偏波分の光受信器８２に入力され、偏波分離されたＹ偏波分の光変調信号はＹ偏波分の光受信器８２に入力される構成となる。また、受信側デジタル信号処理部９３においても、Ｘ偏波分のＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号と、Ｙ偏波分のＩ相デジタル信号とＱ相デジタル信号を処理し受信する構成となる。

[0107] 図２０は、光強度変調方式を採用する光受信器８２の詳細なブロック構成例を示す図である。光強度変調方式を採用した場合の光受信器８２は、図２

０に示すように、光電変換器８２１と、電気フィルタ部８２２と、アナログデジタル変換部８７０と、受信側デジタル信号処理部９３とを備える。また、光受信器８２は、電気フィルタ部８２２、又はアナログデジタル変換部８７０のうちの少なくとも何れか１つを備えなくてもよい。

[0108] 光電変換器８２１は、低雑音増幅された光変調信号を元に光電変換を行い、電気信号に変換する。変換された電気信号は、電気フィルタ部８２２を通過し、所定の帯域を持つ電気信号に変換する。電気フィルタ部８２２を通過した電気信号は、アナログデジタル変換部８７０によってデジタル信号に変換される。電気フィルタ部８２２は、電気フィルタ部８２２の機能が、受信側デジタル信号処理部９３に取り込まれ、デジタルフィルタ処理が行われてもよい。

[0109] 図２１は、光強度変調方式を採用する受信側デジタル信号処理部９３の構成例を示す図である。受信側デジタル信号処理部９３は、光強度変調方式を採用した場合、図２１に示すように、リサンプル部９３１と、デジタルフィルタ部８４６と、クロック抽出部９３２と、多値復調部９３７と、誤り訂正復号化部９３８とを備える。受信側デジタル信号処理部９３は、デジタル信号からなる変調信号を１つの通信サービスデータに変換する。デジタル信号は、光電変換器８２１から出力される。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正復号化を行ってよいし、デジタルフィルタや、線形等化処理、信号劣化補償などのデジタル処理を行ってよいものとする。また、誤り訂正復号化部９３８より前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよい。

[0110] 図２２は、光位相変調方式を採用する光受信器の第１の形態の詳細なブロック構成例を示す図である。例えば光位相変調方式を採用した場合の第１の形態の光受信器８２は、図２２に示すように、局発光源９７と、光周波数混合部９９と、バランス光検出器８２３と、デジタルアナログ変換部８７０と

、受信側デジタル信号処理部９３とを備える。また、光受信器８２は、電気フィルタ部８２２、又はアナログデジタル変換部８７０のうちの少なくとも何れか１つを備えなくてもよい。

[0111] 光周波数混合部９９は、局発光源９７から出力される無変調光を利用し、低雑音増幅された光変調信号と干渉させる。干渉させた光変調信号は、バランス光検出器８２３によって検出され電気信号となる。また電気信号は、アナログデジタル変換部８７０によってデジタル信号に変換される。電気フィルタ部８２２は、電気フィルタ部の機能が、受信側デジタル信号処理部９３に取り込まれ、デジタルフィルタ処理が行われてもよい。

[0112] 図２３は、光位相変調方式を採用する受信側デジタル信号処理部９３の構成例を示す図である。受信側デジタル信号処理部９３は、光位相変調方式を採用した場合、図２３に示すように、リサンプル部９３１と、デジタルフィルタ部８４６と、クロック抽出部９３２と、１の変調シンボルを２の信号点に変換し１つの通信サービスデータに変換する位相復調部９４０と、誤り訂正復号化部９３８とを備える。位相復調部９４０は、差動復号化の処理を行ってもよい。受信側デジタル信号処理部９３は、デジタル信号からなる変調信号を１つの通信サービスデータに変換する。デジタル信号は、バランス光検出器８２３から出力される。なお、１つの通信サービスデータに対し、誤り訂正復号化を行ってよいし、デジタルフィルタや、周波数推定、位相推定、適応等化などの信号劣化補償などのデジタル処理を行ってよいものとする。また、誤り訂正復号化部９３８より前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよい。

[0113] 図２４は、光位相変調方式を採用する光受信器８２の第２の形態の詳細なブロック構成例を示す図である。、例えば光位相変調方式を採用した場合の第２の形態の光受信器８２は、図２４に示すように、光遅延干渉部８２４と、バランス光検出器８２３と、電気フィルタ部８２２と、デジタルアナログ

変換部８７０と、受信側デジタル信号処理部９３とを備える。また、光受信器８２は、電気フィルタ部８２２、又はアナログデジタル変換部８７０のうちの少なくとも何れか１つを備えなくてもよい。

[0114] 光遅延干渉部８２４は、低雑音増幅された光変調信号をと干渉させる。干渉させた光変調信号は、バランス光検出器８２３によって検出され電気信号となる。また電気信号は、アナログデジタル変換部８７０によってデジタル信号に変換される。電気フィルタ部８２２は、電気フィルタ部８２２の機能が、受信側デジタル信号処理部９３に取り込まれ、デジタルフィルタ処理が行われてもよい。また、誤り訂正復号化部９３８より前に、図示しないインターリーバ部でビットデータの順番の入れ替え処理が行われた通信サービスデータに対し、ビットデータの入れ替えの逆操作の処理を行う図示しないデインターリーバ部があってもよい。

[0115] 次に図２５を用いて光空間通信管理装置１、無線地上局４、光地上局３及び非地上系ノード群の間で送受信される制御回線に関する情報について説明する。図２５は、本実施の形態による光空間通信管理機能の説明に供するシーケンス例を示す図である。図中の点線は電波などの無線の制御回線による通信を示し、実線は有線や無線のＬＡＮなどの制御回線による通信を示す。

[0116] 図２５に示すように、無線地上局４は、非地上系ノード群からの通信サービスデータを元に、サービス要求を電波などの無線の制御回線を介して受信し（Ｓ１－１）、受信したサービス要求を有線や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して光空間通信管理装置１へと送信する（Ｓ２）。

[0117] 非地上系ノード群からのサービス要求を通信サービスデータとともに送信する場合、光回線を介して光地上局３で受信する（Ｓ１－２）。光地上局３の光空間通信装置２の通信サービス処理部２３は、クラウドなどに接続された事業会社によるモバイル通信網と光バックボーン通信網などを含む地上系ネットワークからの通信サービスデータを元に、光地上局３のサービス要求を有線や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して光空間通信管理装置１へと送信し、光地上局３で受信した非地上系ノード群からのサービス要求もある場

合は、非地上系ノード群からのサービス要求も送信する（Ｓ３）。

[0118] また非地上系ノード群は回線計測情報を無線地上局４へと電波などの無線の制御回線を介して送信し（Ｓ４－１）、無線地上局４は回線計測情報を光空間通信管理装置１へと有線や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して送信する（Ｓ５）。

[0119] 非地上系ノード群からのサービス要求を通信サービスデータとともに送信する場合、光回線を介して光地上局３で受信する（Ｓ４－２）。光地上局３は光地上局３の回線計測情報を光空間通信管理装置１へと優先や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して送信し、光地上局３で受信した非地上系ノード群からの回線計測情報もある場合は、非地上系ノード群からの回線計測情報も送信する（Ｓ６）。また、光空間通信管理装置１が、環境天候情報収集装置８と接続されている場合は、回線計測情報の送信（Ｓ５、Ｓ６）とともに、環境天候情報収集装置８から環境天候情報が送信される（Ｓ１０）。

[0120] 次に光空間通信管理装置１は、サービス要求や回線計測情報、環境天候情報に基づき通信サービスデータを送受信するための光地上局３の回線経路情報と回線パラメータを有線や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して光地上局３へと送信し、非地上系ノード群からの回線経路情報と回線パラメータを通信サービスデータとともに送信する場合は、非地上系ノード群からの回線経路情報と回線パラメータを光地上局３に送信する（Ｓ７）。非地上系ノード群からの回線経路情報と回線パラメータを通信サービスデータとともに送信する場合は、非地上系ノード群からの回線経路情報と回線パラメータを、光地上局３から光回線を介して、非地上系ノード群へと送信する（Ｓ９－１）。

[0121] また光空間通信管理装置１は、サービス要求や回線計測情報に基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータを有線や無線のＬＡＮなどの制御回線を介して無線地上局４へと送信する（Ｓ８）。無線地上局４は回線経路情報と回線パラメータを非地上系ノード群へと電波などの無線の制御回線を介して送信する（Ｓ９－２）。

[0122] 次に回線情報の詳細について図２６を用いて説明する。図２６は、本実施の形態による回線経路情報データベースＤＢ１と回線計測情報データベースＤＢ２とサービス要求情報データベースＤＢ３と回線パラメータ情報データベースＤＢ４の例を示す図である。回線経路情報データベースＤＢ１は、例えば回線経路情報テーブルＴＢ１及び光信号経路情報テーブルＴＢ２を備える。回線計測情報データベースＤＢ２は、例えば周波数変動情報テーブルＴＢ３とパワー変動情報テーブルＴＢ４と位相変動情報テーブルＴＢ５を備える。サービス要求情報データベースＤＢ３は、サービス要求テーブルＴＢ６を備える。回線パラメータ情報データベースＤＢ４は、光信号パラメータテーブルＴＢ７－１、高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－１を備える。なお前述のナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いる場合は、回線パラメータ情報データベースＤＢ４は、光信号・サブキャリア信号パラメータテーブルＴＢ７－２、高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－２を備える。

[0123] 回線経路情報テーブルＴＢ１には、回線ごとの経路の情報が記憶される。回線経路情報テーブルＴＢ１には、回線ごとの番号である回線番号と、送信側光空間通信装置番号と、送信側光空間通信装置種別と、受信側光空間通信装置番号と、受信側光空間通信装置種別と、伝搬遅延と、光信号番号とが紐づいて記憶される。また、回線経路情報テーブルＴＢ２に記憶される回線経路の情報は、この限りではない。

[0124] 送信側光空間通信装置番号は、回線で扱われる光変調信号を送信する光空間通信装置２の番号とし、送信側光空間通信装置種別は、回線で扱われる光変調信号を送信する光空間通信装置２の種別とする。また受信側光空間通信装置番号は、回線で扱われる光変調信号を受信する光空間通信装置２の番号とし、受信側光空間通信装置種別は、回線で扱われる光変調信号を受信する光空間通信装置２の種別とする。また、伝搬遅延は、回線における伝搬が何秒遅延するかを示し、光信号番号は、回線を介して送受信される光変調信号の番号とする。伝搬遅延は、ネットワーク上でのエンド・ツー・エンドの時

間遅延であってもよい。

[0125] 光信号経路情報テーブルＴＢ２には、光変調信号ごとの、経路の情報が記録される。光信号経路情報テーブルＴＢ２には、光変調信号に関して、光信号番号と、送信側光空間通信装置番号と、受信側光空間通信装置番号と、中継光空間通信装置番号と、が紐づけて記憶される。中継光空間通信装置番号は、光変調信号が地上や衛星を通過する際に中継する光空間通信装置２の番号とする。また、光信号経路情報テーブルＴＢ２に記憶される光信号経路の情報は、この限りではない。

[0126] 周波数変動情報テーブルＴＢ３には、回線ごとに、時刻ごとの、光空間通信装置２が送信する光変調信号の周波数の変動の情報が記憶される。周波数変動情報テーブルＴＢ３には、回線ごとの番号である回線番号と、時刻の情報である時刻情報と、送信側周波数変動速度と、送信側周波数変動開始値と、送信側周波数変動量とが紐づいて記憶される。また、周波数変動情報テーブルＴＢ３に記憶される周波数変動の情報は、この限りではない。

[0127] 変動速度は、光変調信号の周波数の１秒当たりの変化量とする。変動速度はＨｚ／秒などの単位とする。開始値は、光変調信号が送信される際の光変調信号の周波数の値とする。開始値はＨｚなどの単位とする。変動量は光変調信号の周波数の変化の量とする。なお変動量はＨｚなどの単位とする。

[0128] パワー変動情報テーブルＴＢ４には、回線ごとの、光空間通信装置２が送信する光変調信号の出力の情報が記憶される。パワー変動情報テーブルＴＢ４には、回線ごとの番号である回線番号と、時刻の情報である時刻情報と、シンチレーションインデックスと、光信号雑音比と、信号雑音比と、が紐づいて記憶される。また、パワー変動情報テーブルＴＢ４に記憶されるパワー変動の情報は、この限りではない。

[0129] シンチレーションインデックスは、回線における受信光パワーの正規化分散値を示し、地上衛星間光通信の大気揺らぎの度合いを示す。光信号対雑音比（OSNR: Optical Signal-to-Noise Ratio）は回線における光変調信号の光信号対雑音比とし、信号対雑音比（SNR: Signal-to-Noise Ratio）は回線に

おける電気信号の信号対雑音比とする。光信号対雑音比と信号対雑音比の単位はｄＢとする。

[0130] 位相変動情報テーブルＴＢ５には、回線ごとに、時刻ごとの、光空間通信装置２が送信する光変調信号の位相分散値の情報が記憶される。位相変動情報テーブルＴＢ５には、回線ごとの番号である回線番号と、時刻の情報である時刻情報と、光変調信号の位相分散値と、が紐づいて記憶される。また、位相変動情報テーブルＴＢ５に記憶される位相変動の情報は、この限りではない。

[0131] サービス要求テーブルＴＢ６には、サービスごとの、サービス要求が記憶される。サービス要求テーブルＴＢ６には、サービスごとの番号であるサービス番号と、サービスの種別であるサービス種別と、送信側光空間通信装置番号と、受信側光空間通信装置番号と、所望通信レートと、許容遅延時間と、許容ビットエラーレート（BER: Bit Error Rate）と、暗号化要求有無と、が紐づいて記憶される。なお、サービス要求テーブルＴＢ６に、許容パケットエラーレート（PER: Packet Error Rate）、許容システムマージン、許容スループット等が追加されてもよい。また、サービス要求テーブルＴＢ６に、記憶されるサービス要求の情報は、この限りではない。

[0132] 送信側光空間通信装置番号は、サービスを送信する側の光空間通信装置２の番号とする。受信側光空間通信装置番号は、サービスの宛先となる受信側の光空間通信装置２の番号とする。所望通信レートは、サービスに求められる通信レートであって、単位はＧｂｉｔ／秒とする。

[0133] 許容遅延時間は、サービスに対して許容される遅延時間であって単位は秒とする。ビットエラーレートは、サービスに対して許容されるビットエラーレートである。パケットエラーレートは、サービスに対して許容されるパケットエラーレートである。許容システムマージンは、サービスに対して許容されるシステムマージン、許容スループットは、サービスに対して許容されるスループットである。暗号化要求有無は、サービスに対して暗号化が必要か否かとする。

[0134] 光信号パラメータテーブルＴＢ７－１には、光変調信号ごとの、パラメータが記憶される。光信号パラメータテーブルＴＢ７－１には、光信号番号と、サービス番号と、送信波長と、通信レートと、シンボルレートと、変調方式と、多値数と、誤り訂正符号種別と、符号化率と、誤り訂正符号の繰返し数と、暗号化有無と、偏波多重有無とが紐づいて記憶される。また、光信号パラメータテーブルＴＢ７－１に記憶される光信号パラメータの情報は、この限りではない。

[0135] 光信号番号は、光変調信号ごとの番号である光信号番号とする。送信波長は、送信する光変調信号の波長とし、単位はｎｍとする。通信レートは、光変調信号の通信レートであって、単位はＧｂｉｔ／秒とする。

[0136] シンボルレートは、光変調信号の単位時間当たりの変調速度とし、単位はＧｂｉｔ／秒とする。変調方式は、光変調信号に含まれるデジタル情報のデジタル信号処理方式とし、例えばM-PSK (Multilevel-Phase Shift Keying)やM-QAM (Multileve-Quadrature Amplitude Modulation) 、OOK(On-Off Keying)、M-PAM(Multilevel-Pulse Amplitude Modulation)、M-PPM(Multilevel-Pulse Position Modulation)、M-PAPM(Multilevel-Pulse Amplitude Position Modulation)などである。多値数は、光変調信号に含まれるデジタル情報の多値変調の際の多値数とする。

[0137] 誤り訂正符号種別は、光変調信号に含まれる通信サービスデータの誤り訂正符号の種別を示す。符号化率は、光変調信号に含まれる通信サービスデータの誤り訂正符号の符号化率とする。繰返し数は、誤り訂正符号の繰返し数とする。暗号化有無は、光変調信号に含まれる通信サービスデータが暗号化されているか否かとする。偏波多重有無は、光変調信号が偏波多重されているか否かとする。

[0138] 光送信系パラメータテーブルＴＢ８－１には、高出力光増幅器９２ごとの、パラメータが記憶される。高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－１には、それぞれの高出力光増幅器９２に関しての、送信光空間通信装置番号と、送信光出力と、送信波長と、光信号番号と、光信号パワー比率と、ビー

ム広がり角度が紐づけて記憶される。送信光出力は、高出力光増幅器９２の出力とし、単位はワットとする。光信号パワー比率は、高出力光増幅器９２の後の、複数の波長で多重化された波長多重光変調信号全体の光パワーに対する光変調信号の光出力パワー比率とする。ビーム広がり角度は、光学部２１の送信側のビーム広がり角度とする。

[0139] なお前述のナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いる場合は、光信号・サブキャリア信号パラメータテーブルＴＢ７－２には、光変調信号ごとの、パラメータが記憶される。光信号・サブキャリア信号パラメータテーブルＴＢ７－２には、光信号番号と、サブキャリア信号番号と、サービス番号と、送信波長と、サブキャリア信号の周波数配置情報と、通信レートと、シンボルレートと、変調方式と、多値数と、誤り訂正符号種別と、符号化率と、誤り訂正符号の繰返し数と、暗号化有無と、サブキャリア信号パワー比率と、偏波多重有無とが紐づいて記憶される。

[0140] 光信号番号は、光変調信号ごとの番号である光信号番号とする。サブキャリア信号番号は、光変調信号に含まれるデジタル周波数領域でのサブキャリア変調信号の番号とする。サービス番号は、サービスごとの番号である。送信波長は、送信する光変調信号の波長とし、単位はｎｍとする。サブキャリア信号の周波数配置情報は、デジタル周波数領域でのサブキャリア変調信号の周波数配置情報である。通信レートは、サブキャリア変調信号の通信レートであって、単位はＧｂｉｔ／秒とする。

[0141] シンボルレートは、サブキャリア変調信号の単位時間当たりの変調速度とし、単位はＧｂｉｔ／秒とする。変調方式は、サブキャリア変調信号に含まれるデジタル情報のデジタル変調方式とし、例えばM-PSK (Multilevel-Phase Shift Keying)やM-QAM (Multileve-Quadrature Amplitude Modulation) 、OOK(On-Off Keying)、M-PAM (Multilevel-Pulse Amplitude Modulation)、M-PPM(Multilevel-Pulse Position Modulation)、M-PAPM (Multilevel-Pulse Amplitude Position Modulation)などである。多値数は、サブキャリア変調信号に含まれるデジタル情報の多値変調の際の多値数とする。

[0142] 誤り訂正符号種別は、サブキャリア変調信号に含まれる通信サービスデータの誤り訂正符号の種別を示す。符号化率は、サブキャリア変調信号に含まれる通信サービスデータの誤り訂正符号の符号化率とする。繰返し数は、誤り訂正符号の繰返し数とする。暗号化有無は、サブキャリア変調信号に含まれる通信サービスデータが暗号化されているか否かとする。サブキャリア信号パワー比率は、光変調信号に含まれる複数のサブキャリア変調信号全体のパワーに対するサブキャリア変調信号のパワー比率である。偏波多重有無は、サブキャリア変調信号が偏波多重されているか否かとする。

[0143] 光送信系パラメータテーブルＴＢ８－２には、高出力光増幅器９２ごとの、パラメータが記憶される。高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－２には、それぞれの高出力光増幅器９２に関しての、送信光空間通信装置番号と、送信光出力と、送信波長と、光信号番号と、光信号パワー比率と、サブキャリア信号番号と、ビーム広がり角度が紐づけて記憶される。送信光出力は、高出力光増幅器９２の出力とし、単位はワットとする。ビーム広がり角度は、光学部２１の送信側のビーム広がり角度とする。

[0144] 次に位置情報の詳細について図２７を用いて説明する。図２７は、本実施の形態による位置情報データベースＤＢ５の例を示す図である。位置情報データベースＤＢ５は、例えば衛星軌道パラメータテーブルＴＢ９、飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０、衛星・飛翔体位置情報テーブルＴＢ１１及び光空間通信装置情報テーブルＴＢ１２を備える。

[0145] 衛星軌道パラメータテーブルＴＢ９、飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０に、非地上系ノード群に関わるパラメータが格納されている。図２の光空間通信管理装置の位置計算部１３は、衛星軌道パラメータテーブルＴＢ９と飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０とから位置情報を算出する。算出した位置情報は衛星・飛翔体位置情報テーブルＴＢ１１として、位置情報データベースに記憶してもよい。

[0146] 衛星軌道パラメータテーブルＴＢ９には、静止軌道衛星５や低軌道衛星６ごとの、衛星軌道のパラメータが記憶される。衛星軌道パラメータテーブル

ＴＢ９には、静止軌道衛星５や低軌道衛星６の番号である衛星番号と、軌道傾斜角（°）と、昇交点赤経（°）と、離心率と、平均近点引数（°）と、平均近点角（°）と、平均運動（回転数／日）と、元期における軌道周回数（回）と、が紐づいて記憶される。これら衛星軌道のパラメータは、例えば、人工衛星の地心座標系におけるケプラー軌道要素のテキスト形式のフォーマットである２行軌道要素形式（TLE: Two-Line Elements）や、衛星に搭載される図示しないＧＰＳ受信機が取得したＧＰＳデータなどに基づく。また、衛星軌道パラメータテーブルＴＢ９に記憶される衛星軌道パラメータの情報は、この限りではない。

[0147] 飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０には、飛翔体７ごとの、移動の際のパラメータが記憶される。飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０には、飛翔体７の番号である飛翔体番号と、経度（°）と、緯度（°）と、水平速度（ｍ／ｓ）と、上昇速度（ｍ／ｓ）と、高度（ｍ）と、移動方向ベクトルと、軌道形態と、が記憶される。これら飛翔体移動のパラメータは、例えば、飛翔体に搭載される図示しないＧＰＳ受信機が取得したＧＰＳデータなどに基づく。また、飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０に記憶される飛翔体移動パラメータの情報は、この限りではない。

[0148] 衛星・飛翔体位置情報テーブルＴＢ１１には、静止軌道衛星５及び低軌道衛星６及び飛翔体７ごとに、時間ごとの、位置情報が記憶される。衛星・飛翔体位置情報テーブルＴＢ１１には、静止軌道衛星５及び低軌道衛星６及び飛翔体７の番号である衛星・飛翔体番号と、衛星・飛翔体の種別と、時刻と、Ｘ座標位置と、Ｙ座標位置と、Ｚ座標位置と、移動速度（ｍ／ｓ）と、移動方向ベクトルと、が紐づいて記憶される。種別とは、低軌道衛星や静止軌道衛星や飛翔体といった媒体の種別とする。また、衛星・飛翔体位置情報テーブルＴＢ１１に記憶される衛星・飛翔体位置の情報は、この限りではない。

[0149] 光空間通信装置情報テーブルＴＢ１２には、衛星・飛翔体番号ごとの光空間通信装置の保有情報として、光空間通信装置番号、光空間通信装置種別が

記憶されている。光空間通信装置番号は、回線で扱われる光変調信号を送信する光空間通信装置２の番号とする。光空間通信装置種別は、回線で扱われる光変調信号を送信する光空間通信装置２の種別とする。また、光空間通信装置情報テーブルＴＢ１２に記憶される光空間通信装置の情報は、この限りではない。

[0150] 次に図２８を用いて光空間通信管理装置１が行う光空間通信管理機能の処理手順について説明する。図２８は、本実施の形態による光空間通信管理機能の処理手順を示すフローチャートの例である。回線パラメータ算出部１０は、回線パラメータ算出部１０がサービス要求を受信したか否かを判断する（Ｓ１１）。

[0151] なお回線情報通信部１４は、受信したサービス要求をサービス要求テーブルＴＢ６に記憶する。回線パラメータ算出部１０がサービス要求をサービス要求テーブルＴＢ６から新規のサービス要求を参照しなかったと判断された場合（Ｓ１１：ＮＯ）、回線パラメータ算出部１０は、一旦終了させた後、再び開始することでステップＳ１１を実行する。

[0152] 回線パラメータ算出部１０がサービス要求テーブルＴＢ６から新規のサービス要求を参照したと判断された場合（Ｓ１１：ＹＥＳ）、回線計測部１１は、無線地上局４から回線情報通信部を介して、回線計測情報を取得する（Ｓ１２）。なお回線計測部１１は、取得した回線計測情報を周波数変動情報テーブルＴＢ３、パワー変動情報テーブルＴＢ４及び位相変動情報テーブルＴＢ５に記憶する。

[0153] 次に回線パラメータ算出部１０は、例えば位置計算部１３が衛星軌道パラメータテーブルＴＢ９、飛翔体移動パラメータテーブルＴＢ１０、衛星・飛翔体位置情報テーブルＴＢ１１及び光空間通信装置情報テーブルＴＢ１２に格納された情報から計算した、静止軌道衛星５及び低軌道衛星６及び飛翔体７ごとの位置情報を取得する（Ｓ１３）。また、回線パラメータ算出部１０は、環境情報データベースＤＢ６、及び天候情報データベースＤＢ７にそれぞれ格納された環境情報、及び天候情報を取得してもよい。

[0154] 次に回線パラメータ算出部１０は、非地上系ノード群の静止軌道衛星５、低軌道衛星６及び飛翔体７と光地上局３といった各ノードの位置と各ノードの結合個所を示すトポロジーを決定する（Ｓ１４）。なお光空間通信装置２を備える静止軌道衛星５や低軌道衛星６Ａ～６Ｃや飛翔体７Ａ～７Ｄや光地上局３Ａ～３Ｄをノード３Ａ～３Ｄ，５，６Ａ～６Ｃ，７Ａ～７Ｄと呼んでもよい。

[0155] 次に回線パラメータ算出部１０は、伝達する各通信サービス要求を確認する（Ｓ１５）。次に回線パラメータ算出部１０は、後述の回線パラメータ算出処理Ｓ２０により回線経路情報と回線パラメータを算出する。回線パラメータ算出部１０は、算出した回線経路情報と回線パラメータを回線制御部１２に伝達し、回線制御部１２は、算出された回線パラメータに基づいて回線制御を行う（Ｓ１６）。なお回線パラメータ算出部１０は、回線経路情報を回線経路情報テーブルＴＢ１及び光信号経路情報テーブルＴＢ２に、回線パラメータを光信号パラメータテーブルＴＢ７－１及び高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－１に記憶する。前述のナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いる場合は、回線パラメータ算出部１０は、回線経路情報を回線経路情報テーブルＴＢ１及び光信号経路情報テーブルＴＢ２に、回線パラメータを光信号・サブキャリア信号パラメータテーブルＴＢ７－２及び高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－２に記憶する。

[0156] 次に図２９を用いて回線パラメータの詳細について説明を行う。図２９は、本実施の形態による回線パラメータ算出処理Ｓ２０の処理手順を示すフローチャートの例である。回線経路情報と回線パラメータは、位置計算部１３が計算した位置情報と、サービス要求テーブルＴＢ６と、回線経路情報テーブルＴＢ１と、周波数変動情報テーブルＴＢ３及びパワー変動情報テーブルＴＢ４に記憶される回線計測情報を基に、回線パラメータ算出部１０によって算出される。また、回線経路情報と回線パラメータは、位置計算部１３が計算した位置情報と、サービス要求テーブルＴＢ６と、回線経路情報テーブ

ルＴＢ１と、周波数変動情報テーブルＴＢ３及びパワー変動情報テーブルＴＢ４に記憶される回線計測情報と環境情報データベースＤＢ６、及び天候情報データベースＤＢ７にそれぞれ格納された環境情報、及び天候情報とを基に、回線パラメータ算出部１０によって算出されてもよい。また、回線経路情報と回線パラメータを更新する際に、更新前の回線経路情報データベースＤＢ１に格納されている回線経路情報と、回線パラメータ情報データベースＤＢ４に格納されている回線パラメータを用いてもよい。

[0157] 回線パラメータ算出部１０は算出した回線経路情報と回線パラメータを、例えば光信号パラメータテーブルＴＢ７－１、高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－１、回線経路情報テーブルＴＢ１、光信号経路情報テーブルＴＢ２に記録する。なお前述のナイキスト周波数分割多重化方式や直交周波数分割多重化方式を用いる場合は、回線パラメータ算出部１０は、算出した回線経路情報と回線パラメータを、例えば光信号・サブキャリア信号パラメータテーブルＴＢ７－２、高出力光増幅器パラメータテーブルＴＢ８－２、回線経路情報テーブルＴＢ１、光信号経路情報テーブルＴＢ２に記録する。

[0158] 回線パラメータ算出処理Ｓ２０は、優先順選択処理Ｓ３０と、誤り訂正符号選択処理Ｓ４０と、を備える。優先順選択処理Ｓ３０は、伝搬遅延時間に基づき、光変調信号ごとの経路の優先順を選択する処理である。また誤り訂正符号選択処理Ｓ４０は、光変調信号ごとの誤り訂正符号を選択し、また、光変調信号ごとに暗号化をするかしないかを選択する処理である。優先順選択処理Ｓ３０と誤り訂正符号選択処理Ｓ４０とは逆の順序でもよいものとする。

[0159] まず優先順選択処理Ｓ３０について説明する。回線パラメータ算出部１０は、対象となるサービスに関して、伝搬遅延時間が所定時間よりも小さいか否かを判断する（Ｓ３１）。ここで所定時間とは、サービス要求における例えばサービス要求テーブルＴＢ６における許容遅延時間に該当する値を指す。また伝搬遅延時間は、例えば回線経路情報テーブルＴＢ１のおける伝搬遅延が参照される。

[0160] 伝搬遅延時間が所定時間よりも小さいと判断された場合（Ｓ３１：ＹＥＳ）、静止軌道衛星５や低軌道衛星６などの間の回線が選択されることになる。この場合、回線パラメータ算出部１０は、通信距離が第１の所定距離より小さいか否かを判断する（Ｓ３２）。ここで通信距離は、位置情報を参照することで算出され、第１の所定距離はサービス要求を参照することで算出される。

[0161] 通信距離が第１の所定距離より小さいと判断された場合（Ｓ３２：ＹＥＳ）、回線パラメータ算出部１０は、第１の優先順を選択する（Ｓ３４）。例えば第１の優先順とは、静止軌道衛星５を含む回線、低軌道衛星６を含み中継数が所定回数より小さい回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する静止軌道衛星５を含む回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する低軌道衛星６を含み、中継数が所定回数より小さい回線の順とする。

[0162] 通信距離が第１の所定距離以上と判断された場合（Ｓ３２：ＮＯ）、回線パラメータ算出部１０は、第２の優先順を選択する（Ｓ３５）。例えば第２の優先順とは、低軌道衛星６を含み中継数が所定回数より小さい回線、静止軌道衛星５を含む回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する低軌道衛星６を含み中継数が所定回数より小さい回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する静止軌道衛星５を含む回線の順とする。

[0163] 伝搬遅延時間が所定時間以上と判断された場合（Ｓ３１：ＮＯ）、低軌道衛星６や飛翔体７や光地上局３などの間の回線が選択されることになる。この場合、回線パラメータ算出部１０は、通信距離が第２の所定距離より小さいか否かを判断する（Ｓ３３）。第２の所定距離はサービス要求を参照することで算出される。

[0164] 通信距離が第２の所定距離より小さいと判断された場合（Ｓ３３：ＹＥＳ）、回線パラメータ算出部１０は、第３の優先順を選択する（Ｓ３６）。例えば第３の優先順とは、低軌道衛星６を含み中継数が所定回数以上である回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する低軌道衛星６を含み

中継数が所定回数以上である回線、飛翔体７を含む回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する飛翔体７を含む回線の順とする。

[0165] 通信距離が第２の所定距離以上と判断された場合（Ｓ３３：ＮＯ）、回線パラメータ算出部１０は、第４の優先順を選択する（Ｓ３７）。例えば第４の優先順とは、飛翔体７を含む回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する飛翔体７を含む回線、低軌道衛星６を含み中継数が所定回数以上である回線、対象となるサービスとは異なるサービスを提供する低軌道衛星６を含む回線、の順とする。優先順を決定することで、回線パラメータ算出部１０は光信号経路情報テーブルＴＢ２に記憶される値に該当する回線パラメータを決定する。

[0166] 次に誤り訂正符号選択処理Ｓ４０について説明する。回線パラメータ算出部１０は、対象となるサービスに関して、伝搬遅延時間が所定時間よりも小さいか否かを判断する（Ｓ４１）。ここで所定時間とは、サービス要求における例えばサービス要求テーブルＴＢ６における許容遅延時間に該当する値を指す。また伝搬遅延時間は、例えば回線経路情報テーブルＴＢ１のおける伝搬遅延が参照される。

[0167] 伝搬遅延時間が所定時間よりも小さいと判断された場合（Ｓ４１：ＹＥＳ）、静止軌道衛星５や低軌道衛星６などの間の回線が選択されることになる。この場合、回線パラメータ算出部１０は、許容ビットエラーレートの要求が第１の所定値より小さいか否かを判断する（Ｓ４２）。第１の所定値はサービス要求における例えばサービス要求テーブルＴＢ６における許容ビットエラーレートに該当する値を指す。許容ビットエラーレートの要求は例えばサービスと１対１に紐づくものとし、サービス種別が決まった時点で決まるものとする。

[0168] 許容ビットエラーレートの要求が第１の所定値より小さいと判断された場合（Ｓ４２：ＹＥＳ）、回線パラメータ算出部１０は、第１の誤り訂正符号を選択する（Ｓ４４）。例えば第１の誤り訂正符号とは、高信頼、かつ、符号化率の高い誤り訂正符号とし、例えば繰返し数が高くて、かつ符号化率の

高い低密度パリティ検査符号（Low Density Parity-check Code）などとする。

[0169] 許容ビットエラーレートの要求が第１の所定値以上と判断された場合（Ｓ４２：ＮＯ）、回線パラメータ算出部１０は、第２の誤り訂正符号を選択する（Ｓ４５）。例えば第２の誤り訂正符号とは、高信頼、かつ、符号化率の低い誤り訂正符号とし、例えば繰返し数が少なくて、かつ符号化率の低い低密度パリティ検査符号（LDPC: Low Density Parity-check Code）などとする。

[0170] 伝搬遅延時間が所定時間以上と判断された場合（Ｓ４１：ＮＯ）、低軌道衛星６や飛翔体７や光地上局３などの間の回線が選択されることになる。この場合、回線パラメータ算出部１０は、許容ビットエラーレートの要求が第２の所定値より小さいか否かを判断する（Ｓ４３）。第２の所定値はサービス要求における例えばサービス要求テーブルＴＢ６における許容ビットエラーレートに該当する値を指す。

[0171] 許容ビットエラーレートの要求が第２の所定値より小さいと判断された場合（Ｓ４３：ＹＥＳ）、回線パラメータ算出部１０は、第３の誤り訂正符号を選択する（Ｓ４６）。例えば第３の誤り訂正符号とは、処理遅延が少なく、かつ、符号化率が高い誤り訂正符号とし、例えば処理遅延が少なくて、かつ誤り訂正能力が高いPolar符号などとする。

[0172] 許容ビットエラーレートの要求が第２の所定値以上と判断された場合（Ｓ４３：ＮＯ）、回線パラメータ算出部１０は、第４の誤り訂正符号を選択する（Ｓ４７）。例えば第４の誤り訂正符号とは、処理遅延が少なく、かつ、符号化率が低い誤り訂正符号とし、例えば処理遅延が少なくて、かつ誤り訂正能力が低めのリードソロモン符号（RS: Reed-Solomon Code）などとする。回線パラメータ算出部１０は誤り訂正符号を選択することで光信号パラメータテーブルＴＢ７－１の誤り訂正符号種別に記憶される値に該当する回線パラメータを決定する。図２９のフローチャートには図示せぬが、誤り訂正符号無しを選択する処理があってもよいものとする。なお、許容ビットエラー

レートを例として挙げたが、許容パケットエラーレート（PER: Packet Error Rate）、許容システムマージン、許容スループット等で判断してもよい。

[0173] 次に回線パラメータ算出部１０は、対象となるサービスに関して、秘匿通信が必要か否かを判断する（Ｓ４８）。秘匿通信が必要だと判断された場合（Ｓ４８：ＹＥＳ）、回線パラメータ算出部１０は、サービスに関して暗号化を行うようにし（Ｓ４９）、回線パラメータ算出処理Ｓ２０は終了する。

[0174] 秘匿通信が必要ないと判断された場合（Ｓ４８：ＮＯ）、回線パラメータ算出処理Ｓ２０は終了する。なお回線パラメータ算出部１０は暗号化するかしないかを決定することで光信号パラメータテーブルＴＢ７－１の暗号化有無に記憶される値に該当する回線パラメータを決定する。

[0175] 図２８を用いて説明した本実施の形態による光空間通信管理機能の処理手順を示すフローチャート、図２９を用いて説明した本実施の形態による回線パラメータ算出処理Ｓ２０の処理手順を示すフローチャートは一例であり、この限りではない。

[0176] 次に本実施の形態における効果を、図３０を用いて説明する。図３０は、本実施の形態による効果の説明に供する図の例である。例えば、点線矢印で図示される経路１１１は、容量の少ない低遅延情報の送信に使われるような経路であって、低速な通信レートで、低軌道衛星を含む回線で低遅延に長距離間において光変調信号の送受信が行われるようなサービスに使用される。

[0177] 一点鎖線矢印で図示される経路１１２は、動画コンテンツや衛星取得画像などの大容量情報の送信に使われるような経路であって、高速な通信レートで、多値化され、低軌道衛星を含む回線で短距離間において光変調信号の送受信が行われるようなサービスに使用される。

[0178] 実線矢印で図示される経路１１３は、低遅延要求が少ないＩｏＴ（Internet of Things）などの情報の送信に使われるような経路であって、波長分割多重化方式が用いられ、静止軌道衛星５を含む回線で光変調信号の送受信が行われるようなサービスに使用される。

[0179] 斜線矢印で図示される経路１１４は、低遅延が要求される大容量の情報の

送信に使われるような経路であって、高速な通信レートで、超低遅延な飛翔体７を含む回線で短距離間において光変調信号の送受信が行われるようなサービスに使用される。

[0180] このように本実施の形態においては、回線パラメータをもとにサービスに応じた回線が選択される。またノード３Ｄからノード６Ｃへは、経路１１１の光変調信号と経路１１２の光変調信号との２つの光変調信号がまとまった１つの光変調信号として送信されるため光領域での多重化もなされる。またノード３Ｃからノード５へ送信される１つの光変調信号には２つのデジタル情報が含まれ、デジタル領域での多重化がなされる。

[0181] 以上のように本実施の形態における光空間通信管理装置１は、レイヤ毎に分けずに、レイヤ間をまたがって制御を行い、情報を適切な通信網を介して伝達することができる。なお本実施の形態では、ノードが１つの場合においても、光変調信号を送信するタイミングの制御が可能である。

[0182] また、本実施形態における光空間通信管理装置１は、回線計測情報やサービス要求とともに環境情報や天候情報に基づいて、回線パラメータや回線経路情報を算出することが可能であるため、環境や天候に対して光地上局との回線を選択するサイトダイバーシティのように、衛星光通信網に対して適切なルーティングや光変調信号の伝送が可能な光空間通信管理装置を実現できる。

[0183] なお上述の記載においては、地上、上空の飛翔体、低軌道、静止軌道における光空間通信のノードを例として記載したが、本実施の形態はこれに限らず、中軌道、遷移軌道、月近傍、深宇宙などといった上空や宇宙空間などを含む宇宙空間の光空間通信に適用されてもよいものとする。

[0184] なお上述の記載においては、地上、上空の飛翔体、低軌道、静止軌道における様々な回線形態の光空間通信のノードを例として記載したが、本実施の形態はこれに限らず、複数の衛星通信事業者が運用する地上、上空の飛翔体、低軌道、静止軌道、中軌道、遷移軌道、月近傍、深宇宙などといった上空や宇宙空間などにおける様々な回線形態の衛星光通信網に適用されてもよい

ものとする。

[0185] なお上述の記載においては、衛星間や地上衛星間の光通信におけるノードを例として記載したが、本実施の形態はこれに限らず、自動車や列車などといった地上の移動体や光空間通信局における光通信に適用されてもよいし、室内の光通信局や移動体に適用されてもよいし、船舶などの水上の移動体や水中の移動体、海底の移動体などにおける光通信に適用されてもよいものとする。

[0186] 回線パラメータ算出部１０、回線計測部１１、回線制御部１２、位置計算部１３、サービス要求収集部１７、無線通信部２０、光空間通信装置制御部２２、通信サービス処理部２３、無線地上局無線通信部４１、無線地上局通信部４２、無線地上局制御部４３、静止軌道衛星制御部５１、低軌道衛星制御部６１及び飛翔体制御部７１、通信サービス処理部２０１等がＦＰＧＡ（Field Programmable Gated Array）またはＣＰＵ（Central Processing Unit）などのオンボード上で搭載可能な電子デバイスなどで構成される電子回路の場合について述べたが、本実施の形態はこれに限らない。

[0187] 例えば回線パラメータ算出部１０、回線計測部１１、回線制御部１２、位置計算部１３、サービス要求収集部１７、無線通信部２０、光空間通信装置制御部２２、通信サービス処理部２３、無線地上局無線通信部４１、無線地上局通信部４２、無線地上局制御部４３、静止軌道衛星制御部５１、低軌道衛星制御部６１及び飛翔体制御部７１、通信サービス処理部２０１等は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）によって呼び出されるＲＡＭ（Random Access Memory）に記録されたプログラム又はプロトコル等で構成されてもよいものとする。

符号の説明

[0188] １ 光空間通信管理装置

２ 光空間通信装置

３ 光地上局

４ 無線地上局

５　静止軌道衛星

６　低軌道衛星

７　飛翔体

８　環境天候情報収集装置

１０　回線パラメータ算出部

１１　回線計測部

１２　回線制御部

１３　位置計算部

１４　回線情報通信部

１７　サービス要求収集部

２０　無線通信部

２１　光学部

２２　光空間通信装置制御部

２３　通信サービス処理部

３１　光地上局制御部

３２　光地上局通信部

４１　無線地上局無線通信部

４２　無線地上局通信部

４３　無線地上局制御部

５１　静止軌道衛星制御部

５２　静止軌道衛星通信部

６１　低軌道衛星制御部

６２　低軌道衛星通信部

７１　飛翔体制御部

７２　飛翔体通信部

８１　光送信器

８２　光受信器

８３　光増幅装置

８４　送信側デジタル信号処理部

８５　Ｉ相デジタルアナログ変換部

８６　送信光源

８７　Ｑ相デジタルアナログ変換部

８８　Ｉ相光変調器

８９　光分岐部

９０　Ｑ相光変調器

９１　光合流部

９２　高出力光増幅器

９３　受信側デジタル信号処理部

９４　Ｉ相アナログデジタル変換部

９５　Ｑ相アナログデジタル変換部

９６　Ｉ相バランス光検出器

９７　局発光源

９８　Ｑ相バランス光検出器

９９　光周波数混合部

１００　低雑音光増幅器

１０１　光合分波装置

１０２　合波部

１０３　分波部

１１１～１１４　経路

１２１　光変調器

１２２　コヒーレント光検出部

１３１　位相シフト部

２０１　通信サービス処理部

２０２　光通信部２０５　ターミナル制御部

２０６　ターミナル通信機

８０１　環境情報収集部

８０２　天候情報収集部

８２１　光電変換機

８２２　電気フィルタ部

８２３　バランス光検出器

８２４　光遅延干渉部

８４１　誤り訂正符号化部

８４２　多値変調部

８４３　リサンプル部

８４４　ナイキストフィルタ部

８４５　変調器非線形補償部

８４６　デジタルフィルタ部

８４７　周波数変換部

８４８　パワー割当部

８４９　サブキャリア多重部

８５０　逆周波数変換部

８５１　ＣＰ付加部

８５２　位相変調部

８７０　デジタルアナログ変換器

９００　光強度変調器

９０１　光位相変調器

９３１　リサンプル部

９３２　クロック抽出部

９３３　整合フィルタ部

９３４　適応等化部

９３５　周波数推定部

９３６　位相推定部

９３７　多値復調部

９３８　誤り訂正復号化部

９３９　周波数変換部

９４０　位相復調部

９４１　逆周波数変換部

９４４　ＣＰ除去部

９４５　サブキャリア分離部

ＤＢ１　回線経路情報データベース

ＤＢ２　回線計測情報データベース

ＤＢ３　サービス要求情報データベース

ＤＢ４　回線パラメータ情報データベース

ＤＢ５　位置情報データベース

ＤＢ６　環境情報データベース

ＤＢ７　天候情報データベース

ＴＢ１　回線経路情報テーブル

ＴＢ２　光信号経路情報テーブル

ＴＢ３　周波数変動情報テーブル

ＴＢ４　パワー変動情報テーブル

ＴＢ５　位相変動情報テーブル

ＴＢ６　サービス要求テーブル

ＴＢ７－１　光信号パラメータテーブル

ＴＢ７－２　光信号・サブキャリア信号パラメータテーブル

ＴＢ８－１　高出力光増幅器パラメータテーブル

ＴＢ８－２　高出力光増幅器パラメータテーブル

ＴＢ９　衛星軌道パラメータテーブル

ＴＢ１０　飛翔体移動パラメータテーブル

ＴＢ１１　飛翔体位置情報テーブル

ＴＢ１２　光空間通信装置情報テーブル

請求の範囲

[請求項1] 非地上系ノード群の衛星及び飛翔体のうちの少なくとも１つ及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置に、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局から受信する、複数の回線におけるサービス要求と複数の回線における回線計測情報とに基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置であって、

前記通信サービスデータが送受信される前記光空間通信装置の間の複数の回線の前記回線計測情報を計測する回線計測部と、

前記サービス要求を収集するサービス要求収集部と、

前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つの位置情報を算出する位置計算部と、

前記位置計算部により算出された位置情報、前記サービス要求収集部により収集された前記サービス要求及び前記回線計測部により計測された前記回線計測情報に基づいて前記回線経路情報と前記回線パラメータとを算出する回線パラメータ算出部と、

前記光空間通信装置に対して、前記回線パラメータ算出部により算出された前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいて回線制御を行う回線制御部と、

非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局と、前記サービス要求と

前記回線計測情報と前記回線経路情報と前記回線パラメータの通信を行う回線情報通信部と、を備える、

光空間通信管理装置。

[請求項2] 非地上系ノード群の衛星及び飛翔体のうちの少なくとも１つ及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置と、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なく

とも１つと前記光地上局から受信する、複数の回線におけるサービス要求と複数の回線における回線計測情報とに基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置と、を含む光通信システムであって、

前記光空間通信管理装置は、

前記サービス要求を収集するサービス要求収集部と、

前記通信サービスデータが送受信される前記光空間通信装置の間の複数の回線の回線計測情報を計測する回線計測部と、

前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つの位置情報を算出する位置計算部と、

前記位置計算部により算出された位置情報、前記サービス要求収集部により収集された前記サービス要求及び前記回線計測部により計測された前記回線計測情報に基づいて前記回線経路情報と前記回線パラメータとを算出する回線パラメータ算出部と、

前記光空間通信装置に対して、前記回線パラメータ算出部により算出された前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいて回線制御を行う回線制御部と、

非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体と前記光地上局のうちの少なくとも１つと、前記サービス要求と前記回線計測情報と前記回線経路情報と前記回線パラメータの通信を行う回線情報通信部と、を備え、

前記光空間通信装置は、前記光空間通信管理装置からの前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいた回線制御により制御され、前記通信サービスデータを含む光変調信号の送受信を行う、

光空間通信システム。

[請求項3] 前記光空間通信装置は、前記光空間通信装置の光通信部におけるデジタル信号処理における、デジタル領域での周波数多重処理を行う際

に、１又は複数の前記通信サービスデータに基づく１波長分の前記光変調信号の送信、及び、前記光空間通信装置の光通信部におけるデジタル信号処理における、デジタル領域での周波数分離処理で、１波長分の前記光変調信号に基づく１又は複数の前記通信サービスデータの受信、のうち少なくとも１つの処理を行う、

請求項２に記載の光空間通信システム。

[請求項4] 前記光空間通信装置は、１つの前記通信サービスデータに基づく１波長分の前記光変調信号を複数の波長で合波された、１つの波長多重光変調信号の送信、及び、１つの前記波長多重光変調信号が複数の波長の前記光変調信号に分波され、１波長分の前記光変調信号に基づく１つの前記通信サービスデータの受信、のうち少なくとも１つの処理を行う、

請求項２に記載の光空間通信システム。

[請求項5] 前記光空間通信装置は、前記光空間通信装置の前記光通信部におけるデジタル信号処理における、デジタル領域での周波数多重処理を行う際に、１又は複数の前記通信サービスデータに基づく１波長分の前記光変調信号を複数の波長で合波された、１つの前記波長多重光変調信号の送信、及び、１つの前記波長多重光変調信号が複数の波長の前記光変調信号に分波され、前記光空間通信装置の前記光通信部におけるデジタル信号処理における、デジタル領域での周波数分離処理で、１波長分の前記光変調信号に基づく１又は複数の前記通信サービスデータの受信、のうち少なくとも１つの処理を行う、

請求項２に記載の光空間通信システム。

[請求項6] 前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つが配置されている環境に関する環境情報を収集する環境情報収集部と、前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つが配置されている天候に関する天候情報を収集する天候情報収集部とをさらに備え、

前記回線パラメータ算出部は、前記位置計算部により算出された位

置情報、前記サービス要求収集部により収集された前記サービス要求及び前記回線計測部により計測された前記回線計測情報、前記環境情報収集部により収集された環境情報、前記天候情報収集部により収集された天候情報に基づいて前記回線経路情報と前記回線パラメータとを算出する、

請求項２～５に何れか１項に記載の光空間通信システム。

[請求項7] 非地上系ノード群の衛星及び飛翔体のうちの少なくとも１つ及び光地上局に搭載される１又は複数の回線で光空間通信を行う光空間通信装置に、非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局から受信する、複数の回線におけるサービス要求と複数の回線における回線計測情報とに基づき通信サービスデータを送受信するための回線経路情報と回線パラメータとに基づいた回線制御を行う光空間通信管理装置における光空間通信管理方法であって、

前記通信サービスデータが送受信される前記光空間通信装置の間の複数の回線の前記回線計測情報を計測する第１のステップと、

前記サービス要求を収集する第２のステップと、

前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つの位置情報を算出する第３のステップと、

前記第３のステップにより算出した位置情報、前記第２のステップにより収集した前記サービス要求及び前記第１のステップにより計測した前記回線計測情報に基づいて前記回線経路情報と前記回線パラメータを算出する第４のステップと、

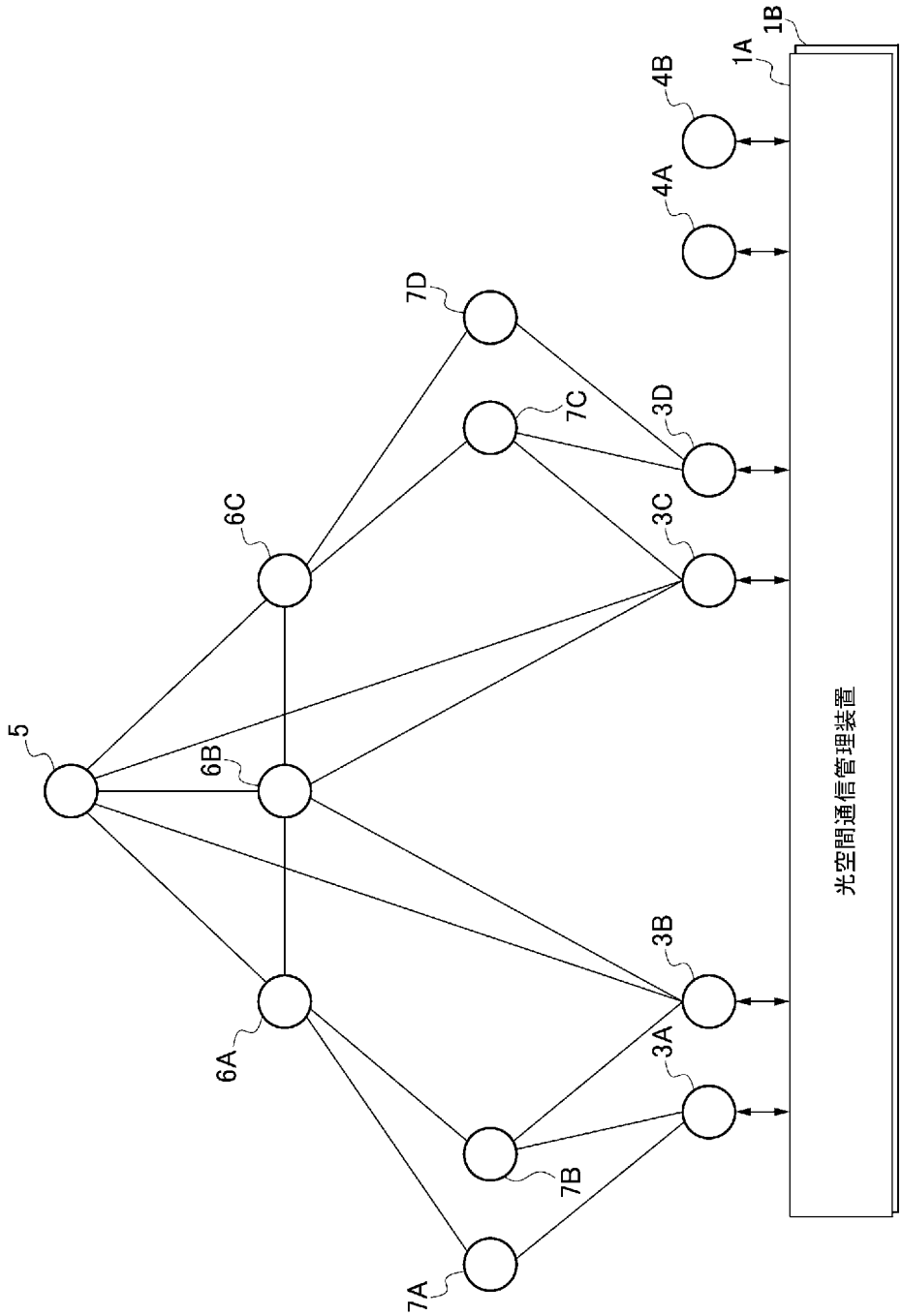
前記光空間通信装置に対して、前記第４のステップにより算出した前記回線経路情報と前記回線パラメータとに基づいて回線制御を行う第５のステップと、

非地上系ノード群の前記衛星及び前記飛翔体のうちの少なくとも１つと前記光地上局と、前記サービス要求と前記回線計測情報と前記回

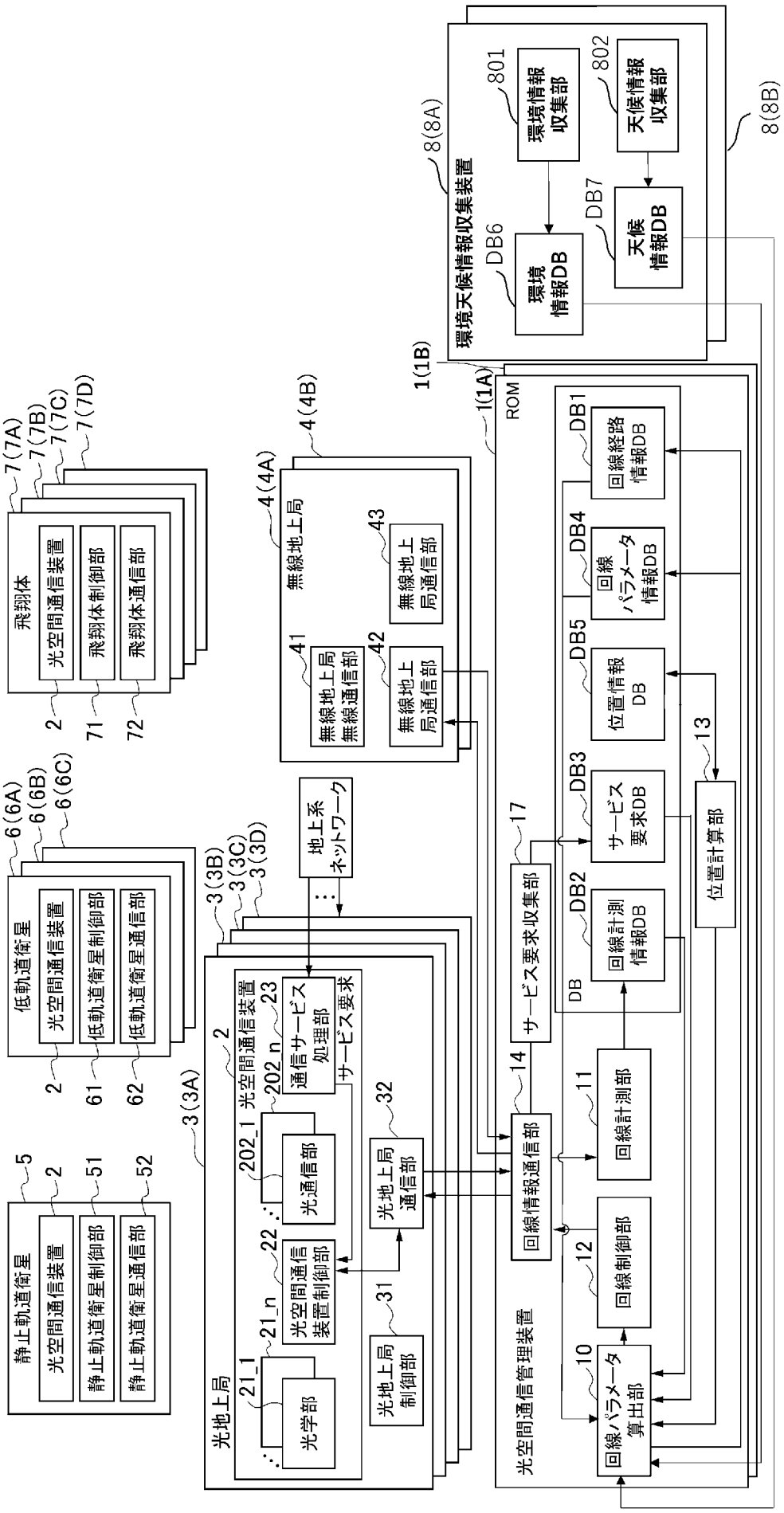
線経路情報と前記回線パラメータ回線情報の通信を行う第６のステップと、を備える、

光空間通信管理方法。

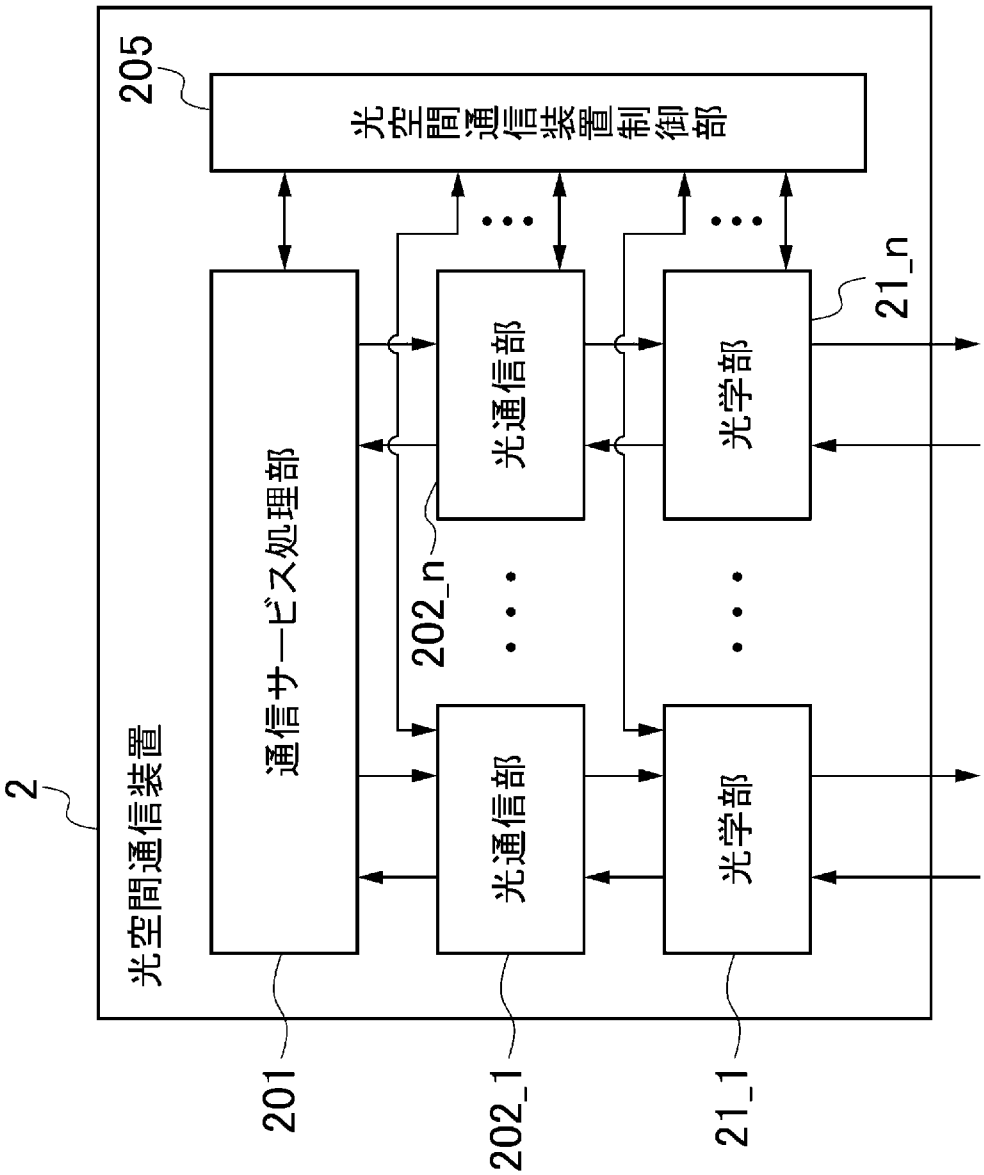
[図1]



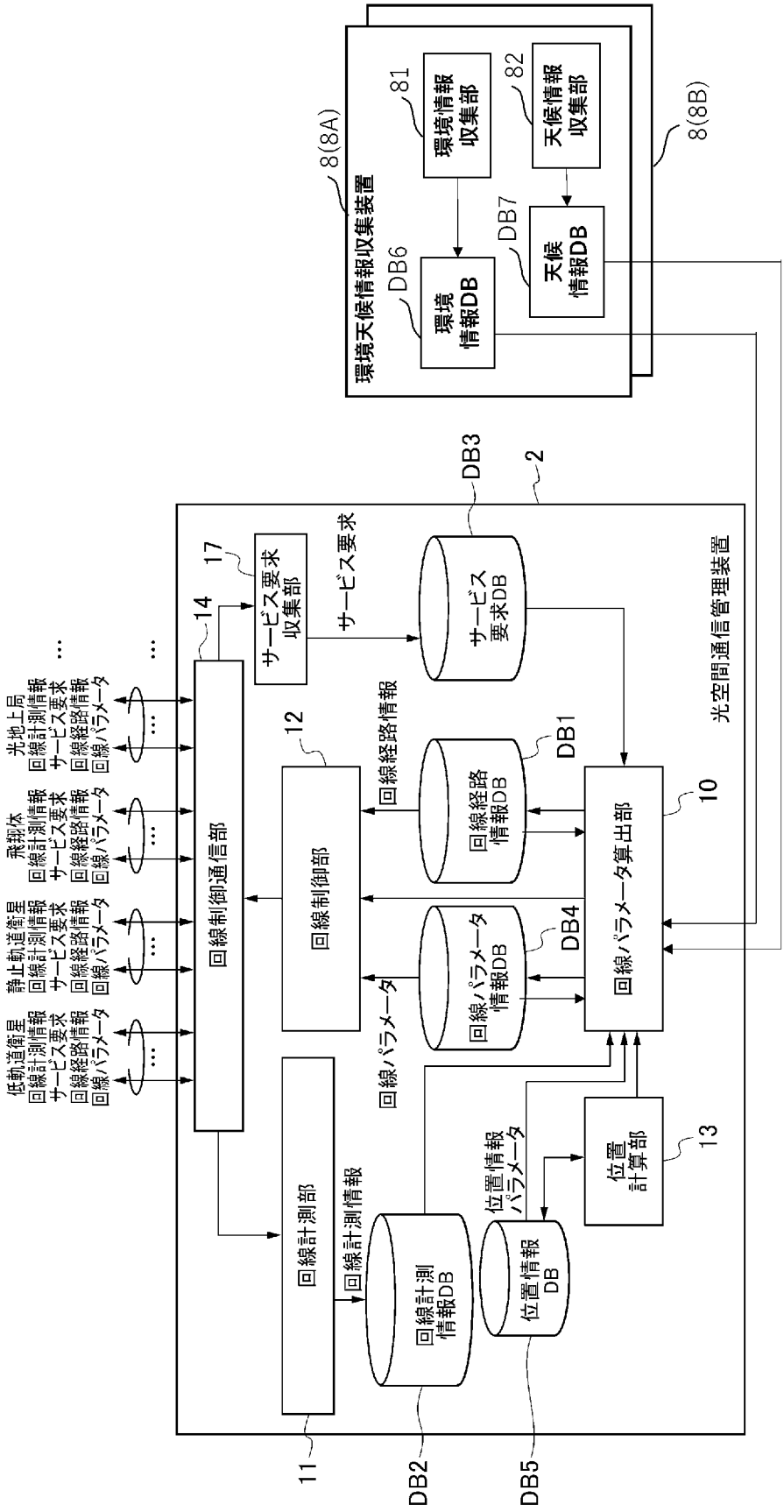
[図2]


静止軌道衛星
光空間通信装置
静止軌道衛星制御部
静止軌道衛星通信部
低軌道衛星
光空間通信装置
低軌道衛星制御部
低軌道衛星通信部
飛翔体
光空間通信装置
飛翔体制御部
飛翔体通信部
光地上局
光空間通信装置
光学部
光空間通信装置制御部
光通信部
通信サービス処理部
サービス要求
光地上局制御部
光地上局通信部
地上系ネットワーク
無線地上局
無線地上局無線通信部
無線地上局通信部
光空間通信管理装置
回線情報通信部
サービス要求収集部
回線計測部
回線制御部
回線パラメータ算出部
位置計算部
ROM
DB
回線経路情報DB
回線パラメータ情報DB
位置情報DB
サービス要求DB
回線計測情報DB
環境天候情報収集装置
環境情報収集部
天候情報収集部
環境情報DB
天候情報DB

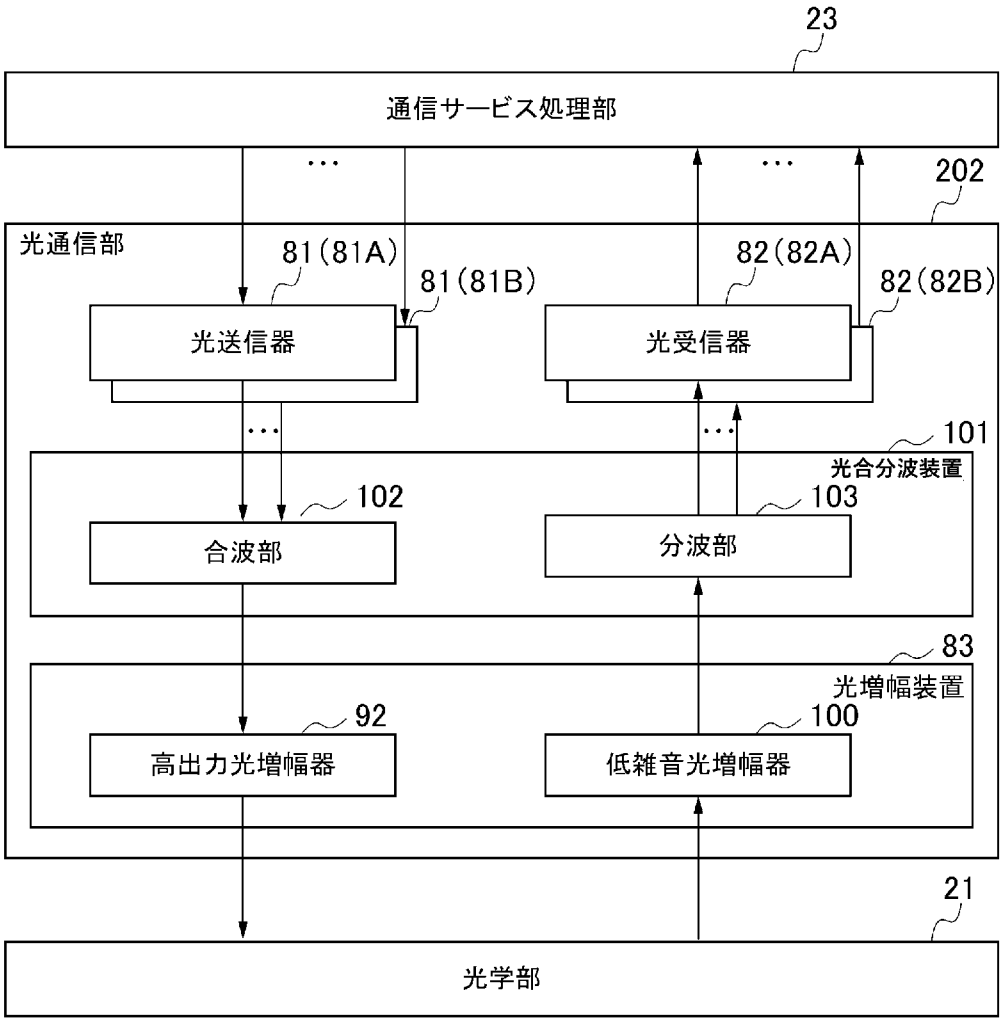
[図3]


2
光空間通信装置
205
光空間通信装置制御部
通信サービス処理部
光通信部
光学部
202_n
21_n
201
202_1
21_1

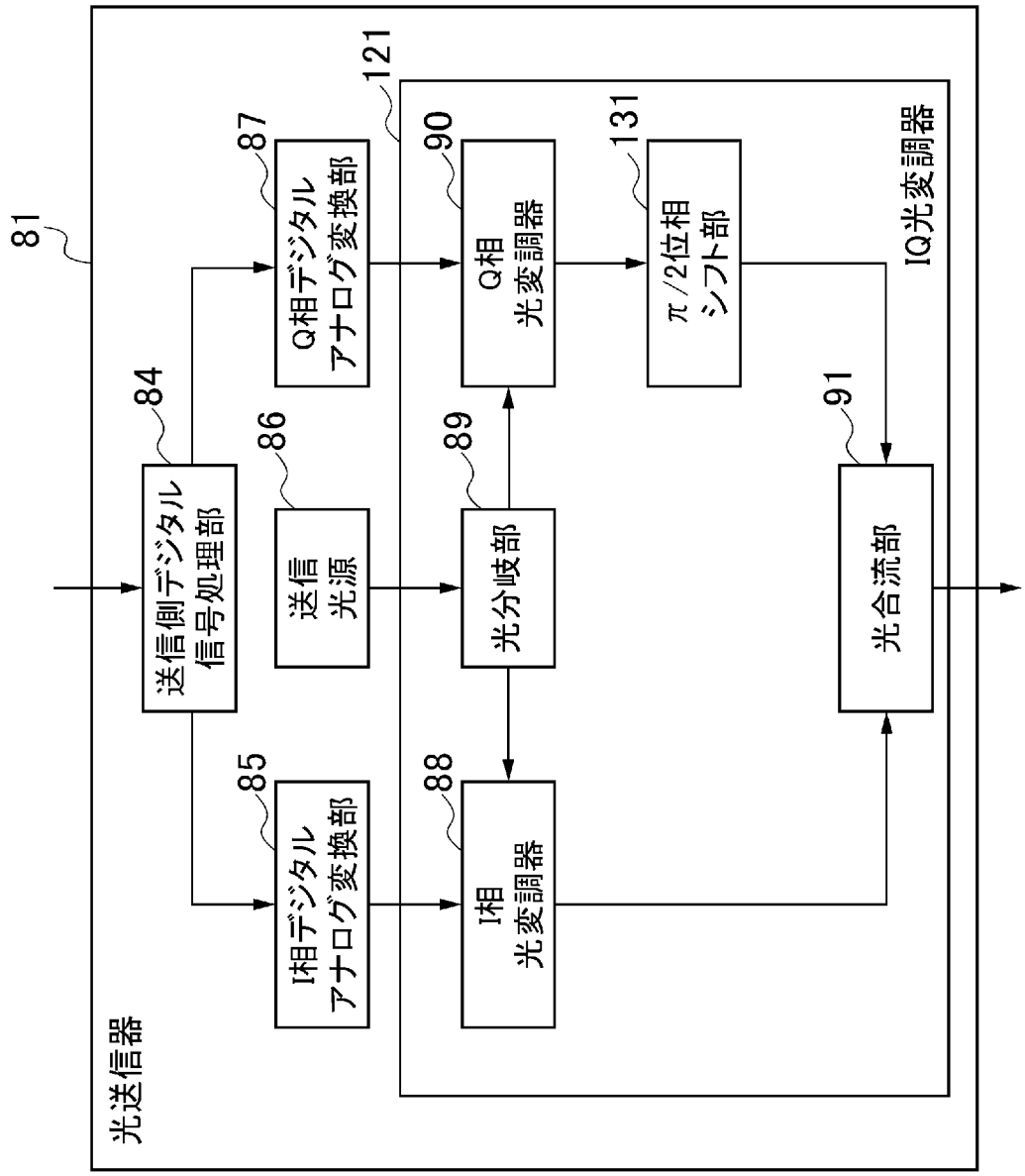
[図4]


8(8A)
環境天候情報収集装置
81
環境情報
収集部
82
天候情報
収集部
8(8B)
DB6
環境
情報DB
DB7
天候
情報DB
DB3
2
光空間通信管理装置
サービス要求
収集部
17
サービス要求
サービス
要求DB
14
12
回線経路情報
回線経路
情報DB
DB1
回線制御部
回線制御通信部
10
回線パラメータ
回線パラメータ
情報DB
DB4
回線パラメータ算出部
低軌道衛星
静止軌道衛星
飛翔体
光地上局
回線計測情報
サービス要求
回線経路情報
回線パラメータ
位置情報
パラメータ
位置
計算部
13
回線計測部
回線計測情報
回線計測
情報DB
位置情報
DB
11
DB2
DB5

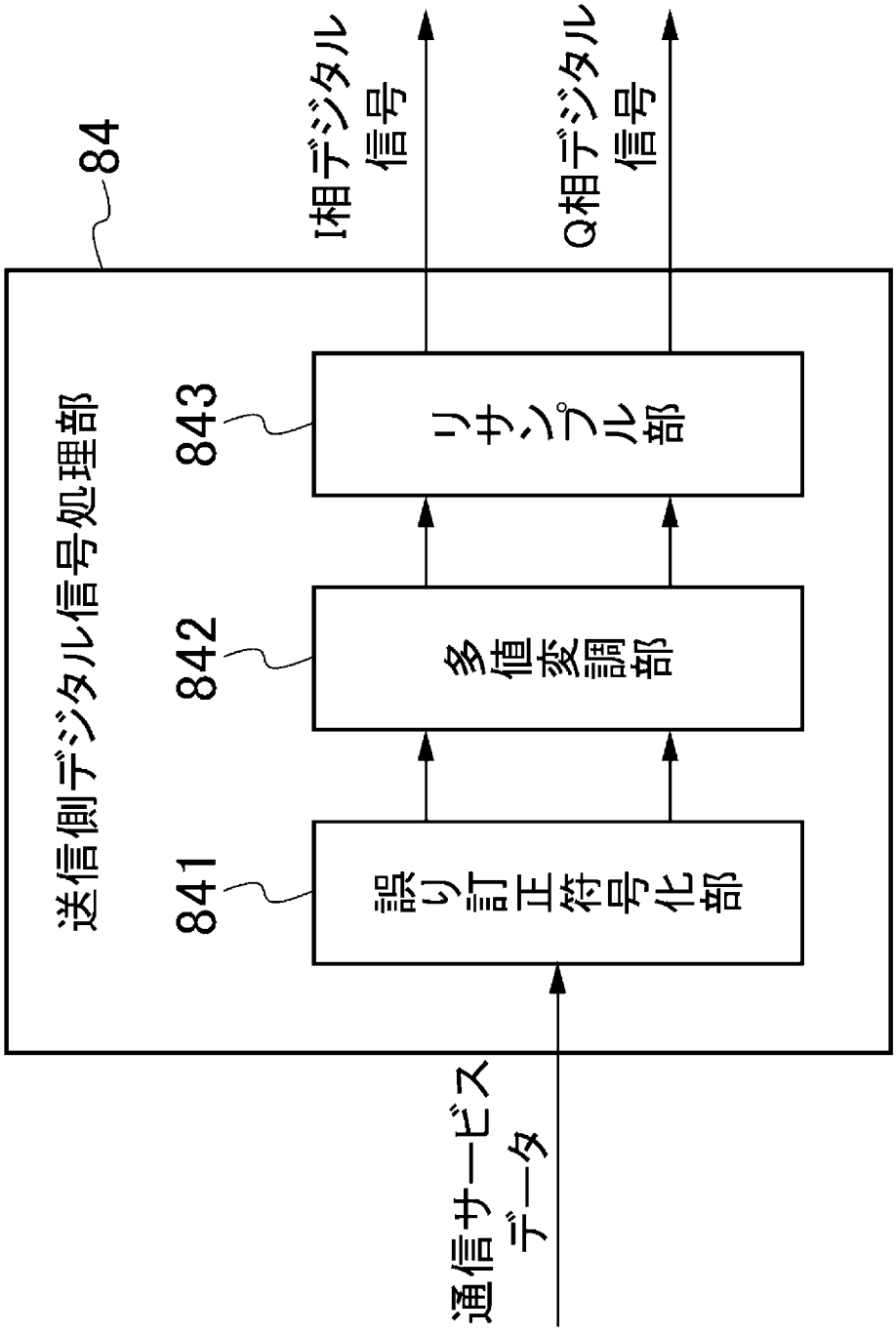
[図5]


23
通信サービス処理部
202
光通信部
81(81A)
81(81B)
82(82A)
82(82B)
光送信器
光受信器
101
光合分波装置
102
103
合波部
分波部
83
光増幅装置
92
100
高出力光増幅器
低雑音光増幅器
21
光学部

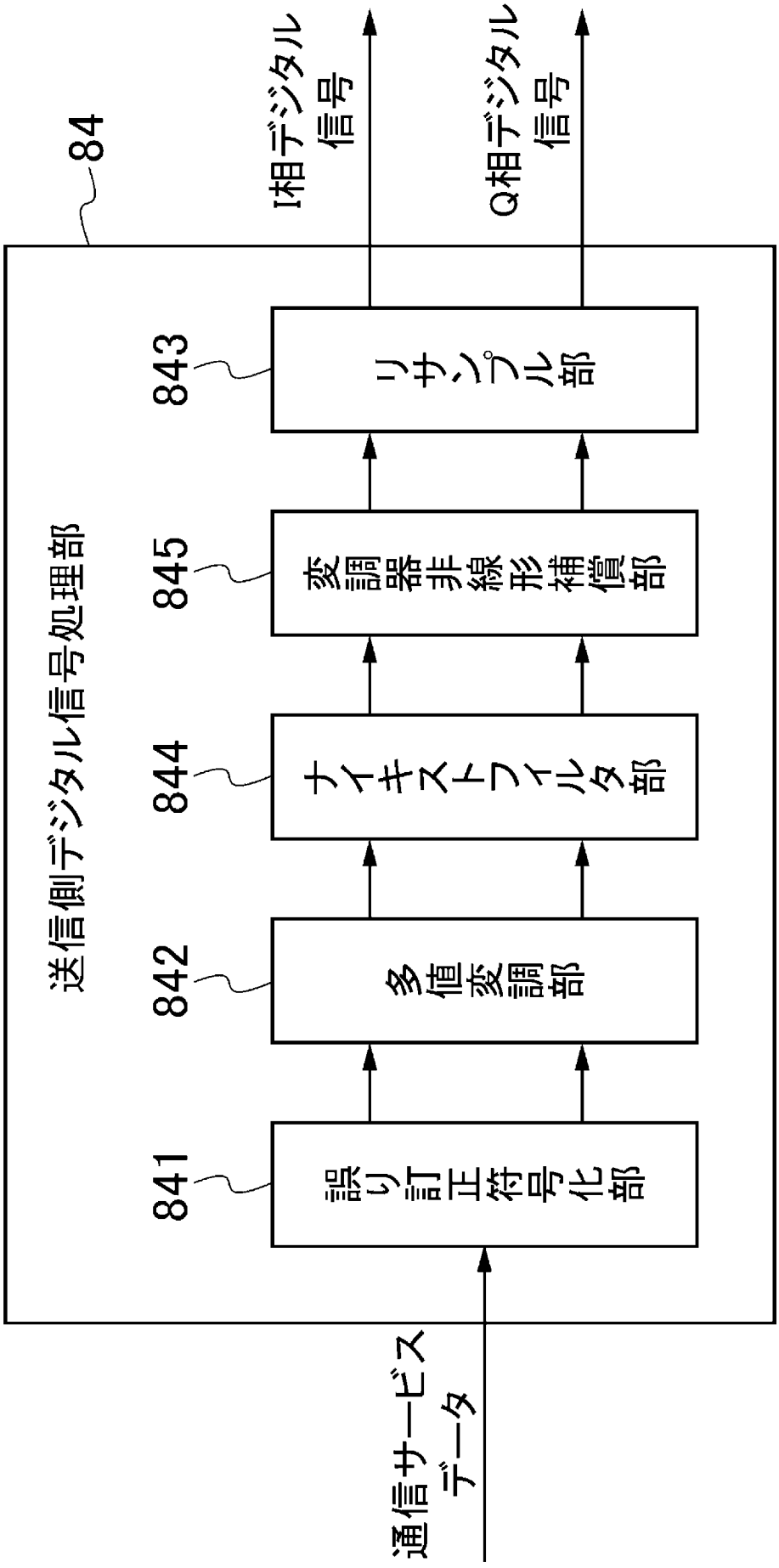
[図6]


81
光送信器
121
IQ光変調器
84
送信側デジタル
信号処理部
85
I相デジタル
アナログ変換部
86
送信
光源
87
Q相デジタル
アナログ変換部
88
I相
光変調器
89
光分岐部
90
Q相
光変調器
91
光合流部
131
π/2位相
シフト部

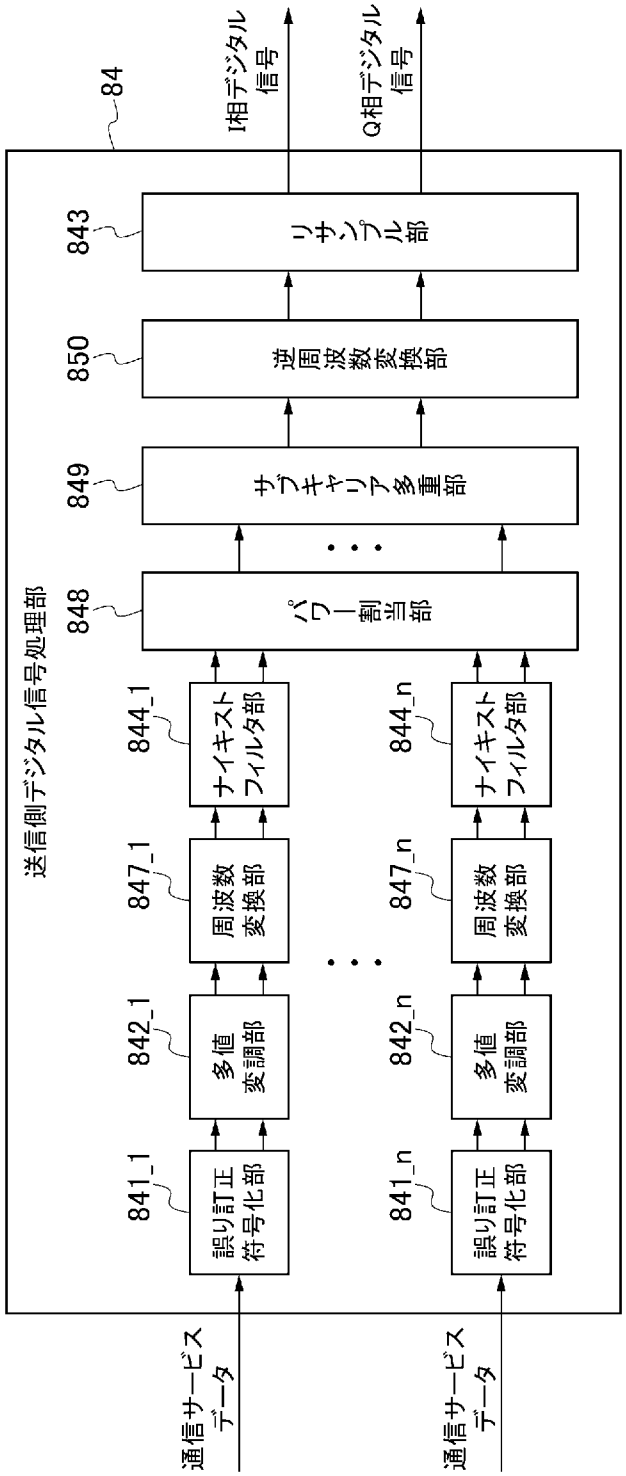
[図7]


84
送信側デジタル信号処理部
841
誤り訂正符号化部
842
多値変調部
843
リサンプル部
I相デジタル信号
Q相デジタル信号
通信サービスデータ

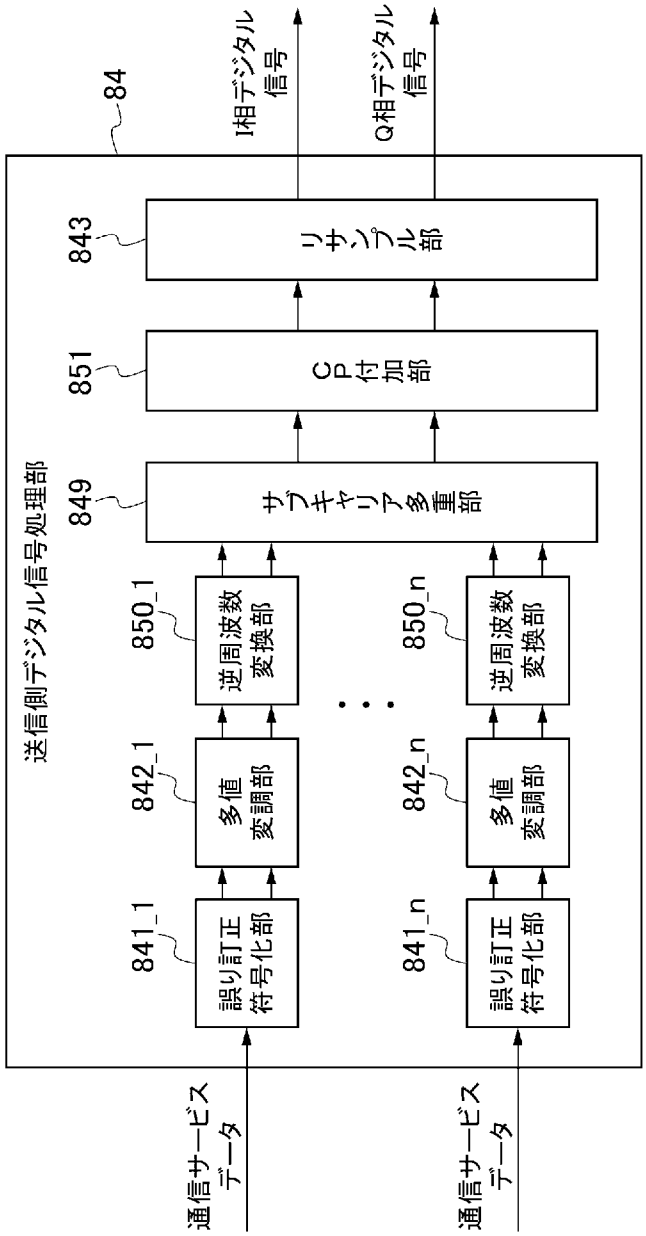
[図8]


84
I相デジタル信号
Q相デジタル信号
送信側デジタル信号処理部
843
リサンプル部
845
変調器非線形補償部
844
ナイキストフィルタ部
842
多値変調部
841
誤り訂正符号化部
通信サービスデータ

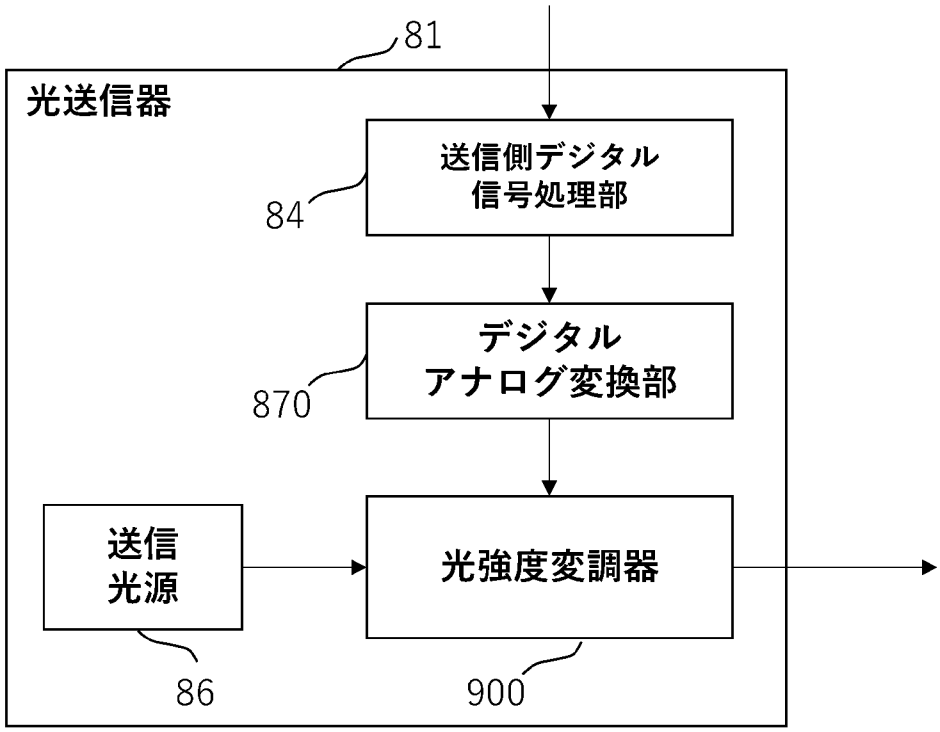
[図9]


送信側デジタル信号処理部
84
I相デジタル信号
Q相デジタル信号
843
リサンプル部
850
逆周波数変換部
849
サブキャリア多重部
848
パワー割当部
844_1
ナイキストフィルタ部
847_1
周波数変換部
842_1
多値変調部
841_1
誤り訂正符号化部
844_n
ナイキストフィルタ部
847_n
周波数変換部
842_n
多値変調部
841_n
誤り訂正符号化部
通信サービスデータ
通信サービスデータ

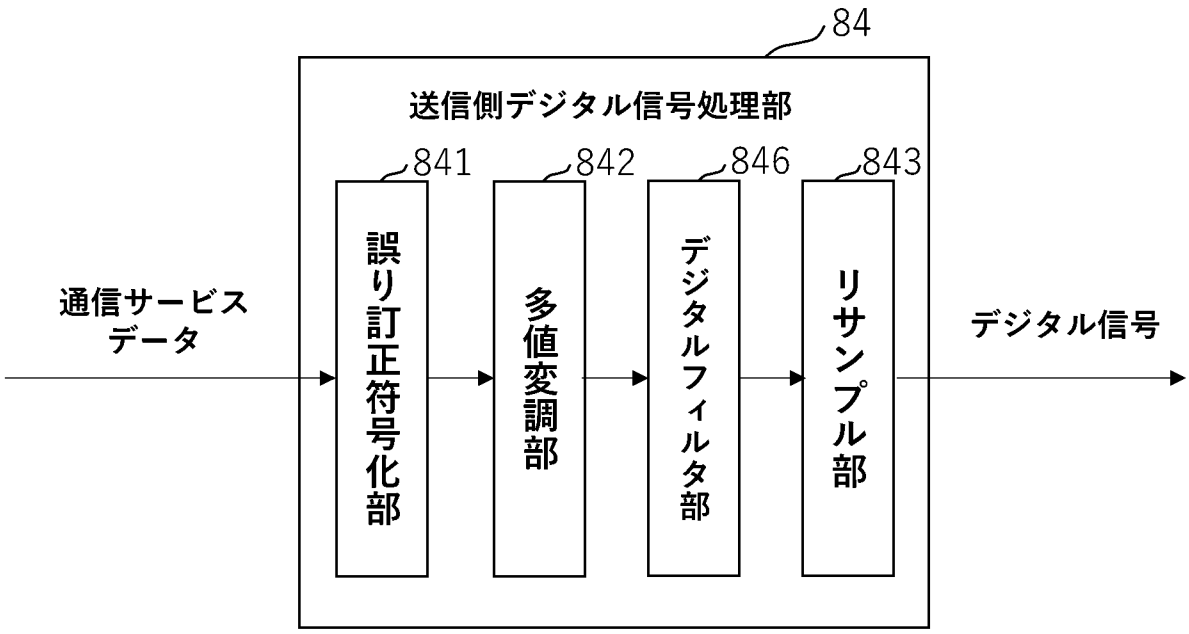
[図10]


84
I相デジタル信号
Q相デジタル信号
843
リサンプル部
851
CP付加部
849
サブキャリア多重部
850_1
逆周波数変換部
850_n
逆周波数変換部
842_1
多値変調部
842_n
多値変調部
841_1
誤り訂正符号化部
841_n
誤り訂正符号化部
送信側デジタル信号処理部
通信サービスデータ
通信サービスデータ

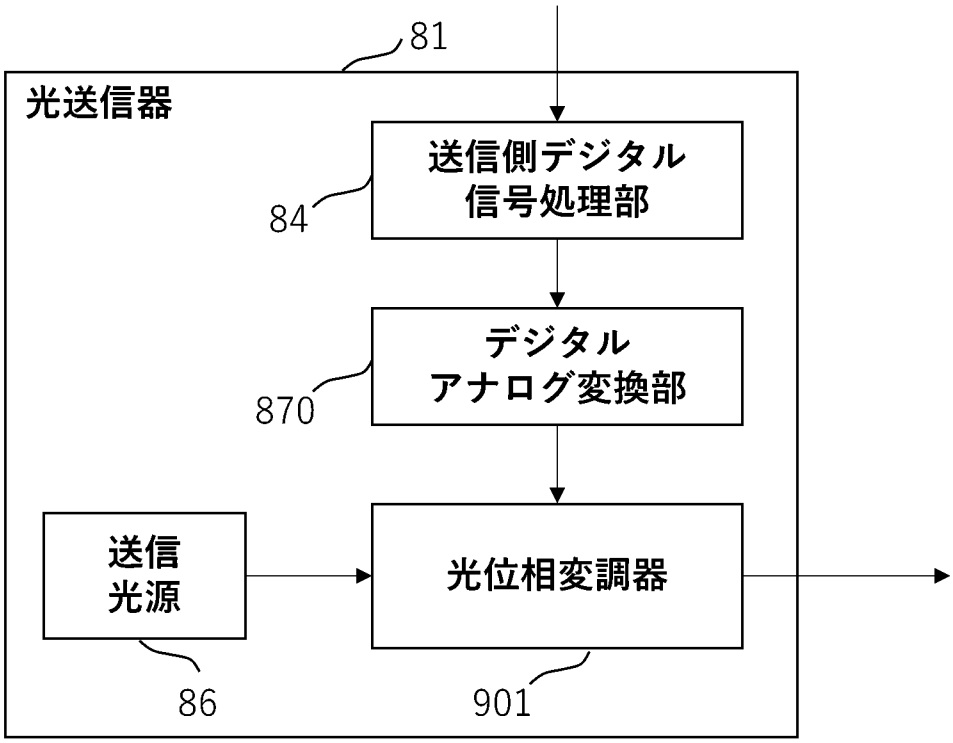
[図11]



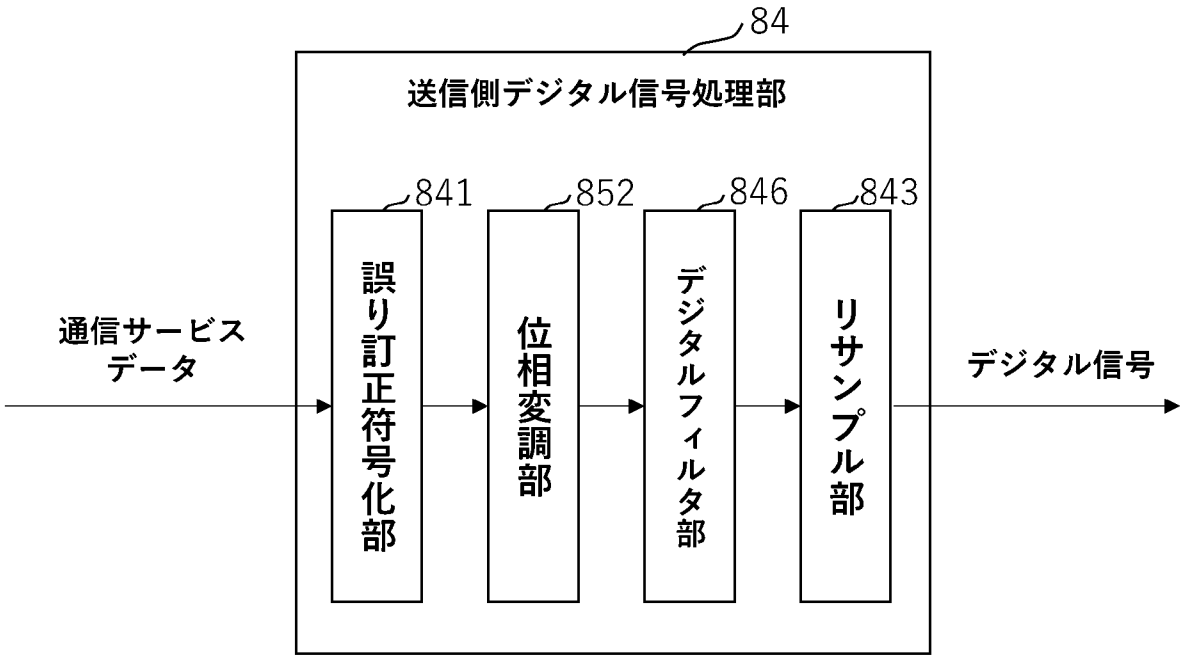
[図12]


84
送信側デジタル信号処理部
841
842
846
843
誤り訂正符号化部
多値変調部
デジタルフィルタ部
リサンプル部
通信サービス
データ
デジタル信号

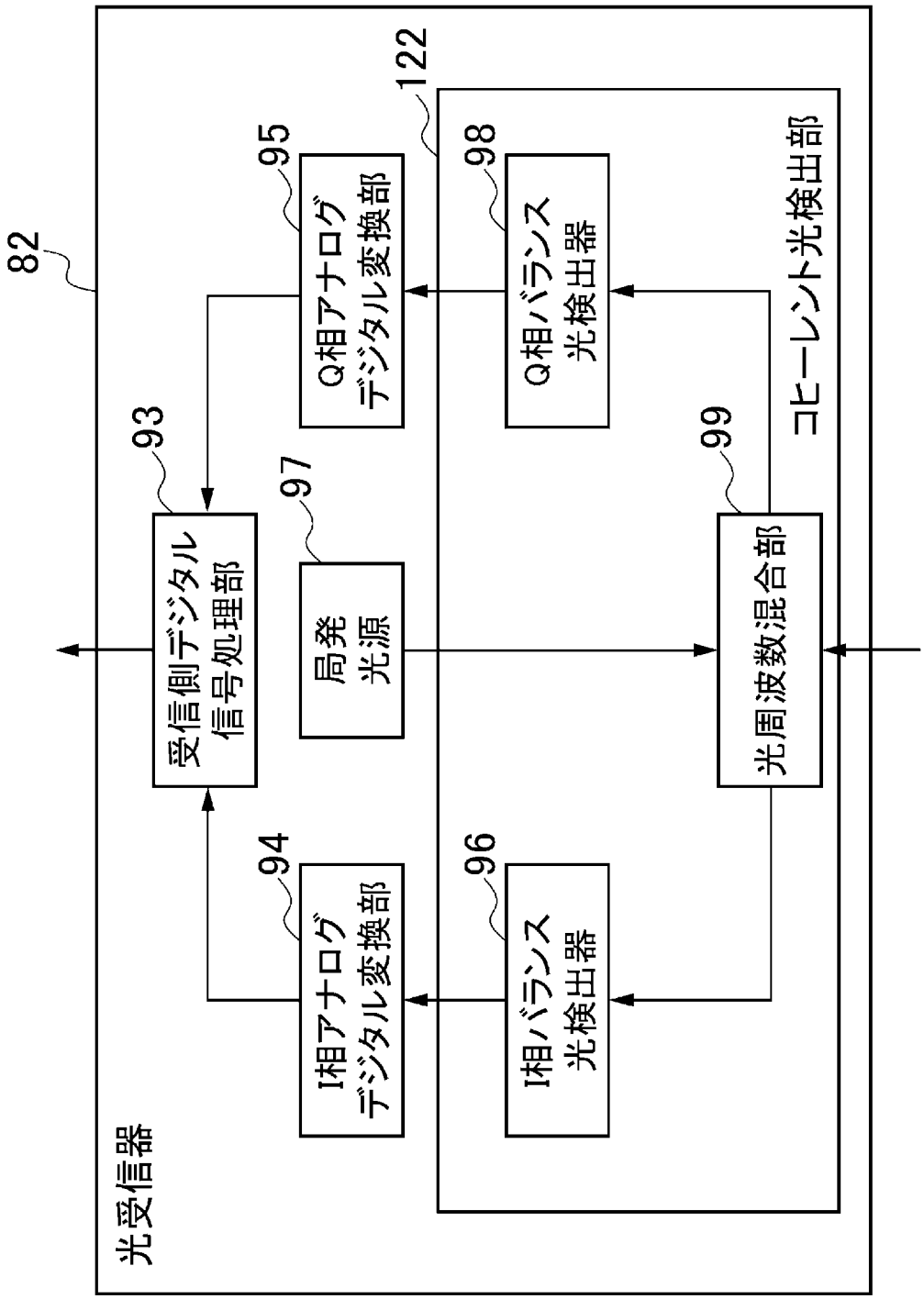
[図13]



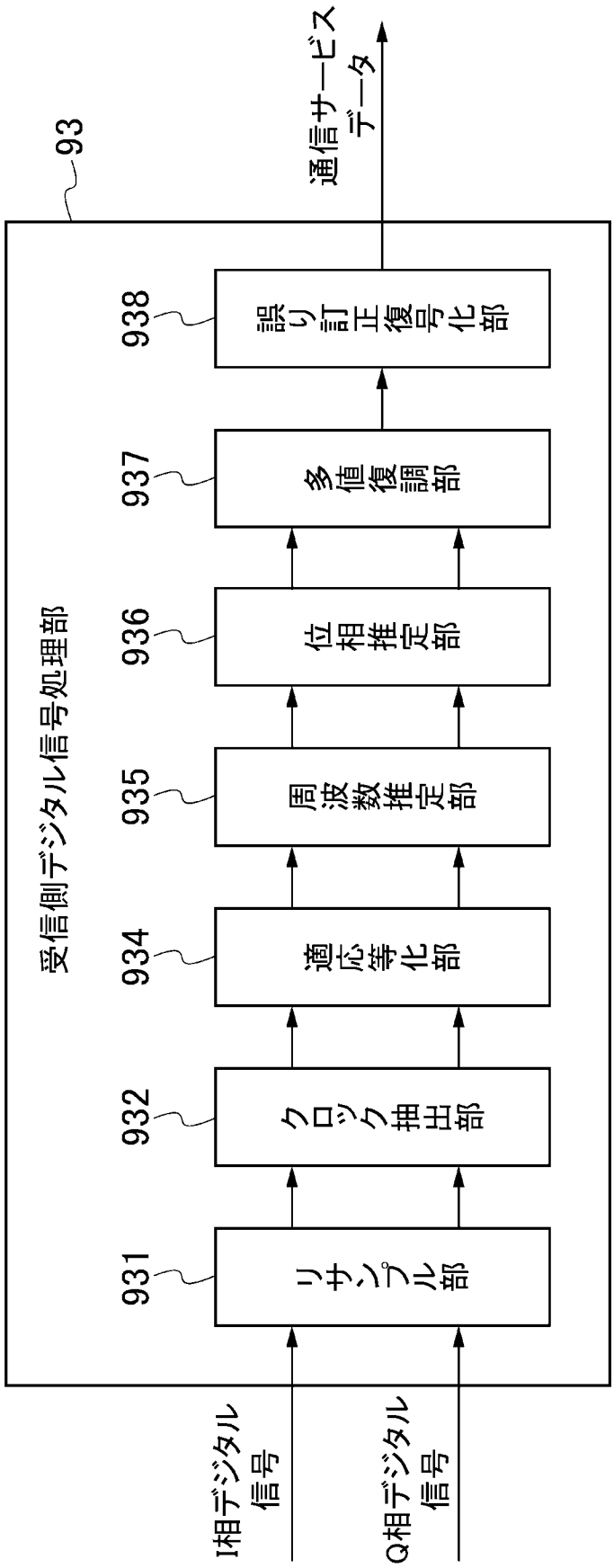
[図14]


84
送信側デジタル信号処理部
841
852
846
843
誤り訂正符号化部
位相変調部
デジタルフィルタ部
リサンプル部
通信サービス
データ
デジタル信号

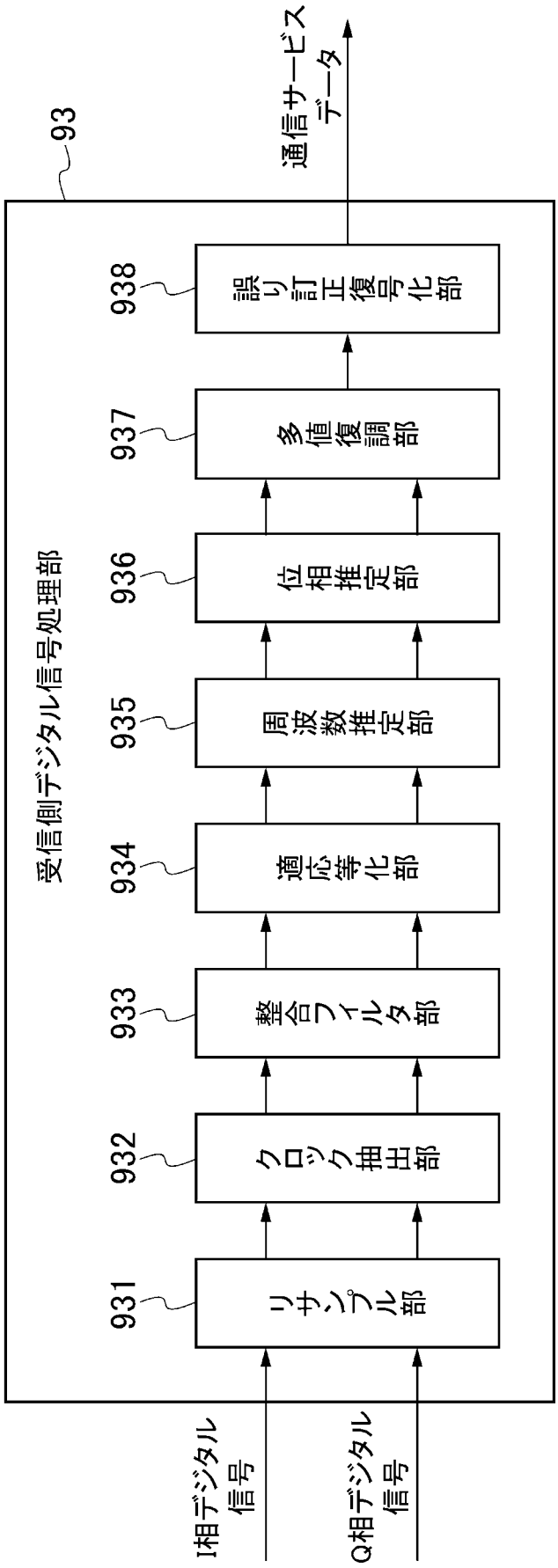
[図15]


82
光受信器
122
コヒーレント光検出部
93
受信側デジタル
信号処理部
95
Q相アナログ
デジタル変換部
98
Q相バランス
光検出器
97
局発
光源
99
光周波数混合部
94
I相アナログ
デジタル変換部
96
I相バランス
光検出器

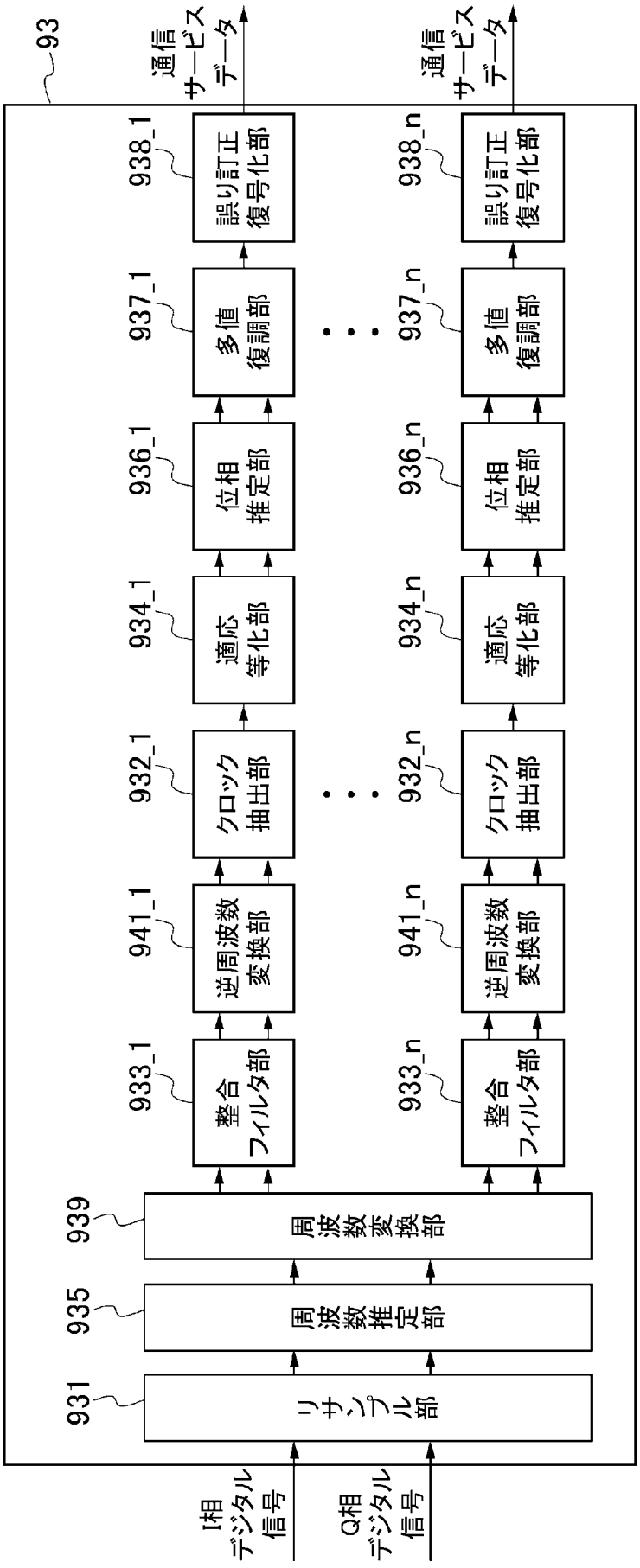
[図16]


93
受信側デジタル信号処理部
I相デジタル信号
Q相デジタル信号
931
リサンプル部
932
クロック抽出部
934
適応等化部
935
周波数推定部
936
位相推定部
937
多値復調部
938
誤り訂正復号化部
通信サービスデータ

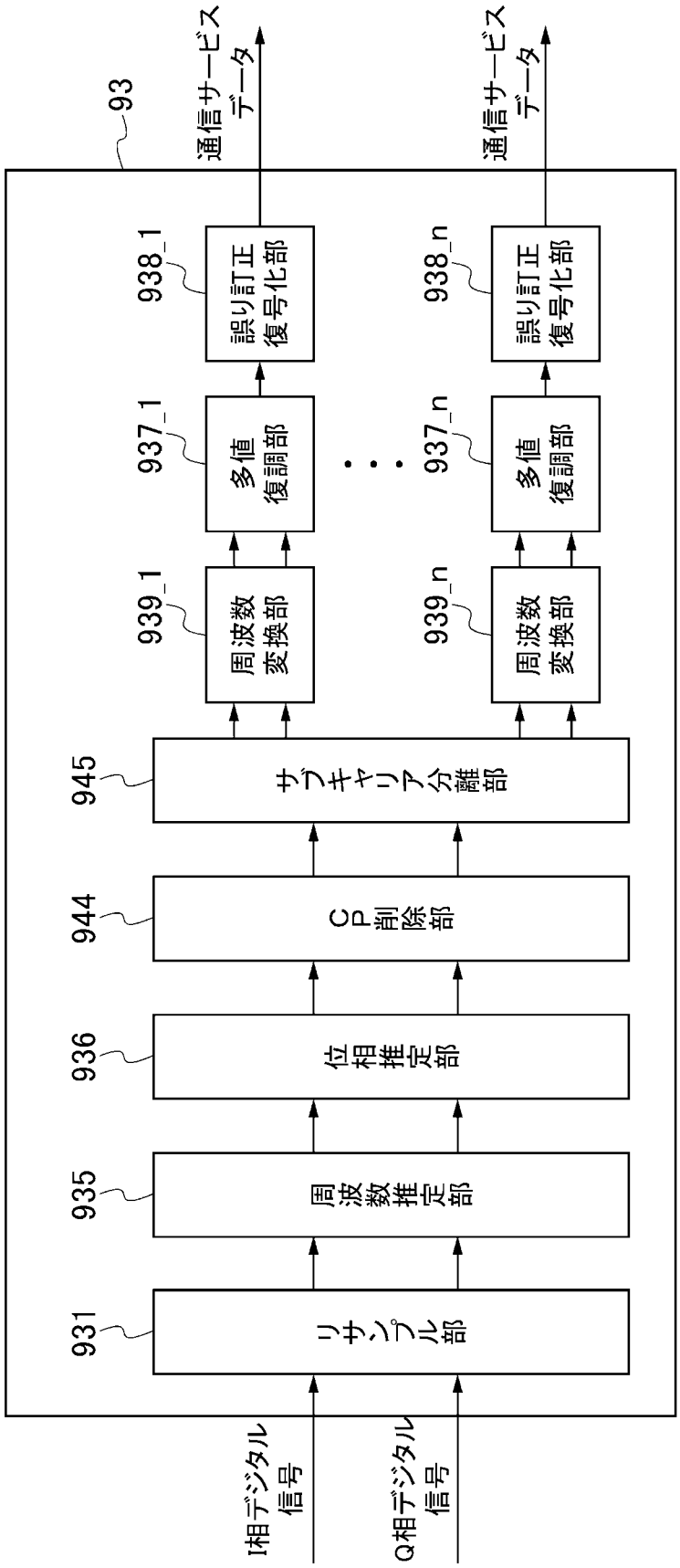
[図17]


93
受信側デジタル信号処理部
I相デジタル信号
Q相デジタル信号
931
リサンプル部
932
クロック抽出部
933
整合フィルタ部
934
適応等化部
935
周波数推定部
936
位相推定部
937
多値復調部
938
誤り訂正復号化部
通信サービスデータ

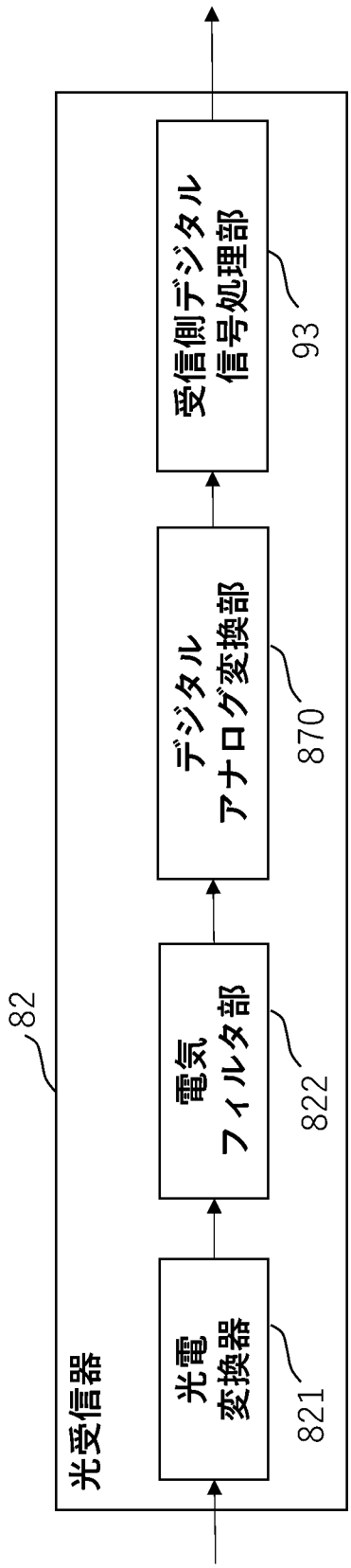
[図18]


93
通信サービスデータ
通信サービスデータ
938_1
938_n
誤り訂正復号化部
937_1
937_n
多値復調部
936_1
936_n
位相推定部
934_1
934_n
適応等化部
932_1
932_n
クロック抽出部
941_1
941_n
逆周波数変換部
933_1
933_n
整合フィルタ部
939
周波数変換部
935
周波数推定部
931
リサンプル部
I相デジタル信号
Q相デジタル信号

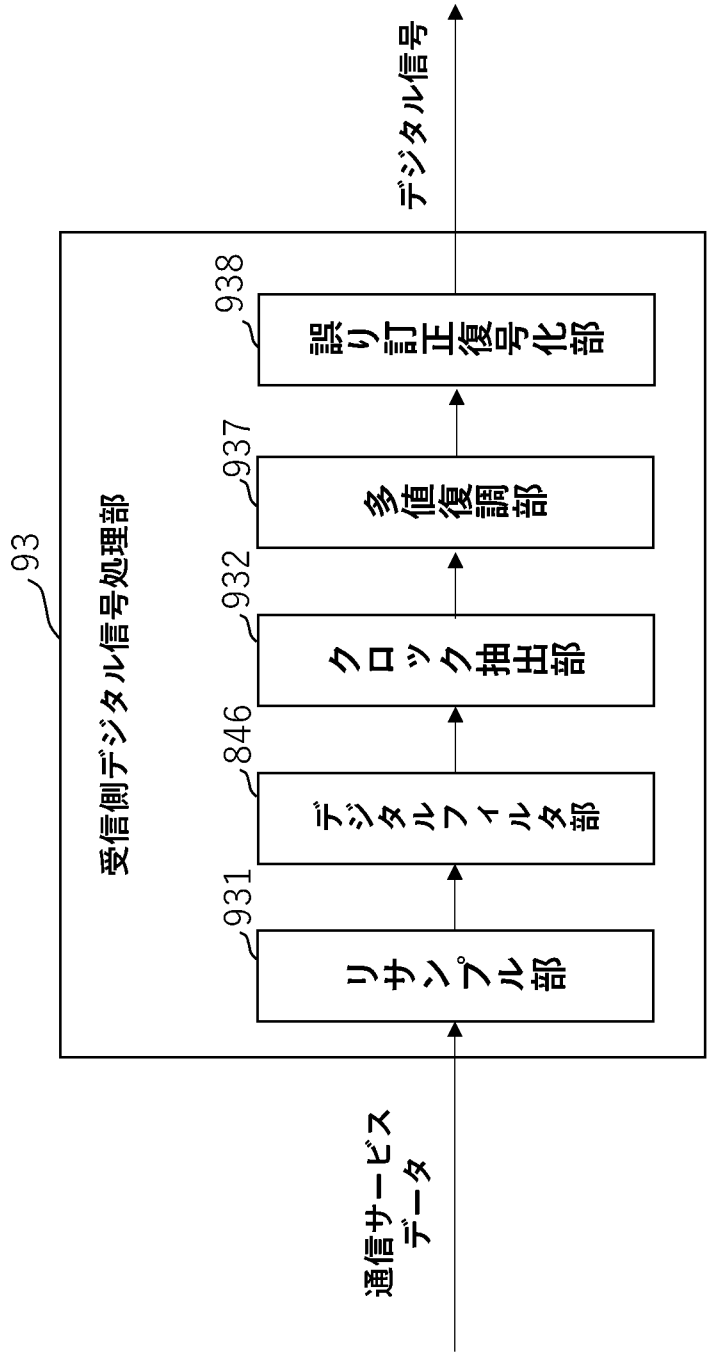
[図19]


93
通信サービスデータ
通信サービスデータ
938_1
誤り訂正復号化部
938_n
誤り訂正復号化部
937_1
多値復調部
937_n
多値復調部
939_1
周波数変換部
939_n
周波数変換部
945
サブキャリア分離部
944
CP削除部
936
位相推定部
935
周波数推定部
931
リサンプル部
I相デジタル信号
Q相デジタル信号

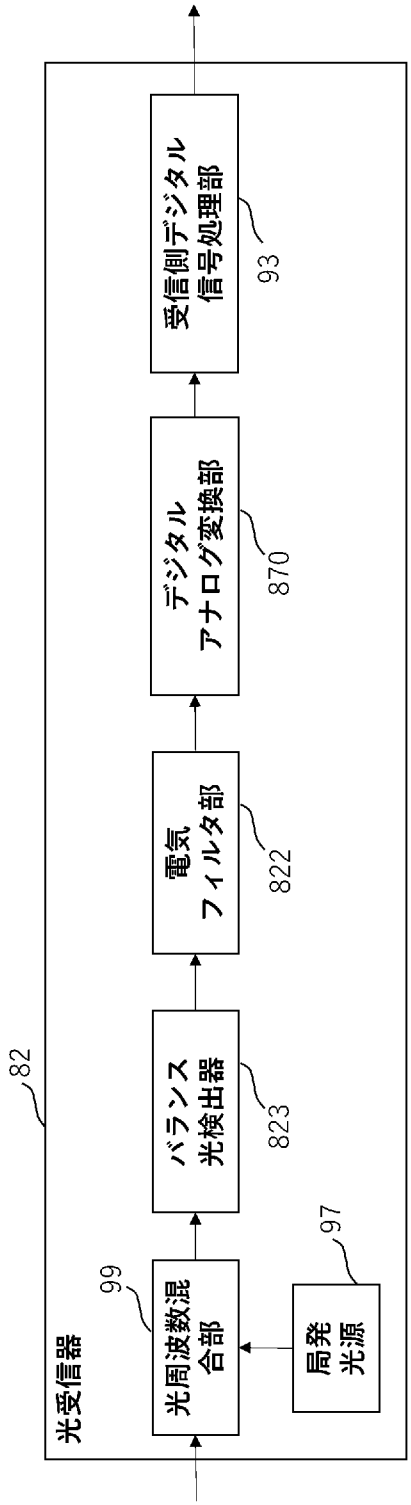
[図20]


光受信器
82
光電
変換器
821
電気
フィルタ部
822
デジタル
アナログ変換部
870
受信側デジタル
信号処理部
93

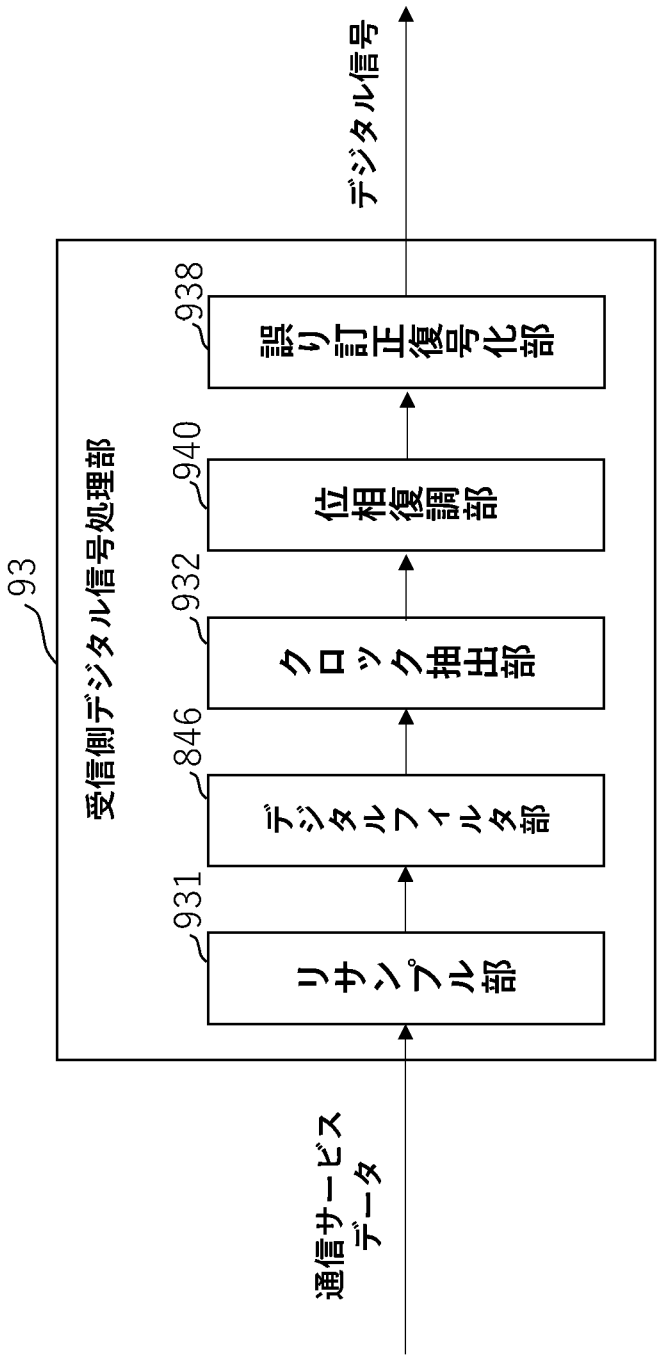
[図21]


通信サービス
データ
93
受信側デジタル信号処理部
931
リサンプル部
846
デジタルフィルタ部
932
クロック抽出部
937
多値復調部
938
誤り訂正復号化部
デジタル信号

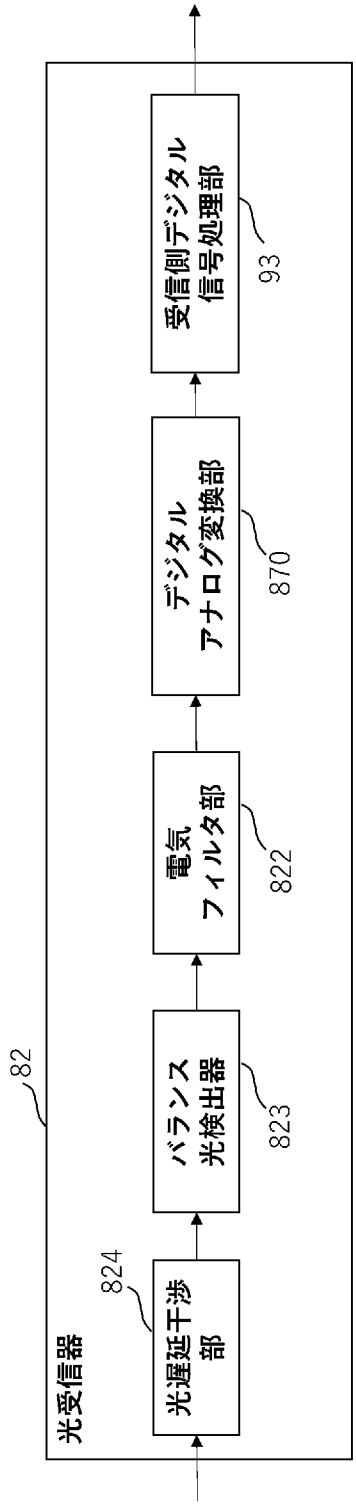
[図22]


光受信器
82
光周波数混合部
99
局発光源
97
バランス光検出器
823
電気フィルタ部
822
デジタルアナログ変換部
870
受信側デジタル信号処理部
93

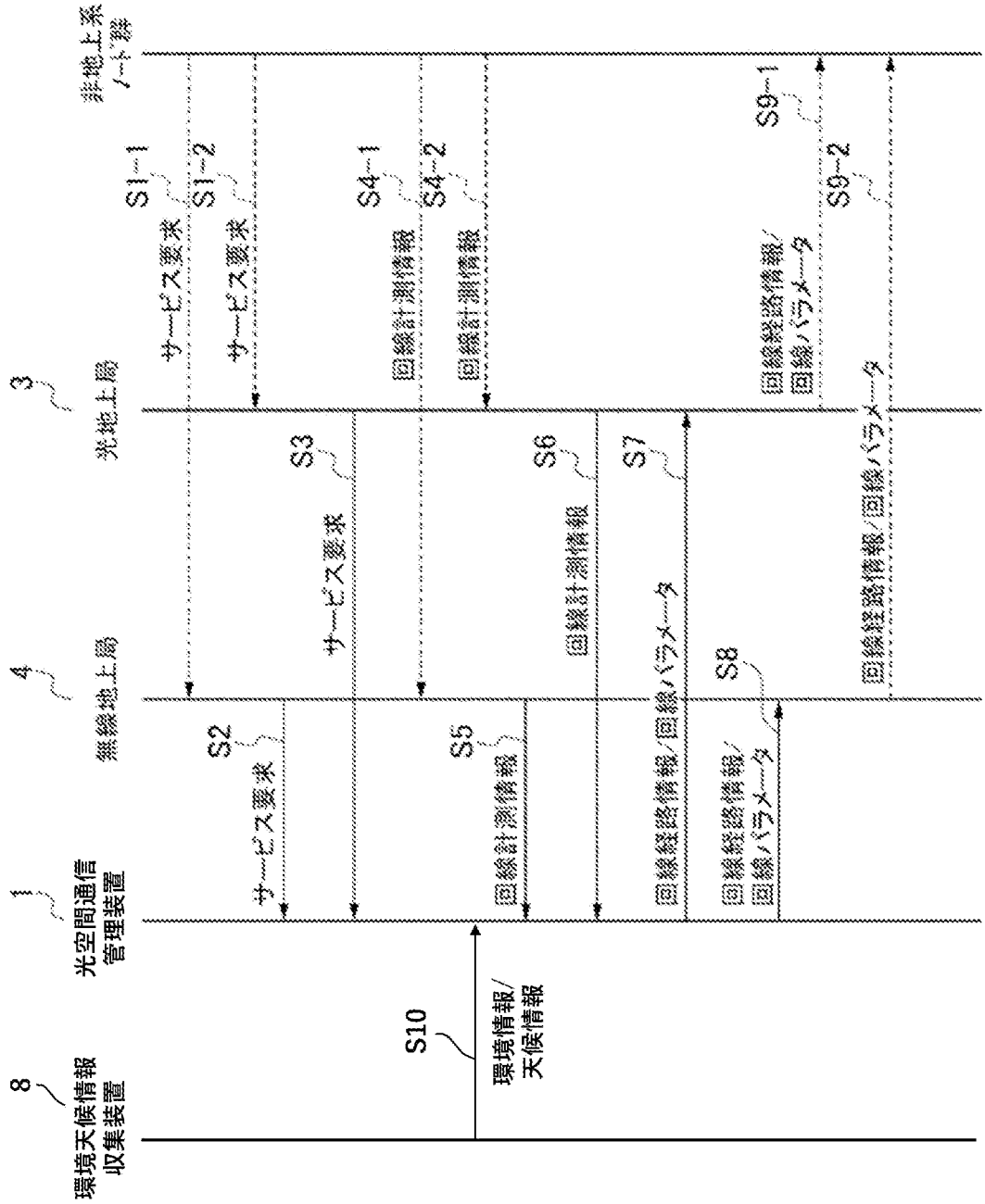
[図23]


通信サービス
データ
93
受信側デジタル信号処理部
931
リサンプル部
846
デジタルフィルタ部
932
クロック抽出部
940
位相復調部
938
誤り訂正復号化部
デジタル信号

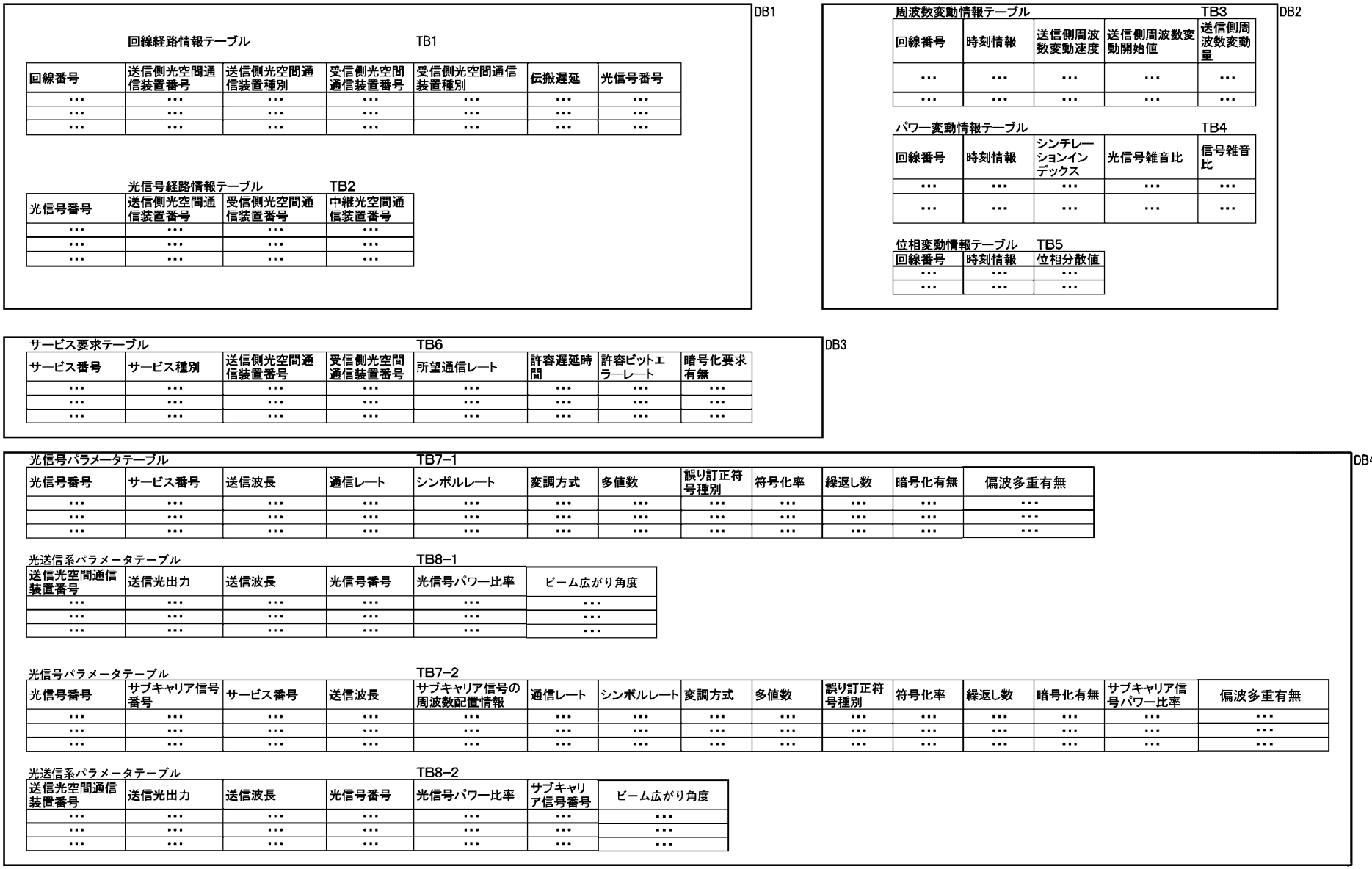
[図24]


光受信器
82
光遅延干渉部
824
バランス光検出器
823
電気フィルタ部
822
デジタルアナログ変換部
870
受信側デジタル信号処理部
93

[図25]


非地上系ノード群
光地上局
無線地上局
光空間通信管理装置
環境天候情報収集装置
S1-1
サービス要求
S1-2
サービス要求
S4-1
回線計測情報
S4-2
回線計測情報
S9-1
回線経路情報/回線パラメータ
S9-2
回線経路情報/回線パラメータ
S3
サービス要求
S6
回線計測情報
S7
回線経路情報/回線パラメータ
S2
サービス要求
S5
回線計測情報
S8
回線経路情報/回線パラメータ
S10
環境情報/天候情報

[図26]



DB1

回線経路情報テーブル TB1

回線番号	送信側光空間通信装置番号	送信側光空間通信装置種別	受信側光空間通信装置番号	受信側光空間通信装置種別	伝搬遅延	光信号番号
…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…

光信号経路情報テーブル TB2

光信号番号	送信側光空間通信装置番号	受信側光空間通信装置番号	中継光空間通信装置番号
…	…	…	…
…	…	…	…
…	…	…	…

DB2

周波数変動情報テーブル TB3

回線番号	時刻情報	送信側周波数変動速度	送信側周波数変動開始値	送信側周波数変動量
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…

パワー変動情報テーブル TB4

回線番号	時刻情報	シンチレーションインデックス	光信号雑音比	信号雑音比
…	…	…	…	…
…	…	…	…	…

位相変動情報テーブル TB5

回線番号	時刻情報	位相分散値
…	…	…
…	…	…

DB3

サービス要求テーブル TB6

サービス番号	サービス種別	送信側光空間通信装置番号	受信側光空間通信装置番号	所望通信レート	許容遅延時間	許容ビットエラーレート	暗号化要求有無
…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…

DB4

光信号パラメータテーブル TB7-1

光信号番号	サービス番号	送信波長	通信レート	シンボルレート	変調方式	多値数	誤り訂正符号種別	符号化率	繰返し数	暗号化有無	偏波多重有無
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

光送信系パラメータテーブル TB8-1

送信光空間通信装置番号	送信光出力	送信波長	光信号番号	光信号パワー比率	ビーム広がり角度
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…

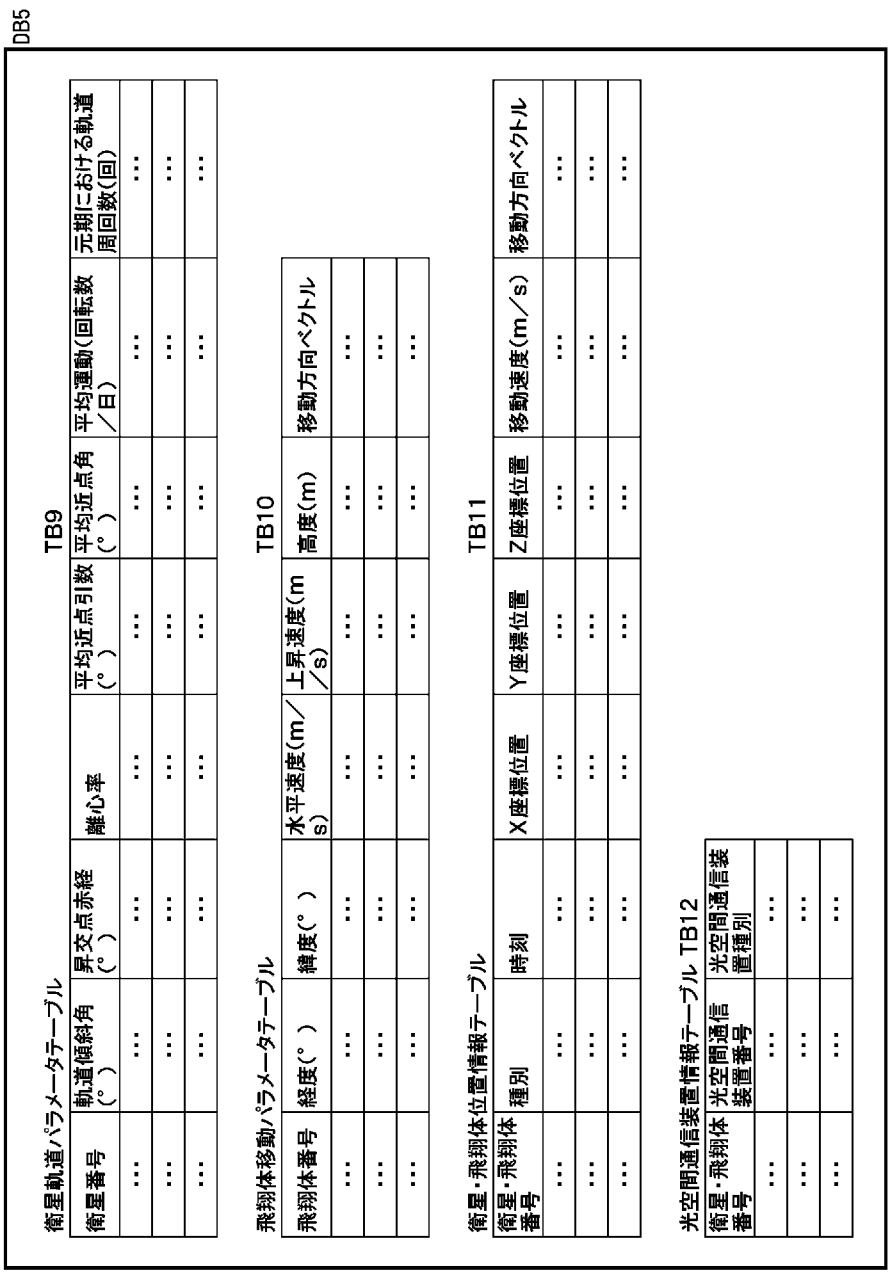
光信号パラメータテーブル TB7-2

光信号番号	サブキャリア信号番号	サービス番号	送信波長	サブキャリア信号の周波数配置情報	通信レート	シンボルレート	変調方式	多値数	誤り訂正符号種別	符号化率	繰返し数	暗号化有無	サブキャリア信号パワー比率	偏波多重有無
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

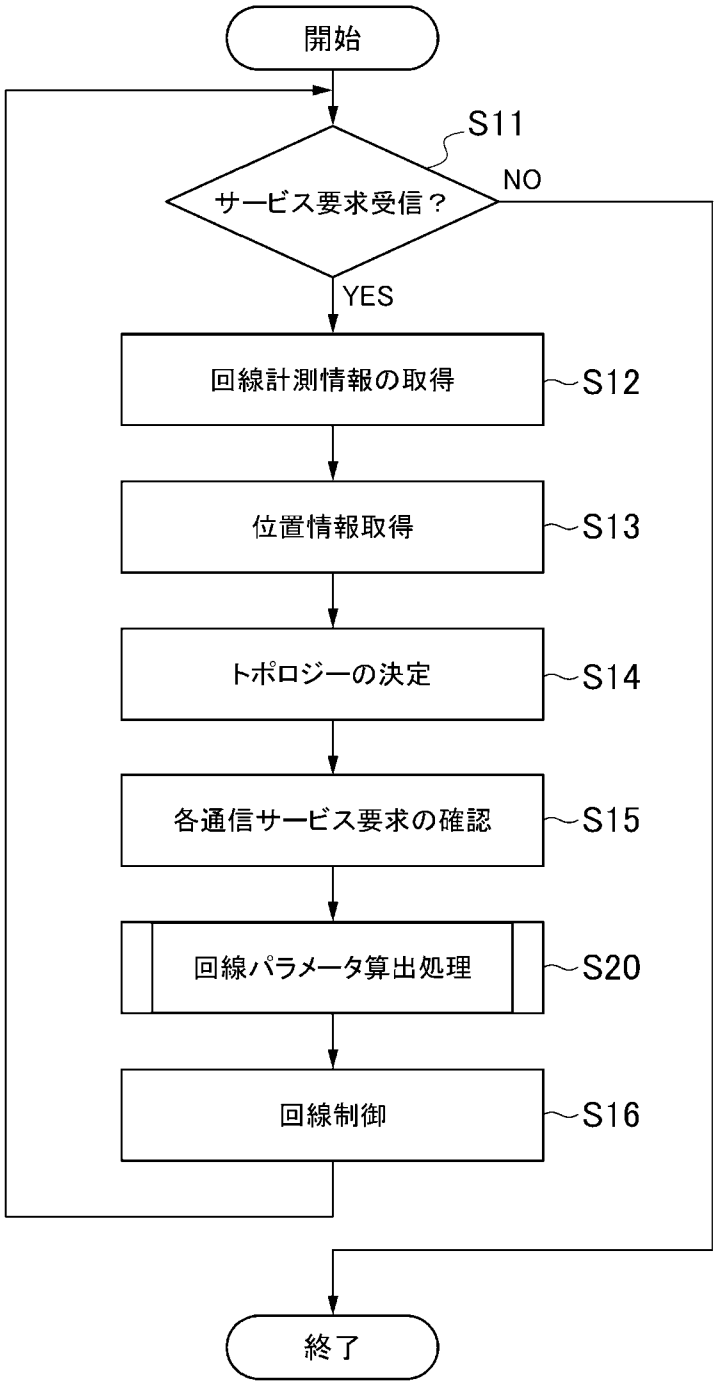
光送信系パラメータテーブル TB8-2

送信光空間通信装置番号	送信光出力	送信波長	光信号番号	光信号パワー比率	サブキャリア信号番号	ビーム広がり角度
…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…

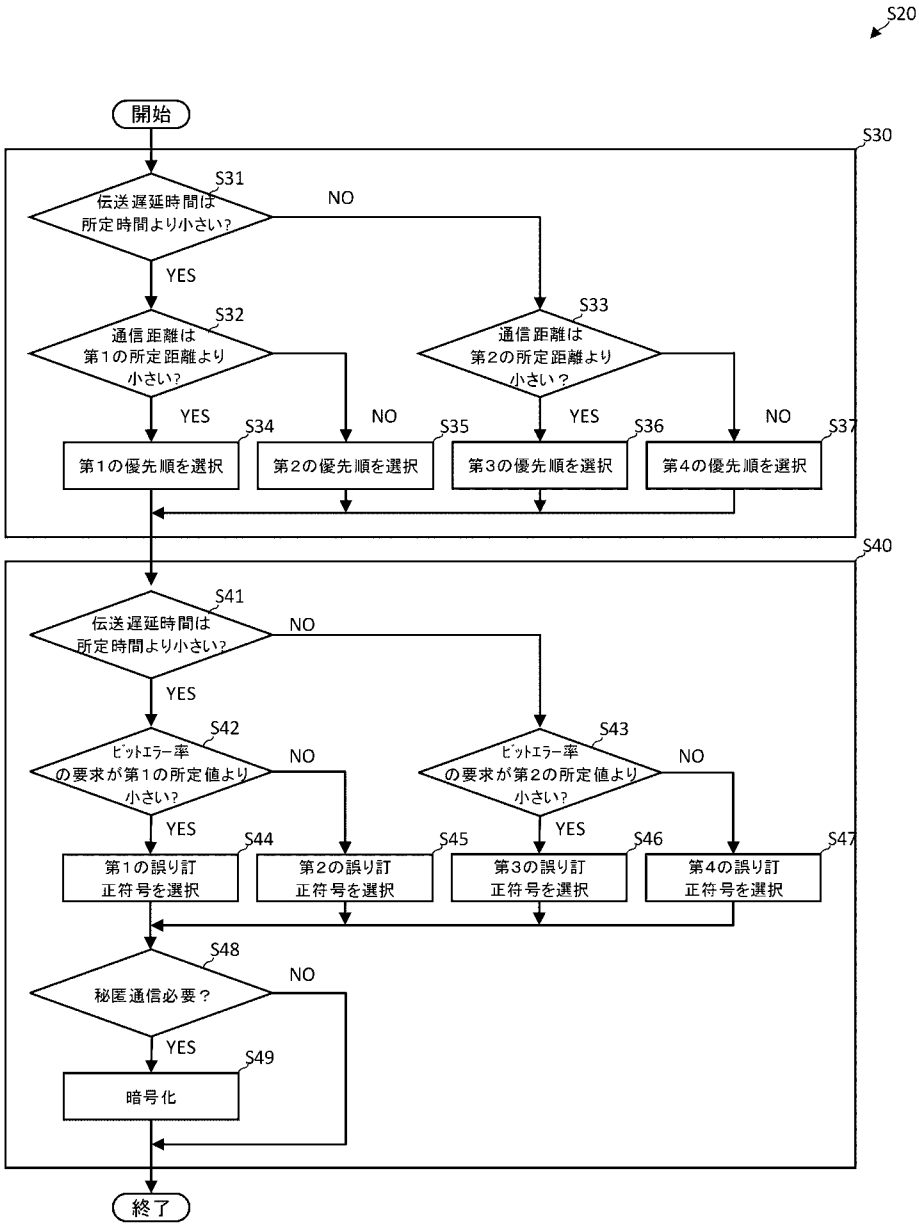
[図27]


DB5
衛星軌道パラメータテーブル
TB9
衛星番号
軌道傾斜角(°)
昇交点赤経(°)
離心率
平均近点引数(°)
平均近点角(°)
平均運動(回転数/日)
元期における軌道周回数(回)
飛翔体移動パラメータテーブル
TB10
飛翔体番号
経度(°)
緯度(°)
水平速度(m/s)
上昇速度(m/s)
高度(m)
移動方向ベクトル
衛星・飛翔体位置情報テーブル
TB11
衛星・飛翔体番号
種別
時刻
X座標位置
Y座標位置
Z座標位置
移動速度(m/s)
移動方向ベクトル
光空間通信装置情報テーブル TB12
衛星・飛翔体番号
光空間通信装置番号
光空間通信装置種別

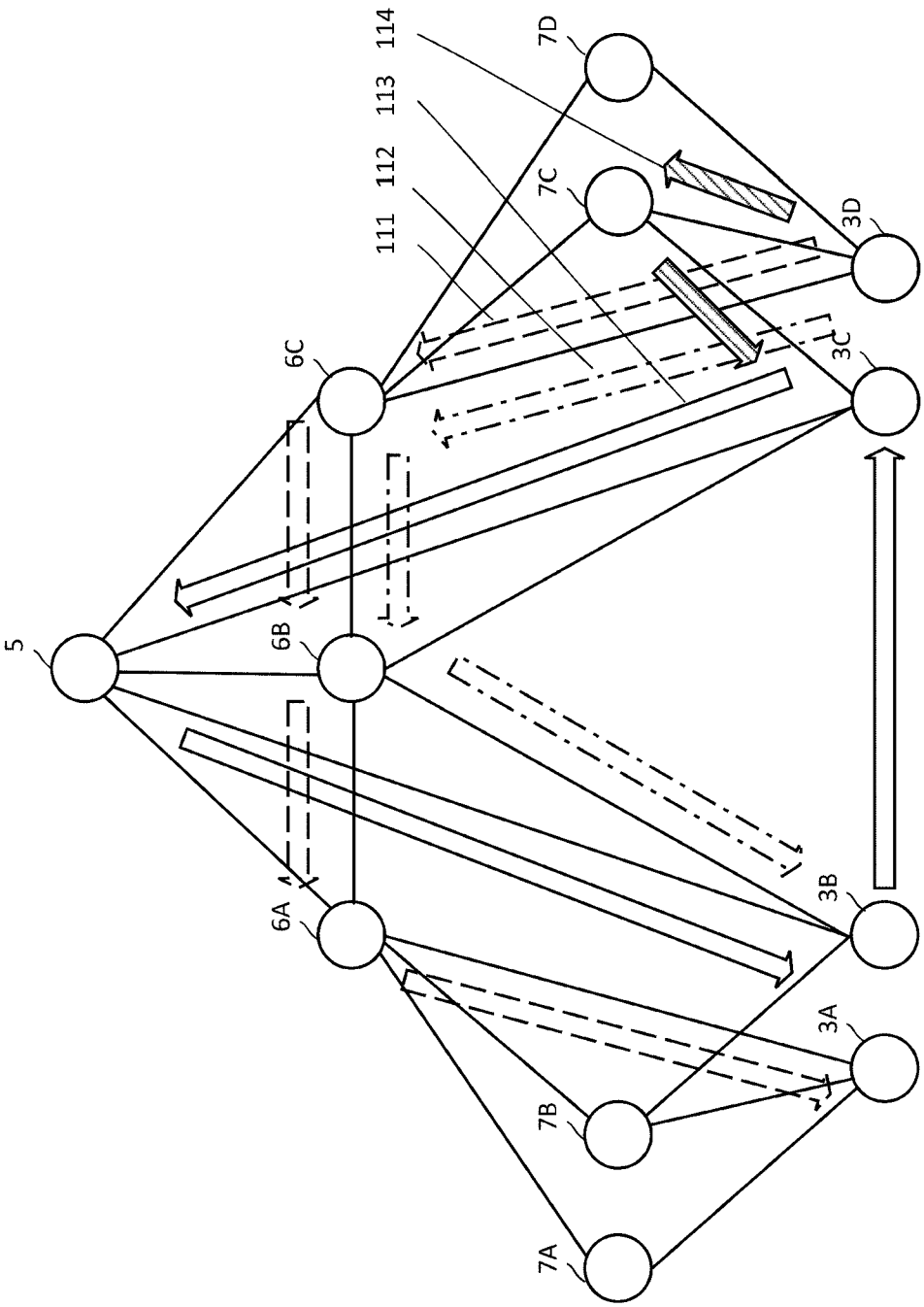
[図28]


開始
S11
サービス要求受信？
NO
YES
回線計測情報の取得
S12
位置情報取得
S13
トポロジーの決定
S14
各通信サービス要求の確認
S15
回線パラメータ算出処理
S20
回線制御
S16
終了

[図29]


S20
開始
S30
S31
伝送遅延時間は
所定時間より小さい?
NO
YES
S32
通信距離は
第1の所定距離より
小さい?
S33
通信距離は
第2の所定距離より
小さい?
YES
NO
YES
NO
S34
S35
S36
S37
第1の優先順を選択
第2の優先順を選択
第3の優先順を選択
第4の優先順を選択
S40
S41
伝送遅延時間は
所定時間より小さい?
NO
YES
S42
ビットエラー率
の要求が第1の所定値より
小さい?
S43
ビットエラー率
の要求が第2の所定値より
小さい?
NO
YES
NO
YES
S44
S45
S46
S47
第1の誤り訂
正符号を選択
第2の誤り訂
正符号を選択
第3の誤り訂
正符号を選択
第4の誤り訂
正符号を選択
S48
秘匿通信必要?
NO
YES
S49
暗号化
終了

[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/013385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 14/02(2006.01)i; ***H04B 10/07***(2013.01)i; ***H04B 10/11***(2013.01)i
FI: H04B10/11; H04J14/02; H04B10/07

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)

H04B10/11; H04B10/07; H04J14/02

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
Y	WEI, Te et al. Hybrid Satellite-Terrestrial Communication Networks for the Maritime Internet of Things: Key Technologies, Opportunities, and Challenges. IEEE Internet of Things Journal. vol.: 8, issue: 11, pp. 8910-8934 pp. 8910-8934	1-7
Y	荒木 智宏 他, 宇宙光通信の現状, 将来と技術課題, 電子情報通信学会技術研究報告, 23 August 2018, vol. 118, no. 201, pp. 15-23, (ARAKI, Tomohiro et al. Present status, Future and Technical issues of Space Optical Communications. IEICE Technical Report.) pp. 15-23	1-7
Y	豊嶋 守生 他, 衛星－地上局間光空間通信のための実環境データ情報収集システム, 電子情報通信学会技術研究報告, 13 February 2014, vol. 113, no. 436, pp. 1-4, (TOYOSHIMA, Morio et al. Environmental-data gathering system for Satellite-to-Ground Stations Optical Communications. IEICE Technical Report.) fig. 1	6
A	JP 2018-121280 A (NATIONAL INST. OF INFORMATION & COMMUNICATIONS TECHNOLOGY) 02 August 2018 (2018-08-02) entire text, all drawings	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
03 June 2022	**14 June 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/013385

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2018-121280 A	02 August 2018	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/013385

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04J 14/02(2006.01)i; H04B 10/07(2013.01)i; H04B 10/11(2013.01)i
FI: H04B10/11; H04J14/02; H04B10/07

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））

H04B10/11; H04B10/07; H04J14/02

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
Y	WEI, Te et al., Hybrid Satellite-Terrestrial Communication Networks for the Maritime Internet of Things: Key Technologies, Opportunities, and Challenges, IEEE Internet of Things Journal, Volume: 8, Issue: 11, pages 8910 - 8934 pages 8910 - 8934	1-7
Y	荒木 智宏 他, 宇宙光通信の現状，将来と技術課題，電子情報通信学会技術研究報告，2018.08.23, Vol.118, No.201, pages.15-23 pages 15-23	1-7
Y	豊嶋 守生　他，衛星－地上局間光空間通信のための実環境データ情報収集システム，電子情報通信学会技術研究報告，2014.02.13, Vol.113, No.436, pages.1-4 図1	6
A	JP 2018-121280 A (国立研究開発法人情報通信研究機構) 02.08.2018 (2018-08-02) 全文,全図	1-7

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
03.06.2022	14.06.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
前田　典之 5K 9073

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/013385

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-121280 A	02.08.2018	（ファミリーなし）	