

(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
2023年11月23日(23.11.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/223416 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 36/22 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/020495

(22) 国際出願日: 2022年5月17日(17.05.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

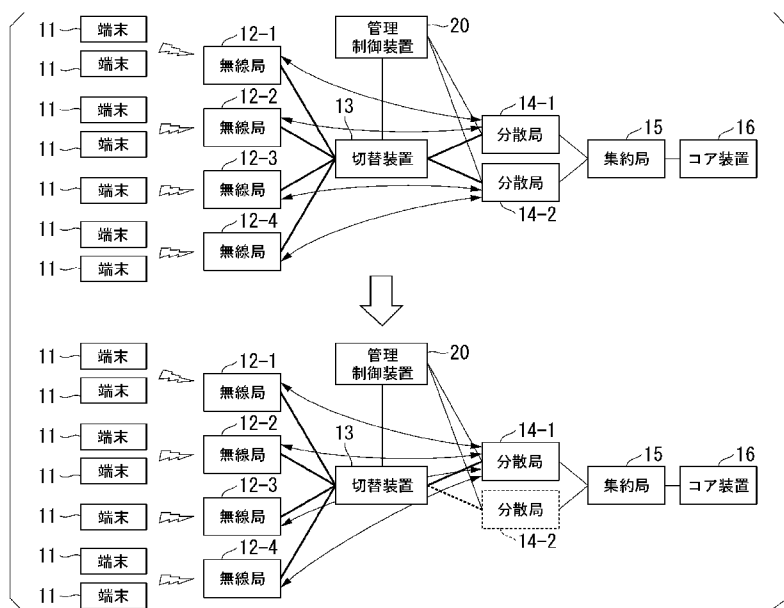
(72) 発明者: 梅田 果凜(UMEDA Karin); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 酒井 慈仁(SAKAI

Yoshihito); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 野村 紘子(NOMURA Hiroko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 氏川 裕隆(UJIKAWA Hirotaka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 島田 達也(SHIMADA Tatsuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, MANAGEMENT CONTROL DEVICE, AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 通信システム、管理制御装置及び制御方法



- 11 Terminal
- 12-1, 12-2, 12-3, 12-4 Wireless station
- 13 Switching device
- 14-1, 14-2 Distributed station
- 15 Aggregation station
- 16 Core device
- 20 Management control device

(57) Abstract: This communication system comprises: one or more wireless stations that perform wireless communication with one or more terminals; a plurality of distributed stations that are connected directly or through other devices to the one or more wireless stations; a cooperation information collection unit that acquires cooperation information indicative of the state of communication between the plurality of distributed stations and the one or more terminals at a prescribed period; an optical path switching control unit that, when it is determined that it is necessary to switch optical paths between the



WO 2023/223416 A1

(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, IQ, 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, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

one or more wireless stations and the plurality of distributed stations on the basis of the cooperation information, controls switching of the optical paths between the one or more wireless stations and the plurality of distributed stations; and a sleep control unit that shifts a distributed station capable of sleep to a sleep state after the optical path switching is performed.

(57) 要約: 1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と、1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、複数の分散局と1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得する連携情報収集部と、連携情報に基づいて1以上の無線局と複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、1以上の無線局と複数の分散局との間の光パスの切替を制御する光パス切替制御部と、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させるスリープ制御部と、を備える通信システム。

明 細 書

発明の名称：通信システム、管理制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、通信システム、管理制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 端末と各基地局との間で無線通信を行う従来の通信システムでは、各基地局がスループットを計算し、スループットが閾値を超えた場合に自律的にスリープを行うことで省電力化を図っている。このような通信システムでは、スリープした基地局に接続されていた端末に対して、スループットが最大となる基地局へのハンドオーバを指示する。これにより、端末は継続して通信を行うことができる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Yong Sheng Soh, Tony Q.S. Quek, and Marios Kountouris, “Dynamic Sleep Mode Strategies in Energy Efficient Cellular Networks”, IEEE, Communications Theory, pp.3131-3136, June 2013.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の通信システムでは、スリープした基地局に接続された端末が既に多数の端末が接続された基地局にハンドオーバし通信品質の劣化を招く可能性がある。さらに、従来の通信システムでは、各基地局が自律的にスリープの要否判断を行うため、全体最適化ができず省電力化の効果が限定的となる可能性があった。

[0005] 上記事情に鑑み、本発明は、通信品質の劣化を伴わず省電力化の効果を大きくすることができる技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と、前

記1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、前記複数の分散局と前記1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得する連携情報収集部と、前記連携情報に基づいて前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御する光パス切替制御部と、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させるスリープ制御部と、を備える通信システムである。

[0007] 本発明の一態様は、1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、前記1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得する連携情報収集部と、前記連携情報に基づいて、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替及びスリープ制御の要否を判断する分析部と、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御する光パス切替制御部と、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させるスリープ制御部と、を備える管理制御装置である。

[0008] 本発明の一態様は、1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、前記1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得し、前記連携情報に基づいて前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御し、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させる、制御方法である。

発明の効果

[0009] 本発明により、通信品質の劣化を伴わず省電力化の効果を大きくすることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明におけるモバイルNWシステムの全体構成及び処理の概要を説明するための図である。

[図2]第1の実施形態におけるモバイルNWシステムの構成例を示す図である。

[図3]第1の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図4]第1の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図5]第1の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図6]第1の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図7]第1の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図8]第1の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムの構成例を示す図である。

[図9]第1の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムの構成例を示す図である。

[図10]第1の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図11]第1の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図12]第2の実施形態におけるモバイルNWシステムの構成例を示す図である。

[図13]第2の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図14]第2の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れ

の一例を示すフローチャートである。

[図15]第2の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図16]第2の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図17]第2の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図18]第2の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図19]第2の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図20]第3の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図21]第3の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図22]第3の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図23]第3の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図24]第3の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図25]第3の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図26]第3の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図27]第4の実施形態におけるモバイルNWシステムの構成例を示す図である。

[図28]第4の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れ

の一例を示すフローチャートである。

[図29]第4の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図30]第4の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図31]第4の実施形態における管理制御装置が実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図32]第4の実施形態におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図33]第4の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

[図34]第4の実施形態の変形例におけるモバイルNWシステムが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。

(全体構成及び処理の概要)

図1は、本発明におけるモバイルNWシステムの全体構成及び処理の概要を説明するための図である。まずモバイルNWシステムの全体構成について説明する。モバイルNWシステムは、通信システムの一例である。モバイルNWシステムは、例えば、第5世代移動通信システム（以下「5G」という。）である。モバイルNWシステムは、1以上の無線局12と、切替装置13と、複数の分散局14と、集約局15と、コア装置16と、管理制御装置20を備える。

[0012] 無線局12と切替装置13との間、切替装置13と分散局14との間、分散局14と集約局15との間、集約局15とコア装置16との間は、光信号を伝送する光ファイバで接続される。切替装置13と管理制御装置20との間、分散局14と管理制御装置20との間は、電気信号を伝送する電気線又は光ファイバで接続される。図1に示す例では、無線局12が4台、分散局

14が2台の場合を示している。なお、切替装置13は、複数台備えられてもよいが、以下の説明では1台の場合を例に説明する。

- [0013] 各無線局12は、1以上のアンテナを備え、端末11との間で無線通信を行う。例えば、各無線局12は、端末11から送信された信号を受信し、受信した信号を、切替装置13を介して接続される分散局14に送信する。各無線局12は、切替装置13を介して受信した信号を端末11に送信する。無線局12は、例えば5Gの通信規格におけるRU (Radio Unit) である。
- [0014] 切替装置13は、無線局12と分散局14との間に備えられる。切替装置13は、管理制御装置20からの指示に従って、光パスの切替を行う。光パスは、光信号の経路である。切替装置13は、光パスを切り替えることによって、無線局12と分散局14との接続を切り替える。
- [0015] 分散局14は、無線局12が送信した上り信号を、切替装置13を介して受信する。分散局14は、下り信号を、切替装置13を介して無線局12に送信する。なお上り信号は、端末11が送信した信号であり、下り信号は端末11を宛先とした信号である。各分散局14は、管理制御装置20からの指示に従って、スリープ状態に移行する。スリープ状態とは、一部の機能を停止させることで、省電力を図ることが可能な状態である。分散局14は、例えば5Gの通信規格におけるDU (Distributed Unit) である。管理制御装置20が分散局14から取得する情報を連携情報という。連携情報は、各分散局14と端末11との間の通信の状態を示す情報である。
- [0016] 連携情報は、例えば分散局14毎の端末11の収容数（以下「収容端末数」）に関する情報を含む。連携情報は、例えば分散局14の最大収容端末数を含む。分散局14の最大収容端末数とは、分散局14が収容することができる最大の数である。連携情報は、例えば光パスの分散局14が接続している無線局12の情報（以下「接続無線局情報」という。）を含む。連携情報は、例えば分散局14の処理負荷に関する情報（以下「処理負荷情報」という。）を含む。処理負荷情報は、例えば分散局14のメモリの使用率の情報やCPU (Central Processing Unit) の使用率の情報であってもよい。連携

情報は、例えば分散局 1 4 毎の処理遅延に関する情報（以下「処理遅延情報」という。）を含む。連携情報は、例えば端末 1 1 と各分散局 1 4 との間の伝送遅延に関する情報（以下「遅延情報」という。）を含む。

[0017] 集約局 1 5 は、各分散局 1 4 が送信した上り信号を集約する。集約局 1 5 は、下り信号を分配する。集約局 1 5 は、例えば 5 G の通信規格における C U (Centralized Unit) である。

[0018] コア装置 1 6 は、集約局 1 5 が集約した上り信号に対する信号処理を実行する。コア装置 1 6 は、上り信号に対する信号処理の実行の結果として得られる信号を外部のネットワークに送信する。コア装置 1 6 は、外部のネットワークから信号を受信する。

[0019] コア装置 1 6 は、外部のネットワークから受信した信号に対して予め定められた所定の信号処理を行う。コア装置 1 6 は、外部のネットワークから受信した信号に対する信号処理の実行の結果として得られる信号を下り信号として集約局 1 5 に送信する。信号処理は、例えば、5 G コアネットワークの U P F (User Plane Function) におけるユーザデータの転送である。

[0020] 管理制御装置 2 0 は、分散局 1 4 から連携情報を取得する。管理制御装置 2 0 は、取得した連携情報に基づいて、光パスの切替及びスリープ制御の要否を判断する。管理制御装置 2 0 は、光パスの切替及びスリープ制御が必要と判断された場合に、光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う。光パスの切替制御処理とは、無線局 1 2 と分散局 1 4 との間における光パスの切り替えを行わせる処理である。例えば、管理制御装置 2 0 は、切替装置 1 3 に指示して、無線局 1 2 と分散局 1 4 との間における光パスの切替を制御する。スリープ制御処理とは、分散局 1 4 に対するスリープの実行、又は、スリープの解除を行わせる処理である。

[0021] 次にモバイル NW システムの処理の概要について説明する。

図 1 の上図は光パス切り替え前のモバイル NW システムの接続状態を表し、図 1 の下図は光パス切り替え後のモバイル NW システムの接続状態を表す。図 1 の上図には、無線局 1 2 - 1 及び 1 2 - 2 が分散局 1 4 - 1 に接続し

、無線局 12-3 及び 12-4 が分散局 14-2 に接続している例が示されている。

[0022] 管理制御装置 20 は、各分散局 14 から収集した連携情報に基づいて、光パスの切替制御処理を行うか否かを判定する。管理制御装置 20 は、スリープ状態へ移行可能な分散局 14 がある場合に光パスの切替制御処理を行うと判定する。スリープ状態へ移行可能な分散局 14 とは、例えば端末 11 を収容していない分散局 14 である。

[0023] 一方、管理制御装置 20 は、スリープ状態へ移行可能な分散局 14 がない場合に光パスの切替制御処理を行わないと判定する。管理制御装置 20 は、光パスの切替制御処理を行うと判定した場合、切替装置 13 に対して光パスの切り替えを指示する。切替装置 13 は、管理制御装置 20 からの指示に従って、無線局 12 と分散局 14 との間の光パスを切り替える。切替装置 13 は、光パスの切り替え完了後に管理制御装置 20 に光パス切り替えの完了を通知する。

[0024] 管理制御装置 20 は、切替装置 13 から光パス切り替え完了の通知を受信すると、スリープ状態へ移行可能な分散局 14 に対してスリープ許可通知を送信する。スリープ許可通知は、分散局 14 をスリープ状態に移行させるための指示を含む信号である。これにより、スリープ状態へ移行可能な分散局 14 は、スリープ状態に移行する。

[0025] 図 1 の下図には、無線局 12-1 ~ 12-4 が分散局 14-1 に接続し、分散局 14-2 がスリープ状態に移行している例が示されている。このように、モバイル NW システム 100 では、各分散局 14 から収集される連携情報に基づいて、スリープ状態へ移行可能な分散局 14 に接続している端末 11 を、他の分散局 14 に接続させることでスリープ状態へ移行可能な分散局 14 をスリープ状態に移行させる。以下、スリープ状態へ移行可能な分散局 14 を切替元分散局と記載し、切替元分散局に接続されている端末 11 の新たな接続先になる分散局 14 を切替先分散局と記載する。

[0026] (第 1 の実施形態)

図2は、第1の実施形態におけるモバイルNWシステム100の構成例を示す図である。第1の実施形態におけるモバイルNWシステム100は、1以上の無線局12と、切替装置13と、複数の分散局14と、集約局15と、コア装置16と、管理制御装置20を備える。無線局12、切替装置13、分散局14、集約局15及びコア装置16については、図1で説明したため説明を省略する。管理制御装置20は、連携情報収集部21、分析部22及び制御部23を備える。

[0027] 連携情報収集部21は、取得部211を備える。取得部211は、分散局14から連携情報を所定の周期で収集する。

[0028] 分析部22は、連携情報蓄積部221及びリアルタイム分析部222を備える。連携情報蓄積部221は、収集された連携情報を所定の記憶装置に記録する。リアルタイム分析部222は、連携情報に基づき、単位時間当たりの分散局14の接続数の変化量等の各分散局14と端末11との間の通信の状態を分析する。具体的には、リアルタイム分析部222は、連携情報に基づき、光パスの切替及びスリープ制御の要否を判断する。

[0029] 例えば、リアルタイム分析部222は、切替元分散局が収容する全ての端末11を、他の分散局14に収容できる場合に、光パスの切替及びスリープ制御が必要であると判定する。この場合、リアルタイム分析部222は、光パスの切替先となる分散局14を示す情報と、スリープ対象となる分散局14を示す情報とを制御部23に通知する。

[0030] 例えば、リアルタイム分析部222は、分散局14が収容する端末11の数が、最大収容端末数を超える場合に、光パスの切替及びスリープ制御が必要であると判定する。この場合、リアルタイム分析部222は、光パスの切替先となる分散局14を示す情報と、スリープ解除の対象となる分散局14を示す情報とを制御部23に通知する。

[0031] 制御部23は、光パス切替制御部231及びスリープ制御部232を備える。光パス切替制御部231は、リアルタイム分析部222の分析の結果に基づいて、光パスの切替先となる分散局14を決定し、切替装置13に対し

て光パスの切り替えを指示する。例えば、光パス切替制御部 231 は、リアルタイム分析部 222 から通知された光パスの切替先となる分散局 14 を示す情報に基づいて光パスの切替先となる分散局 14 を決定する。

[0032] スリープ制御部 232 は、リアルタイム分析部 322 の分析の結果に基づいて、分散局 14 に対してスリープの実行、又は、スリープの解除を行わせる。

[0033] 図 3 は、第 1 の実施形態における管理制御装置 20 が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 3 では、連携情報に、少なくとも各分散局 14 の収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報とが含まれる場合を例に説明する。図 3 の処理の流れは、所定の周期で繰り返し実行される。

[0034] 取得部 211 は、各分散局 14 から連携情報を取得する（ステップ S101）。取得部 211 は、取得した分散局 14 毎の連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する（ステップ S102）。リアルタイム分析部 222 は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S103）。ここで、追加収容可能端末数とは、分散局 14 が現在収容している端末数の他に、追加で収容可能な端末 11 の数を表す。例えば、追加収容可能端末数は、最大収容端末数から収容端末数を減算することで得られる。

[0035] リアルタイム分析部 222 は、第 1 切替条件が満たされたか否かを判定する（ステップ S104）。第 1 切替条件は、無線局 12 と分散局 14 との間の光パスの切替が必要であることを示す条件であり、例えばある分散局 14 の追加収容可能端末数が、スリープ判断の対象となる分散局 14 の収容端末数よりも多いことである。

[0036] リアルタイム分析部 222 は、第 1 切替条件が満たされたと判定した場合（ステップ S104-YES）、光パスの切替指示とスリープ制御の指示とを制御部 23 に通知する。光パス切替制御部 231 は、リアルタイム分析部 222 から通知された光パスの切替指示に基づいて、切替元分散局に接続さ

れた無線局12の光パスの切替を切替装置13に指示する（ステップS105）。具体的には、光パス切替制御部231は、切替元分散局に接続された無線局12の光パスを、切替先分散局に向かうように指示する。

[0037] スリープ制御部232は、スリープ許可通知を切替元分散局に送信する（ステップS106）。例えば、スリープ制御部232は、切替元分散局に接続された無線局12及び切替先分散局から、光パス切替完了通知が得られた場合にスリープ指示を切替元分散局に送信してもよい。光パス切替完了通知は、光パスの切替が完了したことを示す内容を含む信号である。これにより、切替元分散局は、スリープ状態に移行することができる。

[0038] ステップS104の処理において、リアルタイム分析部222は、第1切替条件が満たされていないと判定した場合（ステップS104-NO）、その他の分散局14があるか否かを判定する（ステップS107）。その他の分散局14とは、例えばスリープ判断の対象となる分散局14と比較されていない分散局14である。リアルタイム分析部222は、その他の分散局14がないと判定した場合（ステップS107-NO）、処理を終了する。

[0039] 一方、リアルタイム分析部222は、その他の分散局14があると判定した場合（ステップS107-YES）、その他の分散局14の追加可能収容端末数の情報を選択する（ステップS108）。リアルタイム分析部222は、選択したその他の分散局14の追加可能収容端末数の情報を用いて、再度ステップS104の処理を実行する。

[0040] 図4は、第1の実施形態における管理制御装置20が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図4に示す処理は、図3に示す処理をより具体的に示した内容について説明する。

[0041] 取得部211は、各分散局14から、各分散局の最大収容端末数、接続無線局情報、収容端末数の情報を連携情報として取得する（ステップS201）。

[0042] 取得部211は、取得した分散局14毎の連携情報を連携情報蓄積部221に蓄積する（ステップS202）。リアルタイム分析部222は、連携情

報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S203）。次に、リアルタイム分析部 222 は、定数 i に 1 の値を代入する（ステップ S204）。 i は、例えば切替先となる分散局 $14 - i$ を表す。 $i = 1$ の場合、分散局 $14 - 1$ が切替先分散局となる。 i は、 $1 \leq i \leq l$ の値となる。 l は分散局 14 の総数である。

[0043] 次に、リアルタイム分析部 222 は、 k に $(i + 1)$ の値を代入する（ステップ S205）。 k は、例えば切替元となる分散局 $14 - k$ を表す。 $k = 2$ ($i = 1$) の場合、分散局 $14 - 2$ が切替元分散局となる。 k は、 $2 \leq k \leq K$ の値となる。 K は分散局 14 の総数 - 1、すなわち $K = (l - 1)$ である。

[0044] その後、リアルタイム分析部 222 は、 $U_i - u_i > u_k$ を満たすか否か判定する（ステップ S206）。 U_i は分散局 $14 - i$ の最大収容端末数を表し、 u_i は分散局 $14 - i$ の収容端末数を表し、 u_k は分散局 $14 - k$ の収容端末数を表す。 $U_i - u_i > u_k$ で示される条件は、第 1 切替条件の具体例である。ここで、一例として、分散局 $14 - 1$ の最大収容端末数が 1000 であり、分散局 $14 - 1$ の収容端末数が 100 であり、分散局 $14 - 2$ の最大収容端末数が 800 であり、分散局 $14 - 2$ の収容端末数が 200 であるとする。

[0045] $i = 1$ 、 $k = 2$ である場合、以下のように表される。

$$\cdot U_1 - u_1 \Rightarrow 1000 - 100 = 900$$

[0046] 上述した結果を踏まえると、 $U_1 - u_1 > u_2$ は、 $900 > 200$ となり、第 1 切替条件が満たされている。リアルタイム分析部 222 は、第 1 切替条件（例えば、 $U_i - u_i > u_k$ ）が満たされたと判定した場合（ステップ S206 - YES）、光パスの切替指示とスリープ制御の指示とを制御部 23 に通知する。

[0047] 光パス切替制御部 231 は、リアルタイム分析部 222 から通知された光パスの切替指示に基づいて、分散局 $14 - k$ に接続された無線局 12 の光パスの切替を切替装置 13 に指示する（ステップ S207）。具体的には、光

パス切替制御部231は、分散局14-k（例えば、分散局14-2）に接続された無線局12の光パスを、分散局14-i（例えば、分散局14-1）切替先分散局に向かうように指示する。スリープ制御部232は、スリープ許可通知を分散局14-k（例えば、分散局14-2）に送信する（ステップS208）。

[0048] 一方で、一例として、分散局14-1の最大収容端末数が1000であり、分散局14-1の収容端末数が500であり、分散局14-2の最大収容端末数が800であり、分散局14-2の収容端末数が700である場合を考える。i=1, k=2である場合、以下のように表される。

$$\cdot U_1 - u_1 \Rightarrow 1000 - 500 = 500$$

[0049] 上述した結果を踏まえると、 $U_1 - u_1 > u_2$ は、 $500 < 700$ となってしまう、第1切替条件が満たされない。リアルタイム分析部222は、第1切替条件（例えば、 $U_i - u_i > u_k$ ）が満たされていないと判定した場合（ステップS206-NO）、kが最大値であるか否かを判定する（ステップS209）。

[0050] リアルタイム分析部222は、kが最大値ではないと判定した場合（ステップS209-NO）、kの値に1の値を加算する（ステップS210）。その後、リアルタイム分析部222は、再度ステップS206の処理を実行する。例えば、上述した例のように、i=1, k=2であって、kが最大値ではなかった場合、リアルタイム分析部222はkの値に1の値を加算してk=3とする。そして、リアルタイム分析部222は、 $U_1 - u_1 > u_3$ を満たすか否かを判定する。

[0051] 一方、リアルタイム分析部222は、kが最大値であると判定した場合（ステップS209-YES）、iが最大値であるか否かを判定する（ステップS211）。リアルタイム分析部222は、iが最大値であると判定した場合（ステップS211-YES）、処理を終了する。

[0052] 一方、リアルタイム分析部222は、iが最大値ではないと判定した場合（ステップS211-NO）、iの値に1の値を加算する（ステップS21

2)。その後、リアルタイム分析部222は、再度ステップS205の処理を実行する。例えば、 $i = 1$ 、 $k = 3$ であって、 k が最大値であり、 i が最大値ではなかった場合、リアルタイム分析部222は i の値に1の値を加算して $i = 2$ とする。

[0053] そして、リアルタイム分析部222は、ステップS205の処理において、 k に $(i + 1)$ の値を代入する(ステップS205)。この場合、 $i = 2$ 、 $k = 3$ となる。その後、リアルタイム分析部222は、ステップS206の処理において $U_2 - u_2 > u_3$ を満たすか否かを判定する。

[0054] 図5は、第1の実施形態におけるモバイルNWシステム100が実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。なお、図5の説明では、分散局14-1が切替先分散局であり、分散局14-2が切替元分散局であるとする。ここでは切替先分散局14-1、切替元分散局14-2と記載して説明する。

[0055] 管理制御装置20の取得部211は、切替先分散局14-1及び切替元分散局14-2から連携情報を所定の周期で取得する(ステップS301、ステップS302)。取得部211は、取得した連携情報を連携情報蓄積部221に蓄積する。リアルタイム分析部222は、連携情報蓄積部221に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う(ステップS303)。

[0056] ステップS303における光パスの切替及びスリープ制御判断は、ステップS104における第1切替条件が満たされたか否かの判定である。ここで、ステップS104における第1切替条件が満たされたとする。リアルタイム分析部222は、第1切替条件が満たされた場合、光パス切替制御部231に対して光パスの切替制御を指示し、スリープ制御部232に対してスリープ制御を指示する。

[0057] 光パス切替制御部231は、光パス切替先情報を切替装置13及び集約局15に通知する(ステップS304)。光パス切替先情報は、光パスの切替先に関する情報である。図5に示す例では、光パス切替先情報には、光パス

の切替先として切替先分散局 14-1 を示す情報が含まれる。切替装置 13 は、管理制御装置 20 から光パス切替先情報が通知されると、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 と、切替元分散局 14-2 に対して光パスの切替を指示する（ステップ S305）。例えば、切替装置 13 は、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 に対しては切替先分散局 14-1 に光パスを切り替えるように指示し、切替先分散局 14-1 に対しては切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と光パスが繋がるように切り替えを指示し、切替元分散局 14-2 に対しては光パスを設定しないように指示する。

[0058] 切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 と、切替元分散局 14-2 は、光パスの切替を準備する（ステップ S306、ステップ S307 及びステップ S308）。切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 と、切替元分散局 14-2 は、光パス切替応答通知を切替装置 13 に送信する（ステップ S309、ステップ S310 及びステップ S311）。光パス切替応答通知は、光パス切替先情報を受信したことを示す内容を含む信号である。

[0059] 切替装置 13 は、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 と、切替元分散局 14-2 から光パス切替応答通知が得られると、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 に対して、光パス切替開始通知を送信する（ステップ S312）。光パス切替開始通知は、光パスの切替を開始させる命令を含む信号である。

[0060] 切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 は、光パス切替開始通知の受信に応じて、光パスを切り替える（ステップ S313、ステップ S314）。この処理により、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 の光パスが、切替先分散局 14-1 に向かうように切り替えられる。すなわち、無線局 12 と、切替先分散局 14-1 とが通信可能な状態になる。

- [0061] 切替先分散局 14-1 は、コア装置 16 に対して経路切り替え要求を送信する（ステップ S 315）。経路切り替え要求とは、コア装置 16 における通信経路の切替を要求する内容を含む信号である。コア装置 16 は、経路切り替え要求の受信に応じて経路を切り替える（ステップ S 316）。
- [0062] 経路の切替が完了すると、コア装置 16 は切替先分散局 14-1 に対して、経路切り替え応答通知を送信する（ステップ S 317）。経路切り替え応答通知とは、コア装置 16 における通信経路の切替が完了したことを示す内容を含む信号である。
- [0063] 無線局 12 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を管理制御装置 20 に送信する（ステップ S 318）。光パス切替完了通知とは、光パスの切替が完了したことを示す内容を含む信号である。切替先分散局 14-1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を管理制御装置 20 に送信する（ステップ S 319）。
- [0064] スリープ制御部 232 は、光パス切替開始通知の送信先から光パス切替完了通知が受信されると、切替元分散局 14-2 に対してスリープ許可通知を送信する（ステップ S 320）。切替元分散局 14-2 は、管理制御装置 20 からスリープ許可通知が得られると、スリープ応答通知を管理制御装置 20 に送信する（ステップ S 321）。スリープ応答通知は、スリープ許可通知を受信したことを示す内容を含む信号である。切替元分散局 14-2 は、スリープ応答通知の送信後、スリープ状態に移行する（ステップ S 322）。
- 。
- [0065] 図 6 は、第 1 の実施形態における管理制御装置 20 が実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。取得部 211 は、各分散局 14 から、収容端末数及びスリープしている分散局 14-k の情報を連携情報として取得する（ステップ S 401）。取得部 211 は、取得した収容端末数及びスリープしている分散局 14-k の情報を分析部 22 に通知する。
- 。
- [0066] リアルタイム分析部 222 は、各分散局 14 の最大収容端末数の情報、ス

リープしている分散局 14-k に接続していた無線局 12 の情報を連携情報蓄積部 221 から読み込む (ステップ S402)。リアルタイム分析部 222 は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する (ステップ S403)。

[0067] 次に、リアルタイム分析部 222 は、定数 i に 1 の値を代入する (ステップ S404)。リアルタイム分析部 222 は、 $U_i < u_i$ を満たすか否かを判定する (ステップ S405)。 $U_i < u_i$ で示される条件は、第 1 スリープ解除条件の具体例である。リアルタイム分析部 222 は、第 1 スリープ解除条件 (例えば、 $U_i < u_i$) が満たされたと判定した場合 (ステップ S405-YES)、スリープしている分散局 14-k のスリープ解除及び光パスの切替が必要であると判定する。

[0068] リアルタイム分析部 222 は、判定結果を制御部 23 に通知する。スリープ制御部 232 は、判定結果に基づいてスリープしている分散局 14-k にスリープを解除する指示を送信する (ステップ S406)。光パス切替制御部 231 は、ステップ S402 の処理で取得した情報から、スリープ前に分散局 14-k に接続していた無線局 12 の情報を取得する。光パス切替制御部 231 は、スリープ前に分散局 14-k に接続していた無線局 12 に対して、分散局 14-k への接続変更を指示する。

[0069] ステップ S405 の処理において、リアルタイム分析部 222 は第 1 スリープ解除条件 (例えば、 $U_i < u_i$) が満たされていないと判定した場合 (ステップ S405-NO)、 i が最大値であるか否かを判定する (ステップ S408)。リアルタイム分析部 222 は、 i が最大値であると判定した場合 (ステップ S408-YES)、処理を終了する。

[0070] 一方、リアルタイム分析部 222 は、 i が最大値ではないと判定した場合 (ステップ S408-NO)、 i の値に 1 の値を加算する (ステップ S409)。その後、リアルタイム分析部 222 は、再度ステップ S405 の処理を実行する。

[0071] ここで、図 6 の処理において、具体的な数値を用いて説明する。一例とし

て、分散局14の総数は、2 ($i = 2$) であり、分散局14-1の最大収容端末数が1000であり、分散局14-1の収容端末数が800であり、分散局14-2の最大収容端末数が800であり、分散局14-2の収容端末数が1000であるとする。

[0072] $i = 1$ である場合、 $U_1 < u_1$ は、 $1000 > 800$ となり、第1スリープ解除条件が満たされていない。リアルタイム分析部222は、第1スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ ）が満たされていないと判定した場合（ステップS405-NO）、 i が最大値であるか否かを判定する（ステップS408）。現在、 $i = 1$ であるため、リアルタイム分析部222は i が最大値ではないと判定する。

[0073] リアルタイム分析部222は、 i の値に1の値を加算して $i = 2$ とする。リアルタイム分析部222は再度ステップS405の処理を実行する。 $i = 2$ である場合、 $U_2 < u_2$ は、 $800 < 1000$ となり、第1スリープ解除条件が満たされている。その後、ステップS406及びS407の処理が実行される。

[0074] 図7は、第1の実施形態におけるモバイルNWシステム100が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。なお、図7の説明では、分散局14-2がスリープ状態であるとする。

[0075] 分散局14-2は、スリープ状態である（ステップS501）。管理制御装置20の取得部211は、分散局14-1から連携情報を所定の周期で取得する（ステップS502）。取得部211は、取得した連携情報を連携情報蓄積部221に蓄積する。リアルタイム分析部222は、連携情報蓄積部221に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップS503）。ステップS503における光パスの切替及びスリープ制御判断は、スリープの解除条件が満たされたか否かである。ここで、スリープの解除条件が満たされたとする。

[0076] 管理制御装置20のスリープ制御部232は、スリープ解除通知を分散局14-2に送信する（ステップS504）。スリープ解除通知は、スリープ

状態を解除することを示す内容を含む信号である。分散局 14-2 は、スリープ解除通知の受信に応じて、スリープ解除応答通知を管理制御装置 20 に送信する（ステップ S505）。スリープ解除応答通知は、スリープ解除通知を受信したことを示す内容を含む信号である。

[0077] 光パス切替制御部 231 は、光パス切替先情報を切替装置 13 及び集約局 15 に通知する（ステップ S506）。切替装置 13 は、管理制御装置 20 から光パス切替先情報が通知されると、無線局 12 と、分散局 14-1 と、分散局 14-2 に対して光パスの切替を指示する（ステップ S507）。

[0078] 無線局 12 と、分散局 14-1 と、分散局 14-2 は、光パスの切替を準備する（ステップ S508、ステップ S509 及びステップ S510）。無線局 12 と、分散局 14-1 と、分散局 14-2 は、光パスの切替準備が完了すると、切替準備が完了したことを示す光パス切替応答通知を切替装置 13 に送信する（ステップ S511、ステップ S512 及びステップ S513）。

[0079] 切替装置 13 は、無線局 12 と、分散局 14-1 と、分散局 14-2 から光パス切替応答通知が得られると、無線局 12 と、分散局 14-1 と、分散局 14-2 に対して、光パス切替開始通知を送信する（ステップ S514）。

[0080] 無線局 12 と、分散局 14-1 と、分散局 14-2 は、光パス切替開始通知の受信に応じて、光パスを切り替える（ステップ S515、ステップ S516 及びステップ S517）。分散局 14-1 は、コア装置 16 に対して経路切り替え要求を送信する（ステップ S518）。コア装置 16 は、経路切り替え要求の受信に応じて経路を切り替える（ステップ S519）。経路の切替が完了すると、コア装置 16 は分散局 14-1 に対して、経路切り替え応答通知を送信する（ステップ S520）。

[0081] 無線局 12 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を管理制御装置 20 に送信する（ステップ S521）。分散局 14-1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を管理制御装置 20 に送信する（ス

トップS 5 2 2)。分散局 1 4 - 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を管理制御装置 2 0 に送信する（ステップ S 5 2 3）。

[0082] 以上のように構成されたモバイルNWシステム 1 0 0 によれば、1 以上の端末 1 1 と無線通信を行う 1 以上の無線局 1 2 と、1 以上の無線局 1 2 と切替装置 1 3 を介して接続される複数の分散局 1 4 と、複数の分散局 1 4 と 1 以上の端末 1 1 との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得する連携情報収集部 2 1 と、連携情報に基づいて 1 以上の無線局 1 2 と複数の分散局 1 4 との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、1 以上の無線局 1 2 と複数の分散局 1 4 との間の光パスの切替を制御する光パス切替制御部 2 3 1 と、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させるスリープ制御部 2 3 2 とを備える。これにより、各分散局 1 4 の負荷を分析しながら、光パスの切替及びスリープの制御を行う。したがって、通信品質の劣化を伴わず省電力化の効果を大きくすることが可能になる。

[0083] (第 1 の実施形態における変形例 1)

上述した実施形態では、管理制御装置 2 0 が、分散局 1 4 から連携情報を直接取得する構成を示した。管理制御装置 2 0 は、連携情報を他の装置を経由して取得してもよい。ここで、他の装置とは、例えば無線コントローラである。図 8 は、第 1 の実施形態の変形例 1 におけるモバイルNWシステム 1 0 0 a の構成例を示す図である。モバイルNWシステム 1 0 0 a は、1 以上の無線局 1 2 と、切替装置 1 3 と、複数の分散局 1 4 と、集約局 1 5 と、コア装置 1 6 と、管理制御装置 2 0 と、無線コントローラ 3 0 a を備える。図 8 に示すように、モバイルNWシステム 1 0 0 a では、管理制御装置 2 0 と分散局 1 4 との間に無線コントローラ 3 0 a が備えられる。

[0084] 無線コントローラ 3 0 a は、無線通信により各分散局 1 4 から所定の周期で連携情報を取得する。無線コントローラ 3 0 a は、取得した連携情報を無線通信により管理制御装置 2 0 に送信する。なお、無線コントローラ 3 0 a は、スリープの制御指示を管理制御装置 2 0 から受信して切替元分散局に送

信してもよい。

このように構成されることによって、無線通信により連携情報を収集することができる。

[0085] (第1の実施形態における変形例2)

上述した実施形態では、管理制御装置20が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う構成を示した。これに対して、切替装置13が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行うように構成されてもよい。図9は、第1の実施形態の変形例2におけるモバイルNWシステム100bの構成例を示す図である。モバイルNWシステム100bは、1以上の無線局12と、切替装置13bと、複数の分散局14と、集約局15と、コア装置16と、管理制御装置20bを備える。

[0086] 図9に示すように、切替装置13bは制御部23を備え、管理制御装置20bは制御部23を備えない。管理制御装置20bのリアルタイム分析部222は、分析結果を切替装置13bに通知する。なお、リアルタイム分析部222は、光パスの切替及びスリープ制御が行う場合のみ切替装置13bに分析結果を通知してもよい。切替装置13bの制御部23は、管理制御装置20bから通知された分析結果に基づいて光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う。

[0087] 図10は、第1の実施形態の変形例2におけるモバイルNWシステム100bが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図10において、図5と同様の処理については図5と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図10の説明では、分散局14-1が切替先分散局であり、分散局14-2が切替元分散局であるとする。ここでは切替先分散局14-1、切替元分散局14-2と記載して説明する。

[0088] ステップS301からステップS303までの処理が実行された後、リアルタイム分析部222は、第1切替条件が満たされた場合に、切替装置13bに対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する(ステップS601)。切替装置13bは、管理制御装置20bから送信された指示を受信す

る。

- [0089] 切替装置 13b の光パス切替制御部 231 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S602）。光パス切替制御部 231 は、光パス切替先情報を集約局 15 に通知する（ステップ S603）。その後、光パス切替制御部 231 は、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 と、切替元分散局 14-2 に対して光パスの切替を指示する（ステップ S604）。その後、ステップ S306 からステップ S317 までの処理が実行される。
- [0090] 無線局 12 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S605）。なお、無線局 12 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 20b にも送信してもよい。切替先分散局 14-1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S606）。なお、無線局 12 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 20b にも送信してもよい。
- [0091] 切替装置 13b が備えるスリープ制御部 232 は、光パス切替開始通知の送信先から光パス切替完了通知が受信されると、切替元分散局 14-2 に対してスリープ許可通知を送信する（ステップ S607）。切替元分散局 14-2 は、切替装置 13b からスリープ許可通知が得られると、スリープ応答通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S608）。切替元分散局 14-2 は、スリープ応答通知の送信後、スリープ状態に移行する（ステップ S322）。
- [0092] 図 11 は、第 1 の実施形態の変形例 2 におけるモバイル NW システム 100b が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 11 において、図 7 と同様の処理については図 7 と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図 11 の説明では、分散局 14-2 がスリープ状態であるとする。
- [0093] ステップ S501 からステップ S503 までの処理が実行された後、リアルタイム分析部 222 は、スリープの解除条件が満たされた場合に、切替装

置 1 3 b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する（ステップ S 7 0 1）。切替装置 1 3 b は、管理制御装置 2 0 b から送信された指示を受信する。

[0094] 切替装置 1 3 b のスリープ制御部 2 3 2 は、受信した指示に含まれる情報に基づいて、スリープ解除通知を分散局 1 4 - 2 に送信する（ステップ S 7 0 2）。分散局 1 4 - 2 は、スリープ解除通知の受信に応じて、スリープ解除応答通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 7 0 3）。

[0095] 切替装置 1 3 b の光パス切替制御部 2 3 1 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S 7 0 4）。切替装置 1 3 b の光パス切替制御部 2 3 1 は、光パス切替先情報を集約局 1 5 に通知する（ステップ S 7 0 5）。その後、ステップ S 5 0 7 からステップ S 5 2 0 までの処理が実行される。

[0096] 無線局 1 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 7 0 6）。分散局 1 4 - 1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 7 0 7）。分散局 1 4 - 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 7 0 8）。

[0097] （第 2 の実施形態）

第 2 の実施形態では、連携情報として、処理負荷情報（例えば、分散局毎のメモリの使用率の情報又は CPU の使用率の情報）がさらに含まれる点で第 1 の実施形態と構成が異なる。第 2 の実施形態では、処理負荷情報の一例として、分散局毎のメモリの使用率の情報を例に説明する。

[0098] 図 1 2 は、第 2 の実施形態におけるモバイル NW システム 1 0 0 c の構成例を示す図である。第 2 の実施形態におけるモバイル NW システム 1 0 0 c は、1 以上の無線局 1 2 と、切替装置 1 3 と、複数の分散局 1 4 と、集約局 1 5 と、コア装置 1 6 と、管理制御装置 2 0 c を備える。管理制御装置 2 0 c は、連携情報収集部 2 1 c、分析部 2 2 c 及び制御部 2 3 を備える。

[0099] 連携情報収集部 2 1 c は、取得部 2 1 1 及び分散局監視部 2 1 2 c を備え

る。分散局監視部 212c は、各分散局 14 を監視し、分散局 14 毎にメモリ使用率を測定する。分散局監視部 212c は、分散局 14 毎に測定したメモリ使用率の情報を連携情報として分析部 22c に出力する。

[0100] 分析部 22c は、連携情報蓄積部 221 及びリアルタイム分析部 222c を備える。リアルタイム分析部 222c は、連携情報に基づき、単位時間当たりの分散局 14 の接続数の変化量等のモバイルNWシステム 100c における通信の状態を分析する。具体的には、リアルタイム分析部 222c は、メモリ使用率を現在の収容端末数で除算し、1台当たりのメモリ使用率を概算する。さらに、リアルタイム分析部 222c は、他の分散局 14 の収容端末数と、対象の分散局 14 の1台当たりのメモリ使用率を乗算し、メモリ使用率が100%を超えない、かつ、その分散局 14 の収容端末数が対象の分散局 14 の追加収容できる端末数より少ない場合に光パス切替及びスリープを判断する。

[0101] 図 13 は、第 2 の実施形態における管理制御装置 20c が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 13 において、図 3 と同様の処理については図 3 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0102] 連携情報収集部 21c は、各分散局 14 から連携情報を取得する（ステップ S801）。具体的には、取得部 211 は、各分散局 14 から少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等とを連携情報として取得する。さらに、分散局監視部 212c は、分散局 14 毎にメモリ使用率を測定する。連携情報収集部 21c は、取得した分散局 14 毎の連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する（ステップ S802）。具体的には、連携情報収集部 21c は、各分散局 14 から少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等とを含む連携情報に加えて、分散局 14 毎のメモリ使用率の情報を連携情報として連携情報蓄積部 221 に蓄積する。

[0103] リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S803）。さらに、リアルタイム分析部 222c は、連携

情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 のメモリ使用率を概算する（ステップ S804）。

[0104] リアルタイム分析部 222c は、第 2 切替条件が満たされたか否かを判定する（ステップ S805）。第 2 切替条件は、無線局 12 と分散局 14 との間の光パスの切替が必要であることを示す条件であり、例えばある分散局 14 の追加収容可能端末数が、スリープ判断の対象となる分散局 14 の収容端末数よりも多いこと、かつ、メモリ使用率が 100% を超えないことである。

[0105] リアルタイム分析部 222c は、第 2 切替条件が満たされたと判定した場合（ステップ S805-YES）、ステップ S105 以降の処理が実行される。一方、リアルタイム分析部 222c は、第 2 切替条件が満たされていないと判定した場合（ステップ S805-NO）、ステップ S107 以降の処理が実行される。

[0106] 図 14 は、第 2 の実施形態における管理制御装置 20c が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図 14 に示す処理は、図 13 に示す処理をより具体的に示した内容について説明する。図 14 において、図 4 と同様の処理については図 4 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0107] 取得部 211 は、各分散局 14 から、各分散局の最大収容端末数、接続無線局情報、収容端末数の情報を連携情報として取得する。さらに、分散局監視部 212c は、各分散局 14 のメモリ使用率の情報を取得する（ステップ S901）。

[0108] 取得部 211 は、取得した分散局 14 毎の連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する。分散局監視部 212c は、取得した各分散局 14 のメモリ使用率の情報を連携情報として蓄積する（ステップ S902）。リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S903）。さらに、リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 22

1に蓄積された分散局14毎の連携情報に基づいて、各分散局14の1台当たりのメモリ使用率を概算する(ステップS904)。

[0109] 次に、リアルタイム分析部222cは、定数 i に1の値を代入する(ステップS905)。次に、リアルタイム分析部222cは、 k に $(i+1)$ の値を代入する(ステップS906)。その後、リアルタイム分析部222cは、 $100-M_i > m_i \times u_k$ 、かつ、 $U_i - u_i > u_k$ を満たすか否か判定する(ステップS907)。 M_i は分散局14- i のメモリ使用率を表し、 m_i は各分散局14の1台当たりのメモリ使用率を表す。 m_i は、ステップS904の処理で算出される。 $100-M_i > m_i \times u_k$ 、かつ、 $U_i - u_i > u_k$ で示される条件は、第2切替条件の具体例である。

[0110] リアルタイム分析部222cは、第2切替条件が満たされたと判定した場合(ステップS907-YES)、ステップS207以降の処理を実行する。一方、リアルタイム分析部222cは、第2切替条件が満たされていないと判定した場合(ステップS907-NO)、ステップS209以降の処理を実行する。

[0111] ここで、図14の処理において、具体的な数値を用いて説明する。一例として、分散局14-1の最大収容端末数が1000であり、分散局14-1の収容端末数が100であり、分散局14-1のメモリ使用率 M_1 が20%であり、分散局14-2の最大収容端末数が800であり、分散局14-2の収容端末数が200であり、分散局14-2のメモリ使用率 M_2 が30%であるとする。この場合、ステップS904の処理において、リアルタイム分析部222cは、分散局14の1台当たりのメモリ使用率の概算値として、 $m_1 = 20 / 100 = 0.2$ 、 $m_2 = 30 / 200 = 0.15$ を算出する。 m_1 は分散局14-1の1台当たりのメモリ使用率の概算値を表し、 m_2 は分散局14-2の1台当たりのメモリ使用率の概算値を表す。

[0112] リアルタイム分析部222cは、ステップS907の処理において、 $100-M_i > m_i \times u_k$ 、かつ、 $U_i - u_i > u_k$ を満たすか否か判定する。 $i=1$ 、 $k=2$ である場合、以下のように表される。

- ・ $100 - M_i \Rightarrow 100 - 20 = 80$
- ・ $m_i \times u_k \Rightarrow 0, 2 \times 200 = 40$
- ・ $U_i - u_i \Rightarrow 1000 - 100 = 900$

[0113] 上述した結果を踏まえると、 $100 - M_i > m_i \times u_k$ 、かつ、 $U_i - u_i > u_k$ は、 $180 > 40$ 、かつ、 $900 > 200$ となる。この場合、リアルタイム分析部222cは、第2切替条件が満たされたと判定する。よって、リアルタイム分析部222cは、分散局14-2に接続された無線局12を分散局14-1に接続させるように切替判断し、分散局14-2をスリープ状態に移行させるようにスリープを判断する。リアルタイム分析部222cは、分散局14-2に接続された無線局12を分散局14-1に接続させるように切替判断した結果を光パス切替制御部231に通知し、分散局14-2をスリープ状態に移行させるようにスリープの判断結果をスリープ制御部232に通知する。

[0114] これにより、光パス切替制御部231は、リアルタイム分析部222cからの通知に従って、分散局14-2に接続された無線局12を分散局14-1に接続させるように光パスの切り替えを制御する。スリープ制御部232は、リアルタイム分析部222cからの通知に従って、分散局14-2をスリープ状態に移行させるようにスリープを制御する。

[0115] 図15は、第2の実施形態におけるモバイルNWシステム100cが実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図15において、図5と同様の処理については図5と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図15の説明では、分散局14-1が切替先分散局であり、分散局14-2が切替元分散局であるとする。ここでは切替先分散局14-1、切替元分散局14-2と記載して説明する。

[0116] 管理制御装置20cの連携情報収集部21cは、切替先分散局14-1及び切替元分散局14-2から連携情報を所定の周期で取得する（ステップS1001、ステップS1002）。なお、ステップS1001及びステップS1002で取得する連携情報には、少なくとも収容端末数の情報と、最大

收容端末数の情報等に加えて、分散局 14 毎のメモリの使用率の情報が含まれるものとする。連携情報収集部 21c は、取得した連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する。

[0117] リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップ S1003）。ステップ S1003 における光パスの切替及びスリープ制御判断は、ステップ S805 における第 2 切替条件が満たされたか否かの判定である。ここで、ステップ S805 における第 2 切替条件が満たされたとする。リアルタイム分析部 222c は、第 2 切替条件が満たされた場合、ステップ S304 以降の処理を実行する。

[0118] 図 16 は、第 2 の実施形態における管理制御装置 20c が実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 16 において、図 6 と同様の処理については図 6 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0119] 取得部 211 は、各分散局 14 から、收容端末数及びスリープしている分散局 14-k の情報を連携情報として取得する。さらに、分散局監視部 212c は、分散局 14 毎のメモリ使用率の情報を連携情報として取得する（ステップ S1101）。取得部 211 は、取得した收容端末数、スリープしている分散局 14-k の情報及びメモリ使用率の情報を分析部 22c に通知する。

[0120] 分析部 22c のリアルタイム分析部 222c は、各分散局 14 の最大收容端末数の情報、スリープしている分散局 14-k に接続していた無線局 12 の情報を連携情報蓄積部 221 から読み込む（ステップ S1102）。リアルタイム分析部 222c は、取得された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加收容可能端末数を算出する（ステップ S1103）。

[0121] 次に、リアルタイム分析部 222c は、定数 i に 1 の値を代入する（ステップ S1104）。リアルタイム分析部 222c は、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ のいずれかを満たすか否かを判定する（ステップ S1105）。 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ で示される条件は、第 2 スリープ解除条件の具体例である

。第2スリープ解除条件において、 $T1 < M_i$ は、分散局14-iのメモリ使用率 M_i が閾値 $T1$ （例えば、80、90、100%等の予め定められた値）を超えたことを意味する。

[0122] リアルタイム分析部222cは、第2スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ ）が満たされたと判定した場合（ステップS1105-YES）、光パスの切替及びスリープしている分散局14-kのスリープ解除が必要であると判定する。

[0123] リアルタイム分析部222cは、判定結果を制御部23に通知する。その後、ステップS406以降の処理が実行される。一方、リアルタイム分析部222cは、第2スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ ）が満たされていないと判定した場合（ステップS1105-NO）、ステップS408の処理を実行する。

[0124] 図17は、第2の実施形態におけるモバイルNWシステム100cが実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図17において、図7と同様の処理については図7と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図17の説明では、分散局14-2がスリープ状態であるとする。

[0125] 分散局14-2は、スリープ状態である（ステップS501）。管理制御装置20cの連携情報収集部21cは、分散局14-1から連携情報を所定の周期で取得する（ステップS1201）。なお、ステップS1201で取得する連携情報には、少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等に加えて、分散局14毎のメモリの使用率の情報が含まれるものとする。連携情報収集部21cは、取得した連携情報を連携情報蓄積部221に蓄積する。

[0126] リアルタイム分析部222cは、連携情報蓄積部221に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップS1202）。ステップS1202における光パスの切替及びスリープ制御判断は、スリープの解除条件が満たされたか否かである。ここで、スリープの解除条件

が満たされたとする。リアルタイム分析部 222c は、スリープの解除条件が満たされた場合、ステップ S504 以降の処理を実行する。

[0127] 以上のように構成された第 2 の実施形態におけるモバイル NW システム 100c によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。具体的には、モバイル NW システム 100c では、管理制御装置 20c が、連携情報として、分散局 14 毎のメモリの使用率の情報をさらに取得して、連携情報に基づいて光パスの切替の要否を判断する。管理制御装置 20c は、光パスの切替が必要であると判断された場合に、1 以上の無線局 12 と複数の分散局 14 との間の光パスの切替を制御する。さらに、管理制御装置 20c は、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させる。これにより、各分散局 14 の負荷を分析しながら、光パスの切替及びスリープの制御を行う。したがって、通信品質の劣化を伴わず省電力化の効果を大きくすることが可能になる。

[0128] (第 2 の実施形態における変形例 1)

上述した実施形態では、管理制御装置 20c が、分散局 14 から連携情報を直接取得する構成を示した。管理制御装置 20c は、連携情報を他の装置を経由して取得してもよい。ここで、他の装置とは、例えば無線コントローラである。このように構成される場合、モバイル NW システム 100c は、無線コントローラ 30a を新たに備え、管理制御装置 20c と分散局 14 との間に無線コントローラ 30a が備えられる。

[0129] 無線コントローラ 30a は、無線通信により各分散局 14 から所定の周期で連携情報を取得する。無線コントローラ 30a は、取得した連携情報を無線通信により管理制御装置 20c に送信する。なお、無線コントローラ 30a は、スリープの制御指示を管理制御装置 20c から受信して切替元分散局に送信してもよい。

このように構成されることによって、無線通信により連携情報を収集することができる。

[0130] (第 2 の実施形態における変形例 2)

上述した実施形態では、管理制御装置 20c が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う構成を示した。これに対して、切替装置 13 が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行うように構成されてもよい。このように構成される場合、切替装置 13 は制御部 23 を備え、管理制御装置 20c は制御部 23 を備えない。管理制御装置 20c のリアルタイム分析部 222c は、分析結果を切替装置 13 に通知する。なお、リアルタイム分析部 222c は、光パスの切替及びスリープ制御が行う場合のみ切替装置 13 に分析結果を通知してもよい。切替装置 13 の制御部 23 は、管理制御装置 20c から通知された分析結果に基づいて光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う。

[0131] 図 18 は、第 2 の実施形態の変形例 2 におけるモバイル NW システム 100c が実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 18 において、図 15 と同様の処理については図 15 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0132] ステップ S1001 からステップ S1003 までの処理が実行された後、リアルタイム分析部 222c は、第 2 切替条件が満たされた場合に、切替装置 13b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する（ステップ S1301）。切替装置 13b は、管理制御装置 20c から送信された指示を受信する。

[0133] 切替装置 13b の光パス切替制御部 231 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S1302）。光パス切替制御部 231 は、光パス切替先情報を集約局 15 に通知する（ステップ S1303）。その後、光パス切替制御部 231 は、切替元分散局 14-2 に接続されている無線局 12 と、切替先分散局 14-1 と、切替元分散局 14-2 に対して光パスの切替を指示する（ステップ S1304）。その後、ステップ S306 からステップ S317 までの処理が実行される。

[0134] 無線局 12 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S1305）。なお、無線局 12 は、光パス

切替完了通知を管理制御装置 20c にも送信してもよい。切替先分散局 14-1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13 に送信する（ステップ S 1306）。なお、無線局 12 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 20c にも送信してもよい。

[0135] 切替装置 13b が備えるスリープ制御部 232 は、光パス切替開始通知の送信先から光パス切替完了通知が受信されると、切替元分散局 14-2 に対してスリープ許可通知を送信する（ステップ S 1307）。切替元分散局 14-2 は、切替装置 13 からスリープ許可通知が得られると、スリープ応答通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S 1308）。切替元分散局 14-2 は、スリープ応答通知の送信後、スリープ状態に移行する（ステップ S 322）。

[0136] 図 19 は、第 2 の実施形態の変形例 2 におけるモバイル NW システム 100c が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 19 において、図 17 と同様の処理については図 17 と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図 17 の説明では、分散局 14-2 がスリープ状態であるとする。

[0137] ステップ S 501、ステップ S 1201 及びステップ S 1202 の処理が実行された後、リアルタイム分析部 222c は、スリープの解除条件が満たされた場合に、切替装置 13b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する（ステップ S 1401）。切替装置 13b は、管理制御装置 20c から送信された指示を受信する。

[0138] 切替装置 13b のスリープ制御部 232 は、受信した指示に含まれる情報に基づいて、スリープ解除通知を分散局 14-2 に送信する（ステップ S 1402）。分散局 14-2 は、スリープ解除通知の受信に応じて、スリープ解除応答通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S 1403）。

[0139] 切替装置 13b の光パス切替制御部 231 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S 1404）。切替装置 13b の光パス切替制御部 231 は、光パス切替先情報を集約局 15 に通知する（

ステップS 1 4 0 5)。その後、ステップS 5 0 7からステップS 5 2 0までの処理が実行される。

[0140] 無線局1 2は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置1 3 bに送信する(ステップS 1 4 0 6)。分散局1 4 - 1は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置1 3 bに送信する(ステップS 1 4 0 7)。分散局1 4 - 2は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置1 3 bに送信する(ステップS 1 4 0 8)。

[0141] (第3の実施形態)

第3の実施形態では、連携情報として、処理負荷情報(例えば、分散局毎のメモリの使用率の情報又はCPUの使用率の情報)及び分散局毎の処理遅延情報がさらに含まれる点で第2の実施形態と構成が異なる。なお、システム構成については第2の実施形態と同様である。第3の実施形態では、処理負荷情報の一例として、分散局毎のメモリの使用率の情報を例に説明する。

[0142] 管理制御装置2 0 cは、分散局1 4毎の端末数の情報、分散局1 4毎のメモリ使用率の情報及び分散局1 4毎の処理遅延情報に基づいて光パス切替及びスリープを判断する。例えば、分散局監視部2 1 2 cは、各分散局1 4を監視し、分散局1 4毎にメモリ使用率を測定する。さらに、分散局監視部2 1 2 cは、各分散局1 4を監視し、分散局1 4毎の処理遅延情報を収集する。分散局監視部2 1 2 cは、分散局1 4毎に測定したメモリ使用率の情報と、分散局1 4毎の処理遅延情報とを連携情報として分析部2 2 cに出力する。

[0143] 図2 0は、第3の実施形態における管理制御装置2 0 cが実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。図2 0において、図1 3と同様の処理については図1 3と同様の符号を付して説明を省略する。

[0144] 連携情報収集部2 1 cは、各分散局1 4から連携情報を取得する(ステップS 1 5 0 1)。具体的には、取得部2 1 1は、各分散局1 4から少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等を連携情報として取得する。さらに、分散局監視部2 1 2 cは、分散局1 4毎にメモリ使用率を測定

するとともに、分散局 14 毎の処理遅延情報を取得する。連携情報収集部 21c は、取得した分散局 14 毎の連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する（ステップ S1502）。具体的には、連携情報収集部 21c は、各分散局 14 から少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等を含む連携情報に加えて、分散局 14 毎のメモリ使用率の情報と分散局 14 毎の処理遅延情報を連携情報として連携情報蓄積部 221 に蓄積する。

[0145] リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S1503）。さらに、リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 のメモリ使用率を概算する（ステップ S1504）。

[0146] リアルタイム分析部 222c は、第 3 切替条件が満たされたか否かを判定する（ステップ S1505）。第 3 切替条件は、無線局 12 と分散局 14 との間の光パスの切替が必要であることを示す条件であり、例えばある分散局 14 の追加収容可能端末数が、スリープ判断の対象となる分散局 14 の収容端末数よりも多いこと、かつ、メモリ使用率が 100% を超えないこと、かつ、スリープ判断の対象となる分散局 14 の処理遅延が閾値を超えないことである。

[0147] リアルタイム分析部 222c は、第 3 切替条件が満たされたと判定した場合（ステップ S1505-YES）、ステップ S105 以降の処理が実行される。一方、リアルタイム分析部 222c は、第 3 切替条件が満たされていないと判定した場合（ステップ S1505-NO）、ステップ S107 以降の処理が実行される。

[0148] 図 21 は、第 3 の実施形態における管理制御装置 20c が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図 21 に示す処理は、図 20 に示す処理をより具体的に示した内容について説明する。図 21 において、図 14 と同様の処理については図 14 と同様の符号を付して説明を省略する。

- [0149] 取得部 211 は、各分散局 14 から、各分散局の最大収容端末数、接続無線局情報、収容端末数の情報を連携情報として取得する。さらに、分散局監視部 212c は、各分散局 14 のメモリ使用率の情報及び処理遅延情報を取得する（ステップ S1601）。
- [0150] 取得部 211 は、取得した分散局 14 毎の連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する。さらに、さらに、分散局監視部 212c は、取得した各分散局 14 のメモリ使用率の情報及び処理遅延情報を連携情報として蓄積する（ステップ S1602）。リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S1603）。さらに、リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の 1 台当たりのメモリ使用率を概算する（ステップ S1604）。
- [0151] 次に、リアルタイム分析部 222c は、定数 i に 1 の値を代入する（ステップ S1605）。次に、リアルタイム分析部 222c は、 k に $(i+1)$ の値を代入する（ステップ S1606）。その後、リアルタイム分析部 222c は、 $100 - M_i > m_i \times u_k$ 、かつ、 $U_i - u_i > u_k$ 、かつ、 $T > t_i$ を満たすか否か判定する（ステップ S1607）。 T は閾値を表し、第 3 の実施形態における t_i は分散局 14 - i の処理遅延を表す。 $100 - M_i > m_i \times u_k$ 、かつ、 $U_i - u_i > u_k$ 、かつ、 $T > t_i$ で示される条件は、第 3 切替条件の具体例である。
- [0152] リアルタイム分析部 222c は、第 3 切替条件が満たされたと判定した場合（ステップ S1607 - YES）、ステップ S207 以降の処理を実行する。一方、リアルタイム分析部 222c は、第 3 切替条件が満たされていないと判定した場合（ステップ S1607 - NO）、ステップ S209 以降の処理を実行する。
- [0153] 図 22 は、第 3 の実施形態におけるモバイル NW システム 100c が実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 22 に

において、図15と同様の処理については図15と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図22の説明では、分散局14-1が切替先分散局であり、分散局14-2が切替元分散局であるとする。ここでは切替先分散局14-1、切替元分散局14-2と記載して説明する。

[0154] 管理制御装置20cの連携情報収集部21cは、切替先分散局14-1及び切替元分散局14-2から連携情報を所定の周期で取得する（ステップS1701、ステップS1702）。なお、ステップS1701及びステップS1702で取得する連携情報には、少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等に加えて、分散局14毎のメモリの使用率の情報及び分散局14毎の処理遅延情報が含まれるものとする。連携情報収集部21cは、取得した連携情報を連携情報蓄積部221に蓄積する。

[0155] リアルタイム分析部222cは、連携情報蓄積部221に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップS1703）。ステップS1703における光パスの切替及びスリープ制御判断は、ステップS1505における第3切替条件が満たされたか否かの判定である。ここで、ステップS1505における第3切替条件が満たされたとする。リアルタイム分析部222cは、第5切替条件が満たされた場合、ステップS304以降の処理を実行する。

[0156] 図23は、第3の実施形態における管理制御装置20cが実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。図23において、図16と同様の処理については図16と同様の符号を付して説明を省略する。

[0157] 取得部211は、各分散局14から、収容端末数及びスリープしている分散局14-kの情報を連携情報として取得する。さらに、分散局監視部212cは、分散局14毎のメモリ使用率の情報及び分散局14毎の処理遅延情報を連携情報として取得する（ステップS1751）。取得部211は、取得した収容端末数、スリープしている分散局14-kの情報、メモリ使用率の情報及び分散局14毎の処理遅延情報を分析部22cに通知する。

[0158] 分析部22cのリアルタイム分析部222cは、各分散局14の最大収容

端末数の情報、スリープしている分散局 14-k に接続していた無線局 12 の情報を連携情報蓄積部 221 から読み込む（ステップ S1752）。リアルタイム分析部 222c は、取得された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S1753）。

[0159] 次に、リアルタイム分析部 222c は、定数 i に 1 の値を代入する（ステップ S1754）。リアルタイム分析部 222c は、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ 、又は、 $T < t_i$ のいずれかを満たすか否かを判定する（ステップ S1755）。 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ 、又は、 $T < t_i$ で示される条件は、第 3 スリープ解除条件の具体例である。第 3 スリープ解除条件において、 $T < t_i$ は、分散局 14-i の処理遅延が閾値を超えたことを意味する。

[0160] リアルタイム分析部 222c は、第 3 スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ 、又は、 $T < t_i$ ）が満たされたと判定した場合（ステップ S1755-YES）、光パスの切替及びスリープしている分散局 14-k のスリープ解除が必要であると判定する。

[0161] リアルタイム分析部 222c は、判定結果を制御部 23 に通知する。その後、ステップ S406 以降の処理が実行される。一方、リアルタイム分析部 222c は、第 3 スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T1 < M_i$ 、又は、 $T < t_i$ ）が満たされていないと判定した場合（ステップ S1755-NO）、ステップ S408 の処理を実行する。

[0162] 図 24 は、第 3 の実施形態におけるモバイル NW システム 100c が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 24 において、図 17 と同様の処理については図 17 と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図 17 の説明では、分散局 14-2 がスリープ状態であるとする。

[0163] 分散局 14-2 は、スリープ状態である（ステップ S501）。管理制御装置 20c の連携情報収集部 21c は、分散局 14-1 から連携情報を所定の周期で取得する（ステップ S1801）。なお、ステップ S1801 で取得する連携情報には、分散局 14 毎のメモリの使用率の情報及び処理遅延情

報が含まれるものとする。連携情報収集部 21c は、取得した連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する。

[0164] リアルタイム分析部 222c は、連携情報蓄積部 221 に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップ S1802）。ステップ S1802 における光パスの切替及びスリープ制御判断は、スリープの解除条件が満たされたか否かである。ここで、スリープの解除条件が満たされたとする。リアルタイム分析部 222c は、スリープの解除条件が満たされた場合、ステップ S504 以降の処理を実行する。

[0165] 以上のように構成された第 3 の実施形態におけるモバイル NW システム 100c によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。具体的には、第 3 の実施形態におけるモバイル NW システム 100c では、管理制御装置 20c が、連携情報として、分散局 14 毎のメモリの使用率の情報及び分散局 14 毎の処理遅延情報をさらに取得して、連携情報に基づいて光パスの切替の要否を判断する。管理制御装置 20c は、光パスの切替が必要であると判断された場合に、1 以上の無線局 12 と複数の分散局 14 との間の光パスの切替を制御する。さらに、管理制御装置 20c は、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させる。これにより、各分散局 14 の負荷を分析しながら、光パスの切替及びスリープの制御を行う。したがって、通信品質の劣化を伴わず省電力化の効果を大きくすることが可能になる。

[0166] （第 3 の実施形態における変形例 1）

上述した実施形態では、管理制御装置 20c が、分散局 14 から連携情報を直接取得する構成を示した。管理制御装置 20c は、連携情報を他の装置を経由して取得してもよい。ここで、他の装置とは、例えば無線コントローラである。このように構成される場合、モバイル NW システム 100c は、無線コントローラ 30a を新たに備え、管理制御装置 20c と分散局 14 との間に無線コントローラ 30a が備えられる。

[0167] 無線コントローラ 30a は、無線通信により各分散局 14 から所定の周期

で連携情報を取得する。無線コントローラ 30 a は、取得した連携情報を無線通信により管理制御装置 20 c に送信する。なお、無線コントローラ 30 a は、スリープの制御指示を管理制御装置 20 c から受信して切替元分散局に送信してもよい。

このように構成されることによって、無線通信により連携情報を収集することができる。

[0168] (第3の実施形態における変形例2)

上述した実施形態では、管理制御装置 20 c が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う構成を示した。これに対して、切替装置 13 が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行うように構成されてもよい。このように構成される場合、切替装置 13 は制御部 23 を備え、管理制御装置 20 c は制御部 23 を備えない。管理制御装置 20 c のリアルタイム分析部 222 c は、分析結果を切替装置 13 に通知する。なお、リアルタイム分析部 222 c は、光パスの切替及びスリープ制御が行う場合のみ切替装置 13 に分析結果を通知してもよい。切替装置 13 の制御部 23 は、管理制御装置 20 c から通知された分析結果に基づいて光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う。

[0169] 図 25 は、第3の実施形態の変形例2におけるモバイルNWシステム 100 c が実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 25 において、図 22 と同様の処理については図 22 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0170] ステップ S1701 からステップ S1703 までの処理が実行された後、リアルタイム分析部 222 c は、第3切替条件が満たされた場合に、切替装置 13 b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する (ステップ S1901)。切替装置 13 b は、管理制御装置 20 c から送信された指示を受信する。

[0171] 切替装置 13 b の光パス切替制御部 231 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する (ステップ S1902)。光パス切替制御

部 2 3 1 は、光パス切替先情報を集約局 1 5 に通知する（ステップ S 1 9 0 3）。その後、光パス切替制御部 2 3 1 は、切替元分散局 1 4 - 2 に接続されている無線局 1 2 と、切替先分散局 1 4 - 1 と、切替元分散局 1 4 - 2 に対して光パスの切替を指示する（ステップ S 1 9 0 4）。その後、ステップ S 3 0 6 からステップ S 3 1 7 までの処理が実行される。

[0172] 無線局 1 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 1 9 0 5）。なお、無線局 1 2 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 2 0 c にも送信してもよい。切替先分散局 1 4 - 1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 に送信する（ステップ S 1 9 0 6）。なお、無線局 1 2 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 2 0 c にも送信してもよい。

[0173] 切替装置 1 3 b が備えるスリープ制御部 2 3 2 は、光パス切替開始通知の送信先から光パス切替完了通知が受信されると、切替元分散局 1 4 - 2 に対してスリープ許可通知を送信する（ステップ S 1 9 0 7）。切替元分散局 1 4 - 2 は、切替装置 1 3 からスリープ許可通知が得られると、スリープ応答通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 1 9 0 8）。切替元分散局 1 4 - 2 は、スリープ応答通知の送信後、スリープ状態に移行する（ステップ S 3 2 2）。

[0174] 図 2 6 は、第 3 の実施形態の変形例 2 におけるモバイル NW システム 1 0 0 c が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 2 6 において、図 2 3 と同様の処理については図 2 3 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0175] ステップ S 5 0 1、ステップ S 1 8 0 1 及びステップ S 1 8 0 2 の処理が実行された後、リアルタイム分析部 2 2 2 c は、スリープの解除条件が満たされた場合に、切替装置 1 3 b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する（ステップ S 2 0 0 1）。切替装置 1 3 b は、管理制御装置 2 0 c から送信された指示を受信する。

[0176] 切替装置 1 3 b のスリープ制御部 2 3 2 は、受信した指示に含まれる情報

に基づいて、スリープ解除通知を分散局 14-2 に送信する（ステップ S 2002）。分散局 14-2 は、スリープ解除通知の受信に応じて、スリープ解除応答通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S 2003）。

[0177] 切替装置 13b の光パス切替制御部 231 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S 2004）。切替装置 13b の光パス切替制御部 231 は、光パス切替先情報を集約局 15 に通知する（ステップ S 2005）。その後、ステップ S 507 からステップ S 520 までの処理が実行される。

[0178] 無線局 12 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S 2006）。分散局 14-1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S 2007）。分散局 14-2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S 2008）。

[0179] （第 4 の実施形態）

第 4 の実施形態では、連携情報に、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延の情報がさらに含まれる点で第 1 の実施形態と構成が異なる。

[0180] 図 27 は、第 4 の実施形態におけるモバイル NW システム 100d の構成例を示す図である。第 4 の実施形態におけるモバイル NW システム 100d は、1 以上の無線局 12 と、切替装置 13 と、複数の分散局 14 と、集約局 15 と、コア装置 16 と、管理制御装置 20d を備える。管理制御装置 20d は、連携情報収集部 21d、分析部 22d 及び制御部 23 を備える。

[0181] 連携情報収集部 21d は、取得部 211 及び遅延測定部 213d を備える。遅延測定部 213d は、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延を測定する。例えば、遅延測定部 213d は、Ping を送信した結果として得られた RTT (Round-Trip Time) に基づいて、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延を測定する。遅延測定部 213d は、分散局 14 毎に測定した伝搬遅延の情報を連携情報として分析部 22d に出力する。

[0182] 分析部 22d は、連携情報蓄積部 221 及びリアルタイム分析部 222d

を備える。リアルタイム分析部 222d は、連携情報に基づき、単位時間当たりの分散局 14 の接続数の変化量等のモバイルNWシステム 100d における通信の状態を分析する。具体的には、リアルタイム分析部 222d は、遅延時間を現在の収容端末数で除算し、1台当たりの遅延時間を概算する。さらに、リアルタイム分析部 222d は、他の分散局 14 の収容端末数と、対象の分散局 14 の 1台当たりの遅延時間を乗算し、遅延時間が閾値を超えない、かつ、その分散局 14 の収容端末数が対象の分散局 14 の追加収容できる端末数より少ない場合に光パス切替及びスリープを判断する。

[0183] 図 28 は、第 4 の実施形態における管理制御装置 20d が実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 28 において、図 3 と同様の処理については図 3 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0184] 遅延測定部 213d は、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延を測定する（ステップ S2101）。連携情報収集部 21d は、各分散局 14 から連携情報を取得する（ステップ S2102）。具体的には、取得部 211 は、各分散局 14 から少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等を連携情報として取得する。連携情報収集部 21d は、取得した分散局 14 毎の連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する（ステップ S2103）。具体的には、連携情報収集部 21d は、各分散局 14 から少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等を含む連携情報に加えて、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延の情報を連携情報として連携情報蓄積部 221 に蓄積する。

[0185] リアルタイム分析部 222d は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された分散局 14 毎の連携情報に基づいて、各分散局 14 の追加収容可能端末数を算出する（ステップ S2104）。さらに、リアルタイム分析部 222d は、連携情報蓄積部 221 に蓄積された端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延の情報に基づいて、各分散局 14 の遅延時間を概算する（ステップ S2105）。

[0186] リアルタイム分析部 222d は、第 4 切替条件が満たされたか否かを判定

する（ステップS 2 1 0 6）。第4切替条件は、無線局1 2と分散局1 4との間の光パスの切替が必要であることを示す条件であり、例えばある分散局1 4の追加収容可能端末数が、スリープ判断の対象となる分散局1 4の収容端末数よりも多いこと、かつ、伝送遅延が閾値を超えないことである。

[0187] リアルタイム分析部2 2 2 dは、第4切替条件が満たされたと判定した場合（ステップS 2 1 0 6－YES）、ステップS 1 0 5以降の処理が実行される。一方、リアルタイム分析部2 2 2 dは、第2切替条件が満たされていないと判定した場合（ステップS 2 1 0 6－NO）、ステップS 1 0 7以降の処理が実行される。

[0188] 図2 9は、第4の実施形態における管理制御装置2 0 dが実行するスリープ処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図2 9に示す処理は、図2 8に示す処理をより具体的に示した内容について説明する。図2 9において、図4と同様の処理については図4と同様の符号を付して説明を省略する。

[0189] 遅延測定部2 1 3 dは、端末1 1と各分散局1 4との間の伝送遅延を測定する（ステップS 2 2 0 1）。取得部2 1 1は、各分散局1 4から、各分散局の最大収容端末数、接続無線局情報、収容端末数の情報を連携情報として取得する（ステップS 2 2 0 2）。

[0190] 取得部2 1 1は、取得した分散局1 4毎の連携情報を連携情報蓄積部2 2 1に蓄積する（ステップS 2 2 0 3）。リアルタイム分析部2 2 2 dは、連携情報蓄積部2 2 1に蓄積された分散局1 4毎の連携情報に基づいて、各分散局1 4の追加収容可能端末数を算出する（ステップS 2 2 0 4）。さらに、リアルタイム分析部2 2 2 dは、測定された端末1 1と各分散局1 4との間の伝送遅延の情報に基づいて、各分散局1 4の1台当たりの伝送遅延を概算する（ステップS 2 2 0 5）。

[0191] 具体的には、リアルタイム分析部2 2 2 dは、ステップS 2 2 0 1の処理で得られた分散局1 4－iの伝送遅延の値 T_i を、分散局1 4－iの収容端末数 u_i で除算する（ T_i / u_i ）ことによって、分散局1 4－iの1台当たりの

伝送遅延 t_i を概算する。次に、リアルタイム分析部 222d は、定数 i に 1 の値を代入する（ステップ S2206）。次に、リアルタイム分析部 222d は、 k に $(i+1)$ の値を代入する（ステップ S2207）。

[0192] その後、リアルタイム分析部 222d は、 $U_i - u_i > u_k$ 、かつ、 $T > t_i \times (u_i + u_k)$ を満たすか否か判定する（ステップ S2208）。第 4 の実施形態における t_i は分散局 14-i の 1 台当たりの伝送遅延 t_i を表す。 $U_i - u_i > u_k$ 、かつ、 $T > t_i \times (u_i + u_k)$ で示される条件は、第 4 切替条件の具体例である。リアルタイム分析部 222d は、第 4 切替条件が満たされたと判定した場合（ステップ S2208-YES）、ステップ S207 以降の処理を実行する。一方、リアルタイム分析部 222d は、第 2 切替条件が満たされていないと判定した場合（ステップ S2208-NO）、ステップ S209 以降の処理を実行する。

[0193] 図 30 は、第 4 の実施形態におけるモバイル NW システム 100d が実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 30 において、図 5 と同様の処理については図 5 と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図 30 の説明では、分散局 14-1 が切替先分散局であり、分散局 14-2 が切替元分散局であるとする。ここでは切替先分散局 14-1、切替元分散局 14-2 と記載して説明する。

[0194] 管理制御装置 20d の連携情報収集部 21d は、切替先分散局 14-1 及び切替元分散局 14-2 から連携情報を所定の周期で取得する（ステップ S2301、ステップ S2302）。なお、ステップ S2301 及びステップ S2302 で取得する連携情報には、少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等に加えて、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延の情報が含まれるものとする。連携情報収集部 21d は、取得した連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する。

[0195] リアルタイム分析部 222d は、連携情報蓄積部 221 に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップ S2303）。ステップ S2303 における光パスの切替及びスリープ制御判断は、ス

ステップS 2 1 0 6における第4切替条件が満たされたか否かの判定である。ここで、ステップS 2 1 0 6における第4切替条件が満たされたとする。リアルタイム分析部2 2 2 dは、第4切替条件が満たされた場合、ステップS 3 0 4以降の処理を実行する。

[0196] 図3 1は、第4の実施形態における管理制御装置2 0 dが実行するスリープ解除処理の流れの一例を示すフローチャートである。図3 1において、図6と同様の処理については図6と同様の符号を付して説明を省略する。

[0197] 遅延測定部2 1 3 dは、端末1 1と各分散局1 4との間の伝送遅延を測定する（ステップS 2 4 0 1）。取得部2 1 1は、各分散局1 4から、收容端末数及びスリープしている分散局1 4 - kの情報を連携情報として取得する（ステップS 2 4 0 2）。取得部2 1 1は、取得した收容端末数、スリープしている分散局1 4 - kの情報及び伝送遅延の情報を分析部2 2 dに通知する。

[0198] 分析部2 2 dのリアルタイム分析部2 2 2 dは、各分散局1 4の最大收容端末数の情報、スリープしている分散局1 4 - kに接続していた無線局1 2の情報を連携情報蓄積部2 2 1から読み込む（ステップS 2 4 0 3）。リアルタイム分析部2 2 2 dは、取得された分散局1 4毎の連携情報に基づいて、各分散局1 4の追加收容可能端末数を算出する（ステップS 2 4 0 4）。

[0199] 次に、リアルタイム分析部2 2 2 dは、定数 i に1の値を代入する（ステップS 2 4 0 5）。リアルタイム分析部2 2 2 dは、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T < t_i$ のいずれかを満たすか否かを判定する（ステップS 2 4 0 6）。 $U_i < u_i$ 、又は、 $T < t_i$ で示される条件は、第4スリープ解除条件の具体例である。第4スリープ解除条件において、 $T < t_i$ は、端末1 1と分散局1 4 - i との間の伝送遅延が閾値を超えたことを意味する。すなわち、分散局1 4 - i の1台当たりの伝送遅延 t_i が閾値を超えたことを意味する。

[0200] リアルタイム分析部2 2 2 dは、第4スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T < t_i$ ）が満たされたと判定した場合（ステップS 2 4 0 6 - YES）、光パスの切替及びスリープしている分散局1 4 - kのスリープ解除

が必要であると判定する。

- [0201] リアルタイム分析部 222 d は、判定結果を制御部 23 に通知する。その後、ステップ S 406 以降の処理が実行される。一方、リアルタイム分析部 222 d は、第 4 スリープ解除条件（例えば、 $U_i < u_i$ 、又は、 $T < t_i$ ）が満たされていないと判定した場合（ステップ S 2406-NO）、ステップ S 408 の処理を実行する。
- [0202] 図 32 は、第 4 の実施形態におけるモバイル NW システム 100 d が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 32 において、図 7 と同様の処理については図 7 と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図 32 の説明では、分散局 14-2 がスリープ状態であるとする。
- [0203] 分散局 14-2 は、スリープ状態である（ステップ S 501）。管理制御装置 20 d の連携情報収集部 21 d は、分散局 14-1 から連携情報を所定の周期で取得する（ステップ S 2501）。なお、ステップ S 2501 で取得する連携情報には、少なくとも収容端末数の情報と、最大収容端末数の情報等に加えて、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延の情報が含まれるものとする。連携情報収集部 21 d は、取得した連携情報を連携情報蓄積部 221 に蓄積する。
- [0204] リアルタイム分析部 222 d は、連携情報蓄積部 221 に連携情報が蓄積されると、光パスの切替及びスリープ制御判断を行う（ステップ S 2502）。ステップ S 2502 における光パスの切替及びスリープ制御判断は、スリープの解除条件が満たされたか否かである。ここで、スリープの解除条件が満たされたとする。リアルタイム分析部 222 d は、スリープの解除条件が満たされた場合、ステップ S 504 以降の処理を実行する。
- [0205] 以上のように構成されたモバイル NW システム 100 d によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。具体的には、モバイル NW システム 100 d では、管理制御装置 20 d が、連携情報として、端末 11 と各分散局 14 との間の伝送遅延の情報をさらに取得して、連携情報に基づいて

光パスの切替の要否を判断する。管理制御装置 20 d は、光パスの切替が必要であると判断された場合に、1 以上の無線局 1 2 と複数の分散局 1 4 との間の光パスの切替を制御する。さらに、管理制御装置 20 d は、光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させる。これにより、各分散局 1 4 の負荷を分析しながら、光パスの切替及びスリープの制御を行う。したがって、システム全体として効率的に省電力を実現することが可能になる。

[0206] (第 4 の実施形態における変形例 1)

上述した実施形態では、管理制御装置 20 d が、分散局 1 4 から連携情報を直接取得する構成を示した。管理制御装置 20 d は、連携情報を他の装置を経由して取得してもよい。ここで、他の装置とは、例えば無線コントローラである。このように構成される場合、モバイル NW システム 100 d は、無線コントローラ 30 a を新たに備え、管理制御装置 20 d と分散局 1 4 との間に無線コントローラ 30 a が備えられる。

[0207] 無線コントローラ 30 a は、無線通信により各分散局 1 4 から所定の周期で連携情報を取得する。無線コントローラ 30 a は、取得した連携情報を無線通信により管理制御装置 20 d に送信する。なお、無線コントローラ 30 a は、スリープの制御指示を管理制御装置 20 d から受信して切替元分散局に送信してもよい。

このように構成されることによって、無線通信により連携情報を収集することができる。

[0208] (第 4 の実施形態における変形例 2)

上述した実施形態では、管理制御装置 20 d が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う構成を示した。これに対して、切替装置 1 3 が光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行うように構成されてもよい。このように構成される場合、切替装置 1 3 は制御部 2 3 を備え、管理制御装置 20 d は制御部 2 3 を備えない。管理制御装置 20 d のリアルタイム分析部 2 2 2 d は、分析結果を切替装置 1 3 に通知する。なお、リアルタイム分析

部 2 2 2 d は、光パスの切替及びスリープ制御が行う場合のみ切替装置 1 3 に分析結果を通知してもよい。切替装置 1 3 の制御部 2 3 は、管理制御装置 2 0 d から通知された分析結果に基づいて光パスの切替制御処理及びスリープ制御処理を行う。

[0209] 図 3 3 は、第 4 の実施形態の変形例 2 におけるモバイル NW システム 1 0 0 d が実行するスリープ処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 3 3 において、図 3 0 と同様の処理については図 3 0 と同様の符号を付して説明を省略する。

[0210] ステップ S 2 3 0 1 からステップ S 2 3 0 3 までの処理が実行された後、リアルタイム分析部 2 2 2 d は、第 4 切替条件が満たされた場合に、切替装置 1 3 b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する（ステップ S 2 6 0 1）。切替装置 1 3 b は、管理制御装置 2 0 d から送信された指示を受信する。

[0211] 切替装置 1 3 b の光パス切替制御部 2 3 1 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S 2 6 0 2）。光パス切替制御部 2 3 1 は、光パス切替先情報を集約局 1 5 に通知する（ステップ S 2 6 0 3）。その後、光パス切替制御部 2 3 1 は、切替元分散局 1 4 - 2 に接続されている無線局 1 2 と、切替先分散局 1 4 - 1 と、切替元分散局 1 4 - 2 に対して光パスの切替を指示する（ステップ S 2 6 0 4）。その後、ステップ S 3 0 6 からステップ S 3 1 7 までの処理が実行される。

[0212] 無線局 1 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 2 6 0 5）。なお、無線局 1 2 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 2 0 d にも送信してもよい。切替先分散局 1 4 - 1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 に送信する（ステップ S 2 6 0 6）。なお、無線局 1 2 は、光パス切替完了通知を管理制御装置 2 0 d にも送信してもよい。

[0213] 切替装置 1 3 b が備えるスリープ制御部 2 3 2 は、光パス切替開始通知の送信先から光パス切替完了通知が受信されると、切替元分散局 1 4 - 2 に対

してスリープ許可通知を送信する（ステップS 2 6 0 7）。切替元分散局 1 4 - 2 は、切替装置 1 3 からスリープ許可通知が得られると、スリープ応答通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップS 2 6 0 8）。切替元分散局 1 4 - 2 は、スリープ応答通知の送信後、スリープ状態に移行する（ステップ S 3 2 2）。

[0214] 図 3 4 は、第 4 の実施形態の変形例 2 におけるモバイル NW システム 1 0 0 d が実行するスリープ解除処理の詳細な流れの一例を示すシーケンス図である。図 3 4 において、図 3 1 と同様の処理については図 3 1 と同様の符号を付して説明を省略する。なお、図 3 1 の説明では、分散局 1 4 - 2 がスリープ状態であるとする。

[0215] ステップ S 5 0 1、ステップ S 2 5 0 1 及びステップ S 2 5 0 2 の処理が実行された後、リアルタイム分析部 2 2 2 d は、スリープの解除条件が満たされた場合に、切替装置 1 3 b に対して光パスの切替制御及びスリープ制御を指示する（ステップ S 2 7 0 1）。切替装置 1 3 b は、管理制御装置 2 0 d から送信された指示を受信する。

[0216] 切替装置 1 3 b のスリープ制御部 2 3 2 は、受信した指示に含まれる情報に基づいて、スリープ解除通知を分散局 1 4 - 2 に送信する（ステップ S 2 7 0 2）。分散局 1 4 - 2 は、スリープ解除通知の受信に応じて、スリープ解除応答通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 2 7 0 3）。

[0217] 切替装置 1 3 b の光パス切替制御部 2 3 1 は、受信した指示に含まれる情報から光パスの切替先を決定する（ステップ S 2 7 0 4）。切替装置 1 3 b の光パス切替制御部 2 3 1 は、光パス切替先情報を集約局 1 5 に通知する（ステップ S 2 7 0 5）。その後、ステップ S 5 0 7 からステップ S 5 2 0 までの処理が実行される。

[0218] 無線局 1 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 2 7 0 6）。分散局 1 4 - 1 は、光パスの切替が完了すると、光パス切替完了通知を切替装置 1 3 b に送信する（ステップ S 2 7 0 7）。分散局 1 4 - 2 は、光パスの切替が完了すると、光パス

切替完了通知を切替装置 13b に送信する（ステップ S2708）。

[0219]（第 1 の実施形態から第 4 の実施形態に共通する変形例 1）

モバイル NW システム 100, 100a, 100c, 100d は、切替装置 13 を備えなくてもよい。このように構成される場合、各無線局 12 と各集約局 15 とは、予めフルメッシュのネットワーク形態で接続される。さらに、光パス切替制御部 231 は、光パスの切り替えに際して、光パスの切り替え対象となる無線局 12 及び分散局 14 に対して光パスの切り替えを指示する。例えば、光パス切替制御部 231 は、光パスの切替指示（例えば、図 5 のステップ S305 の処理）を光パスの切り替え対象となる無線局 12 及び分散局 14 に送信し、無線局 12 及び分散局 14 から光パス切替応答通知が得られた後に光パス切替開始通知（例えば、図 5 のステップ S312 の処理）を光パスの切り替え対象となる無線局 12 及び分散局 14 に送信する。

[0220]（第 1 の実施形態から第 4 の実施形態に共通する変形例 2）

各実施形態において、管理制御装置 20, 20c, 20d が、切替元分散局にスリープの指示を行ったことをトリガとして、切替元分散局がスリープ状態に移行する構成を示した。切替元分散局は、管理制御装置 20, 20c, 20d からのスリープ指示によらず、自律的にスリープ状態に移行するように構成されてもよい。このように構成される場合、切替元分散局は、自律スリープ条件が満たされた場合に、自律的にスリープ状態に移行する。自律スリープ条件とは、切替元分散局が自律的にスリープ状態に移行するための条件であり、例えば自装置に接続されている無線局 12 がないこと（自装置に接続されている無線局 12 が 0 であること）、又は、一定時間 ΔT の間にトラフィックが流入していないことである。このように構成される場合、切替元分散局は、スリープ制御部を備える。切替元分散局が備えるスリープ制御部は、自律スリープ条件が満たされた場合に、自装置をスリープ状態に移行させる。なお、この構成は、切替装置 13b に制御部 23 が備えられる場合においても適用可能である。

[0221] 管理制御装置 20, 20c, 20d が収集する情報として、収容端末数の

他に、各分散局 1 4 の端末数、各無線局 1 2 の端末数、実際のトラフィック量、収容端末数と端末 1 台の平均スループットを乗算した値を用いることも可能である。

[0222] 少なくとも管理制御装置 2 0, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d の各機能部のうちの一部又は全部、あるいは、切替装置 1 3, 1 3 b の各機能部のうちの一部又は全部は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサが、不揮発性の記録媒体 (非一時的記録媒体) を有する記憶装置と記憶部に記憶されたプログラムを実行することにより、ソフトウェアとして実現される。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な非一時的記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な非一時的記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置などの非一時的記録媒体である。

[0223] 少なくとも管理制御装置 2 0, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d の各機能部のうちの一部又は全部、あるいは、切替装置 1 3, 1 3 b の各機能部のうちの一部又は全部は、例えば、LSI (Large Scale Integrated circuit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device) 又はFPGA (Field Programmable Gate Array) 等を用いた電子回路 (electronic circuit又はcircuitry) を含むハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0224] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0225] 本発明は、光アクセスシステム等の光通信システムに適用できる。

符号の説明

[0226] 1 1 …端末, 1 2, 1 2 - 1 ~ 1 2 - 4 …無線局, 1 3, 1 3 b …切替装置, 1 4, 1 4 - 1 ~ 1 4 - 2 …分散局, 1 5 …集約局, 1 6 …コ

ア装置, 20、20b、20c、20d…管理制御装置, 21、21c、21d…連携情報収集部21, 22…分析部, 23…制御部, 30a…無線コントローラ, 100、100a、100c、100d…モバイルNWシステム, 211…取得部, 212c…分散局監視部, 213d…遅延測定部, 221…連携情報蓄積部, 222…リアルタイム分析部, 231…光パス切替制御部, 232…スリープ制御部

請求の範囲

[請求項1]

1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と、
前記1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、
前記複数の分散局と前記1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得する連携情報収集部と、
前記連携情報に基づいて前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御する光パス切替制御部と、
光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させるスリープ制御部と、
を備える通信システム。

[請求項2]

前記他の装置は、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間で光パスの切替を行う切替装置であり、
前記切替装置が備えられる場合、前記光パス切替制御部は、前記連携情報に基づいて前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を前記切替装置に指示し、
前記切替装置は、前記光パス切替制御部の指示に応じて、光パスを切り替えることによって、前記1以上の無線局が接続する分散局を切り替える、
請求項1に記載の通信システム。

[請求項3]

前記他の装置は、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間で光パスの切替を行う切替装置であり、
前記切替装置が備えられる場合、前記切替装置は、前記光パス切替制御部と、前記スリープ制御部とを備え、
前記光パス切替制御部は、外部から前記1以上の無線局と前記複数

の分散局との間の光パスの切替が必要であることを示す通知を受信し、受信した前記通知に応じて、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御する、

請求項1に記載の通信システム。

[請求項4]

前記連携情報は、少なくとも分散局毎の収容端末数の情報と、分散局毎の最大収容端末数の情報とを含み、

前記分散局毎の収容端末数の情報と、前記分散局毎の最大収容端末数の情報とに基づいて、スリープ判断の対象となる分散局が収容する全ての端末を、他の分散局に収容できる場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判定する分析部をさらに備え、

前記光パス切替制御部は、前記スリープ判断の対象となる分散局に接続されている無線局を前記他の分散局に接続させるように光パスの切替を制御し、

前記スリープ制御部は、前記スリープ判断の対象となる分散局を前記スリープが可能な分散局としてスリープ状態に移行させる、

請求項1から3のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項5]

前記連携情報は、分散局毎の処理負荷に関する処理負荷情報、又は、前記1以上の端末と前記複数の分散局との間の伝送遅延の情報の少なくともいずれかをさらに含み、

前記分析部は、前記分散局毎の収容端末数の情報と、前記分散局毎の最大収容端末数の情報と、前記処理負荷情報又は伝送遅延の情報とに基づいて、スリープ判断の対象となる分散局が収容する全ての端末を、他の分散局に収容できる場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判定する、

請求項4に記載の通信システム。

[請求項6]

前記処理負荷情報は、前記分散局毎のメモリの使用率の情報を含む、

請求項5に記載の通信システム。

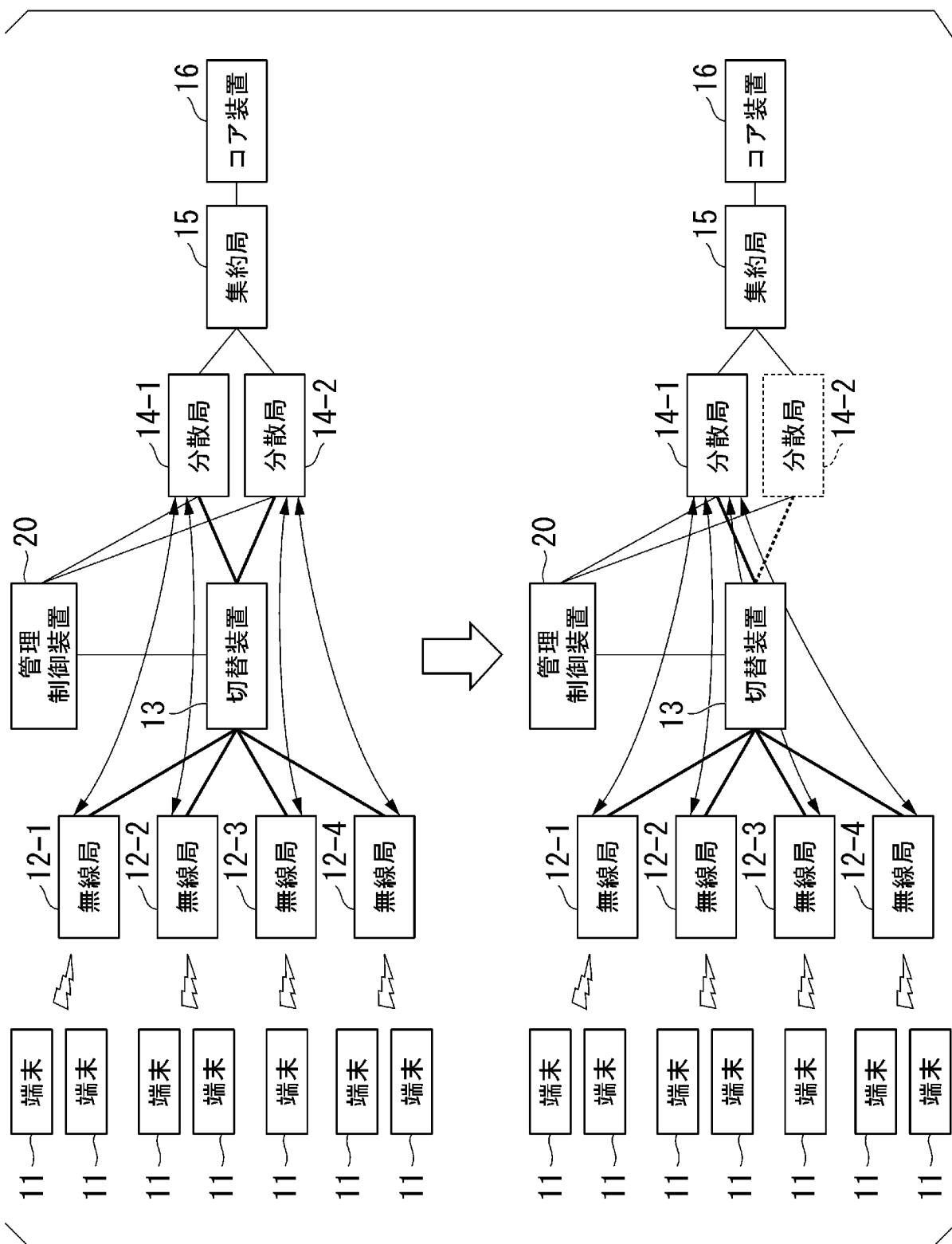
[請求項7]

1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、前記1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得する連携情報収集部と、
前記連携情報に基づいて、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替及びスリープ制御の要否を判断する分析部と、
前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御する光パス切替制御部と、
光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させるスリープ制御部と、
を備える管理制御装置。

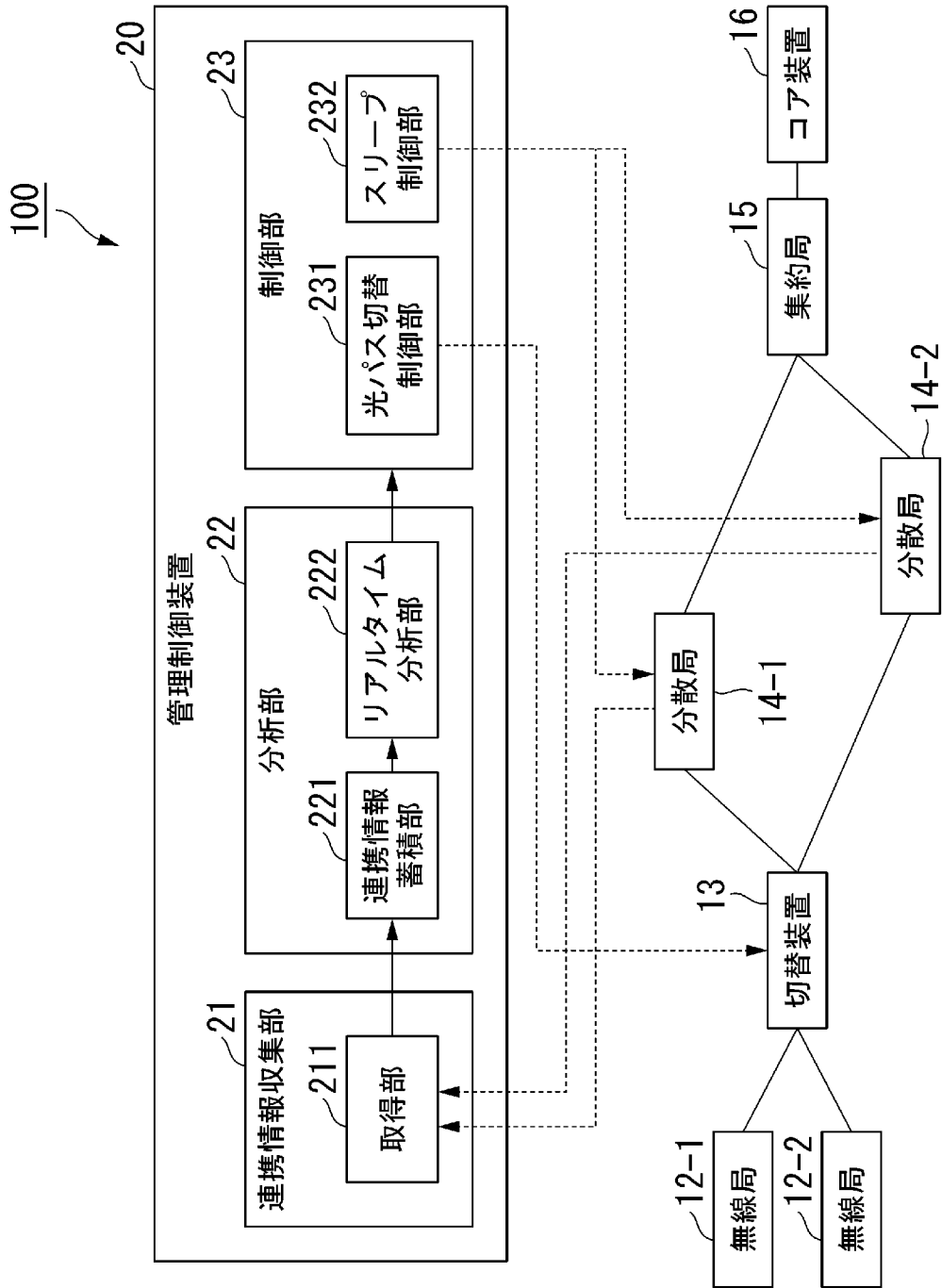
[請求項8]

1以上の端末と無線通信を行う1以上の無線局と直接又は他の装置を介して接続される複数の分散局と、前記1以上の端末との間の通信の状態を示す連携情報を、所定の周期で取得し、
前記連携情報に基づいて前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替が必要であると判断された場合に、前記1以上の無線局と前記複数の分散局との間の光パスの切替を制御し、
光パスの切替が行われた後に、スリープが可能な分散局をスリープ状態に移行させる、
制御方法。

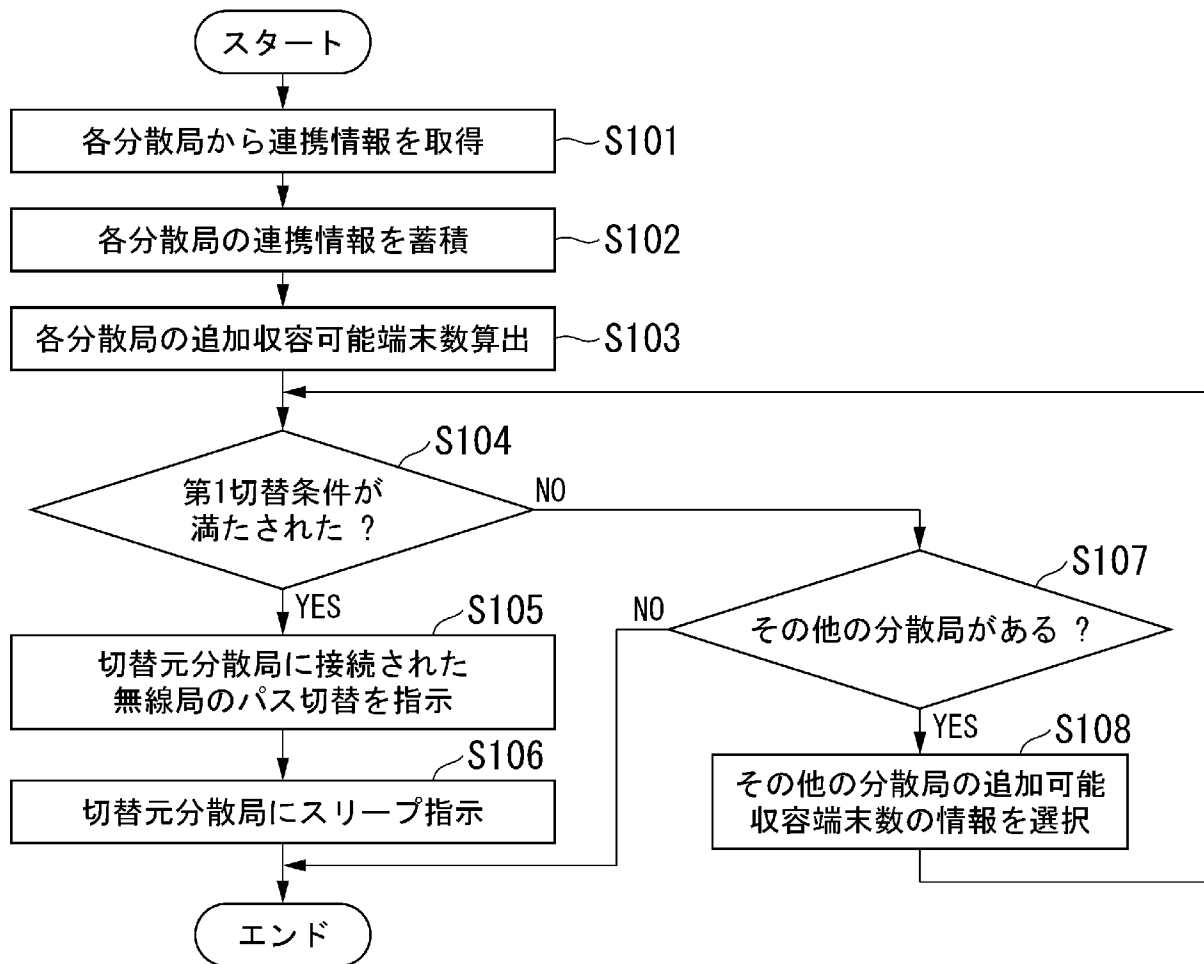
[図1]



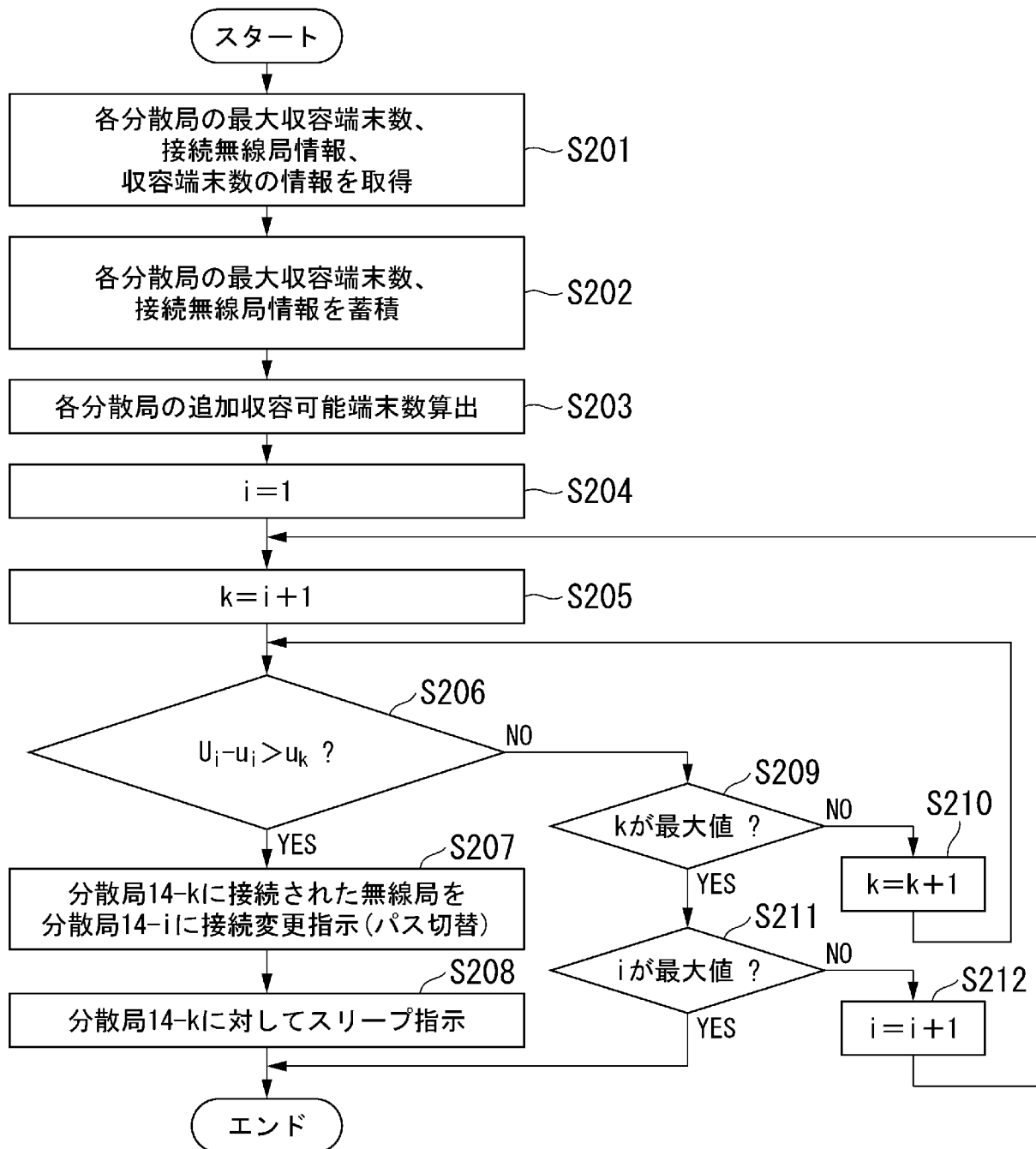
[図2]



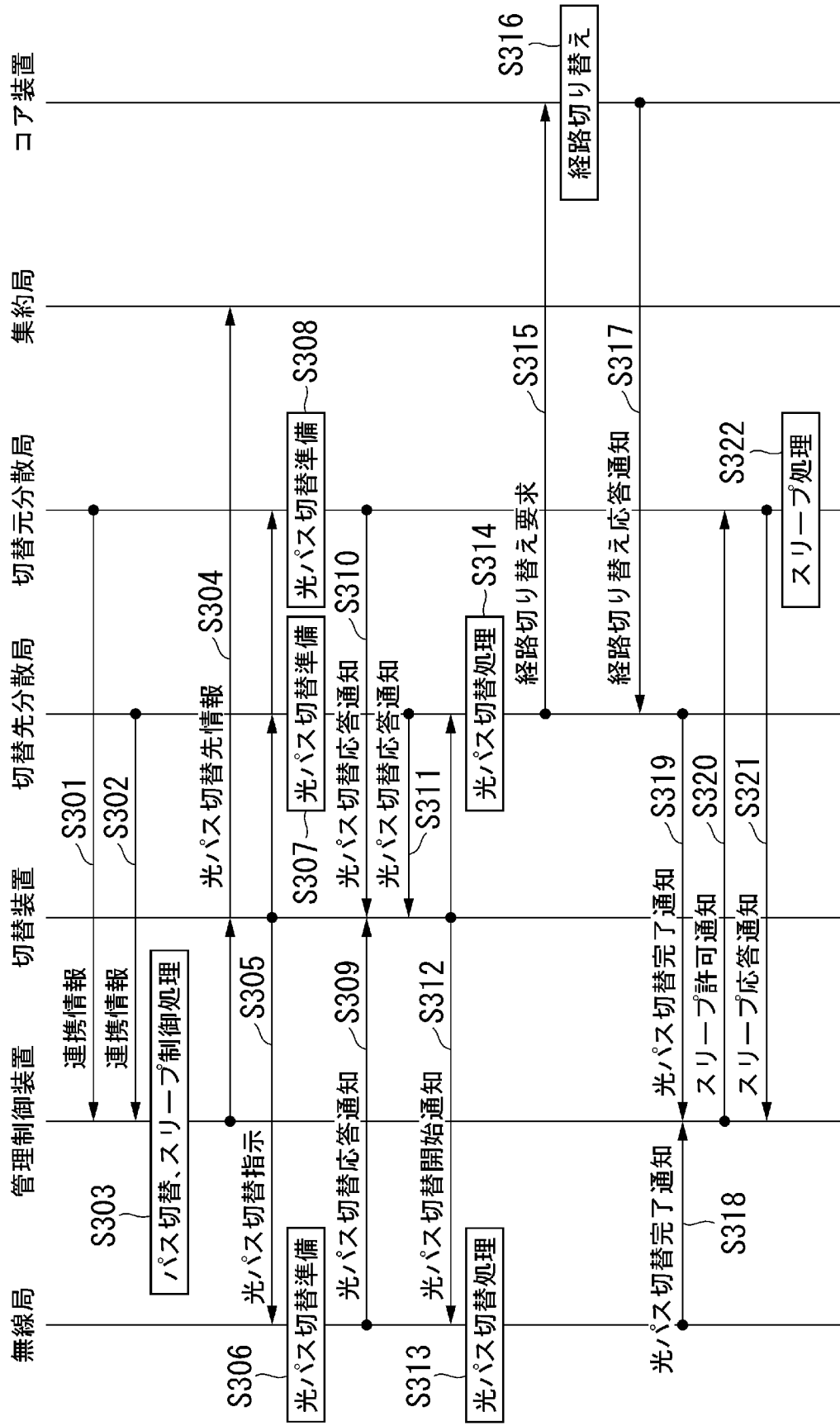
[図3]



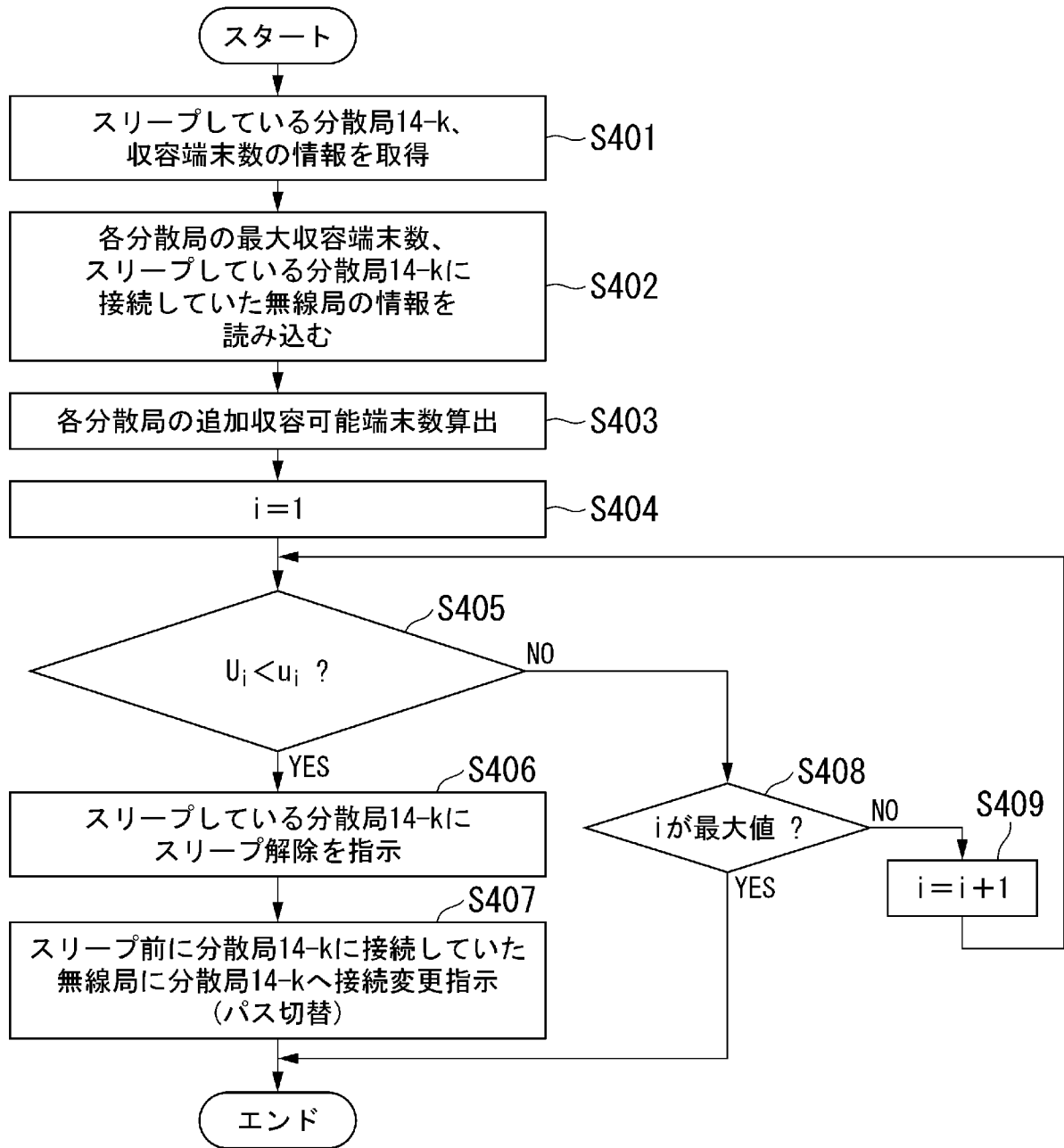
[図4]



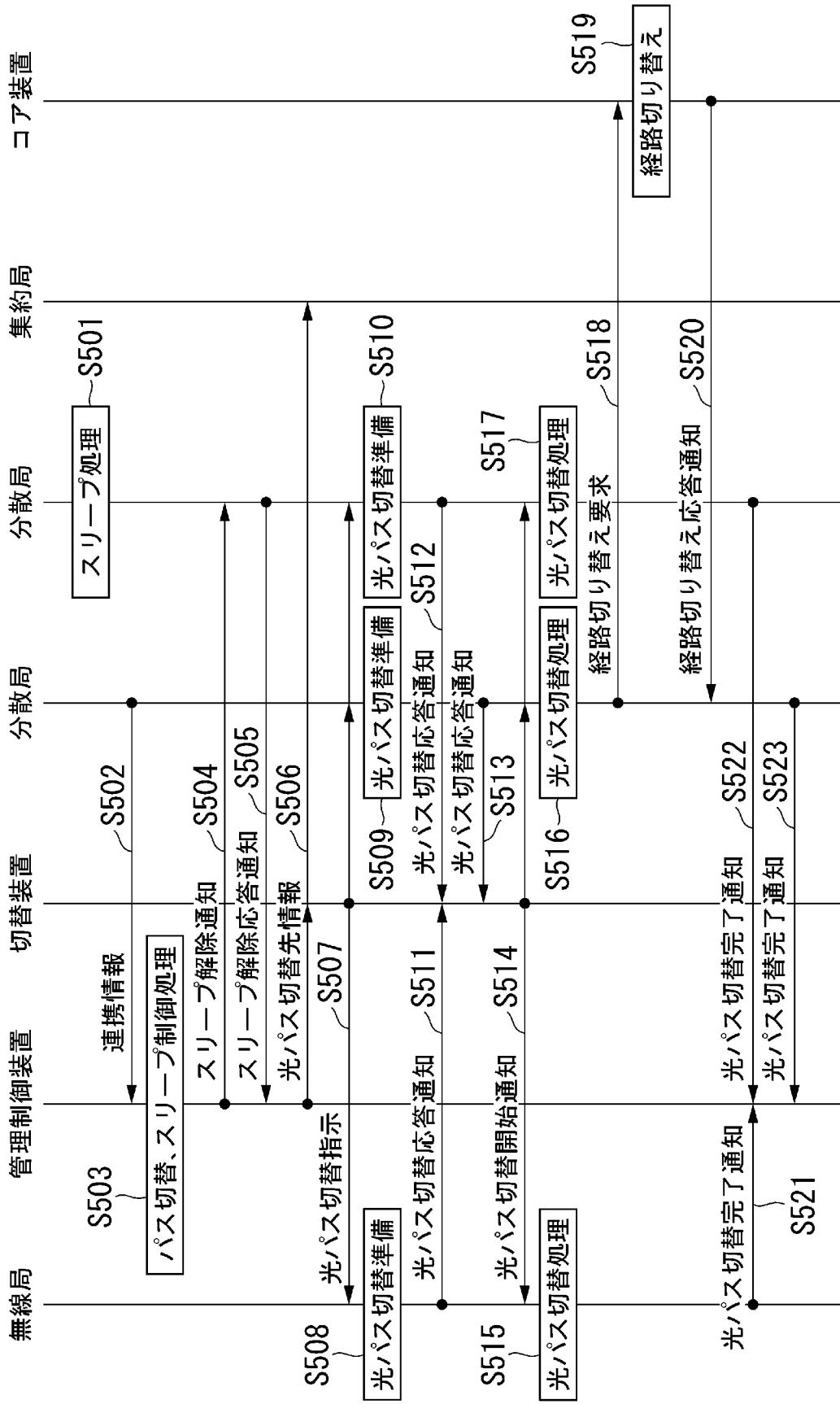
[図5]



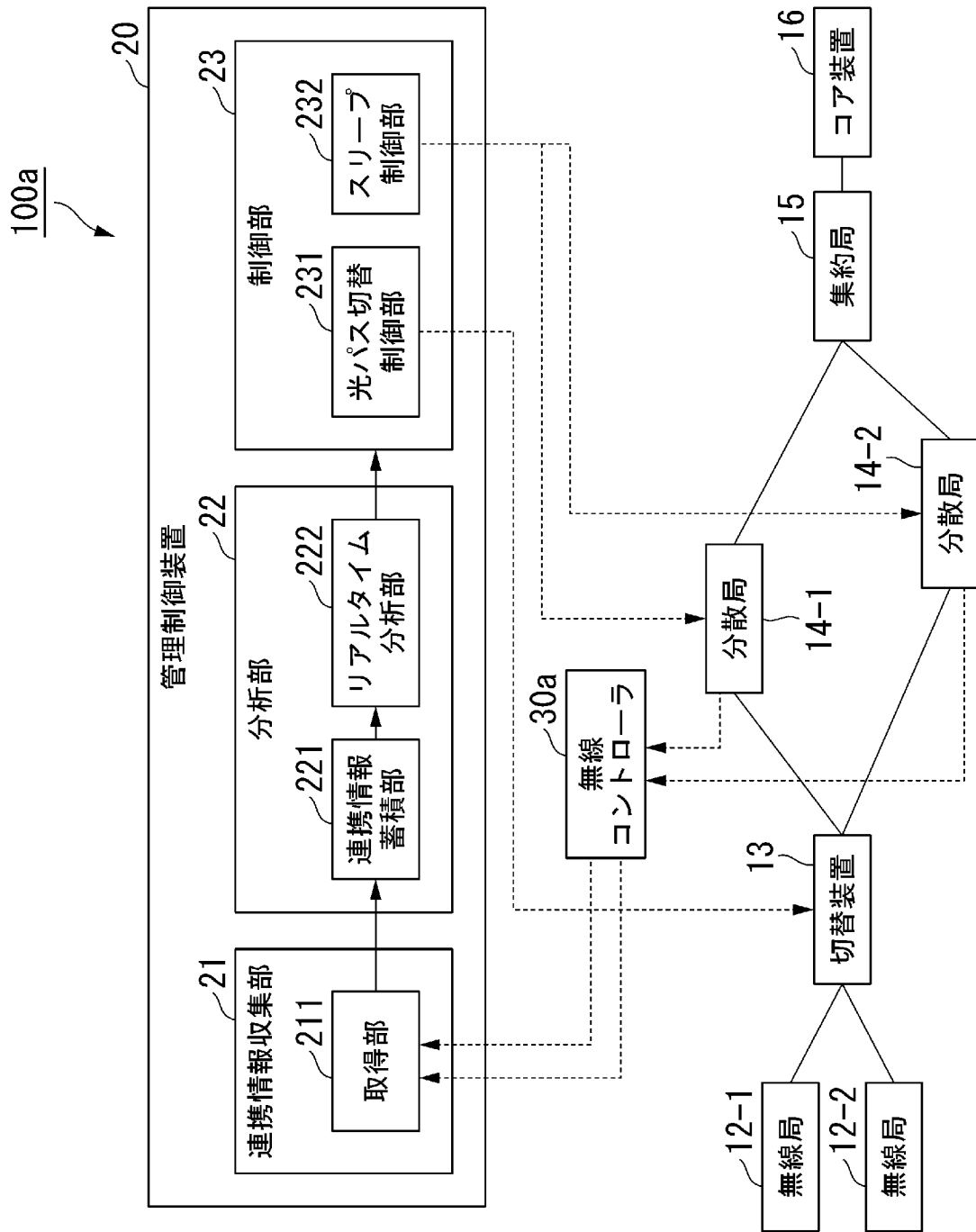
[図6]



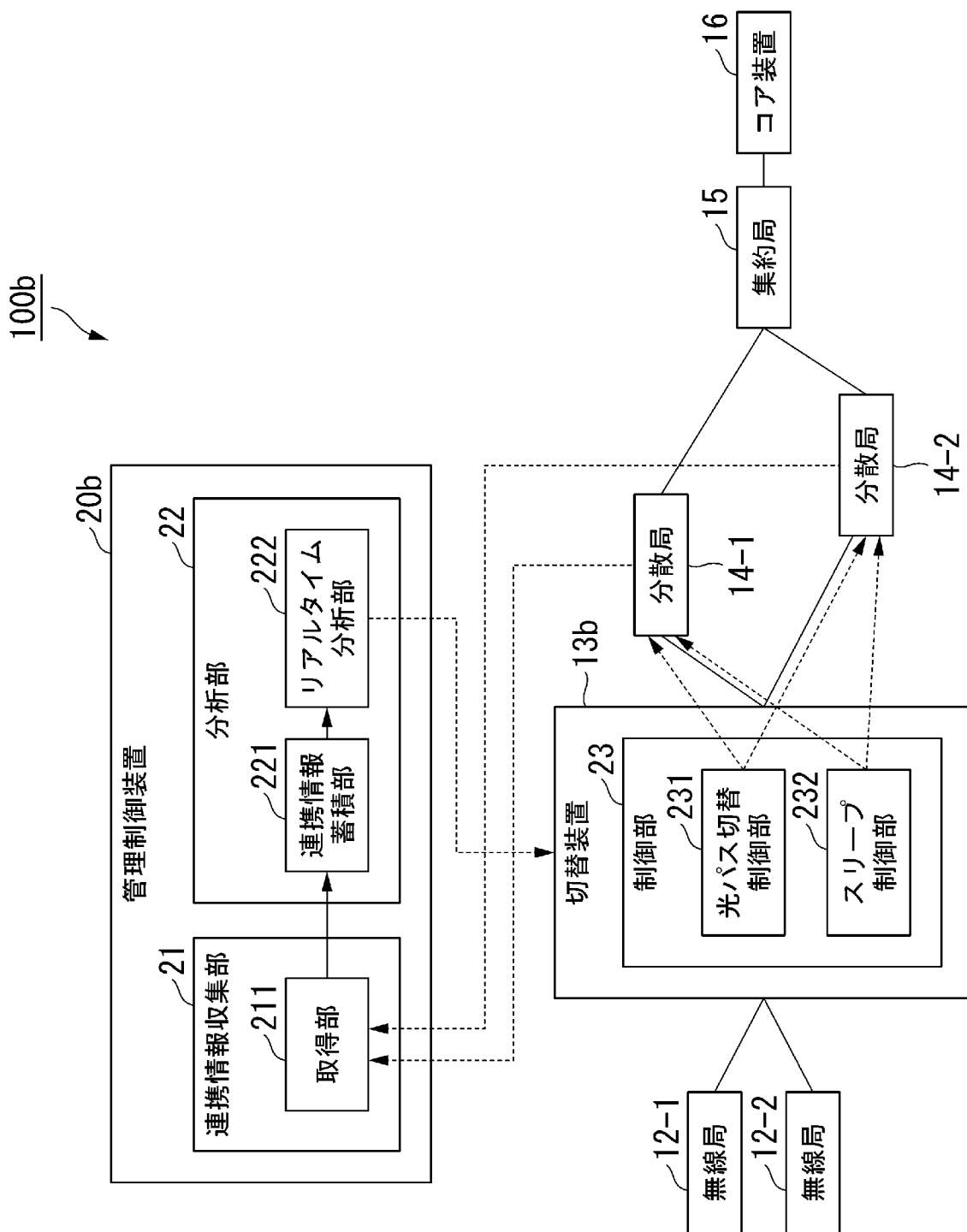
[図7]



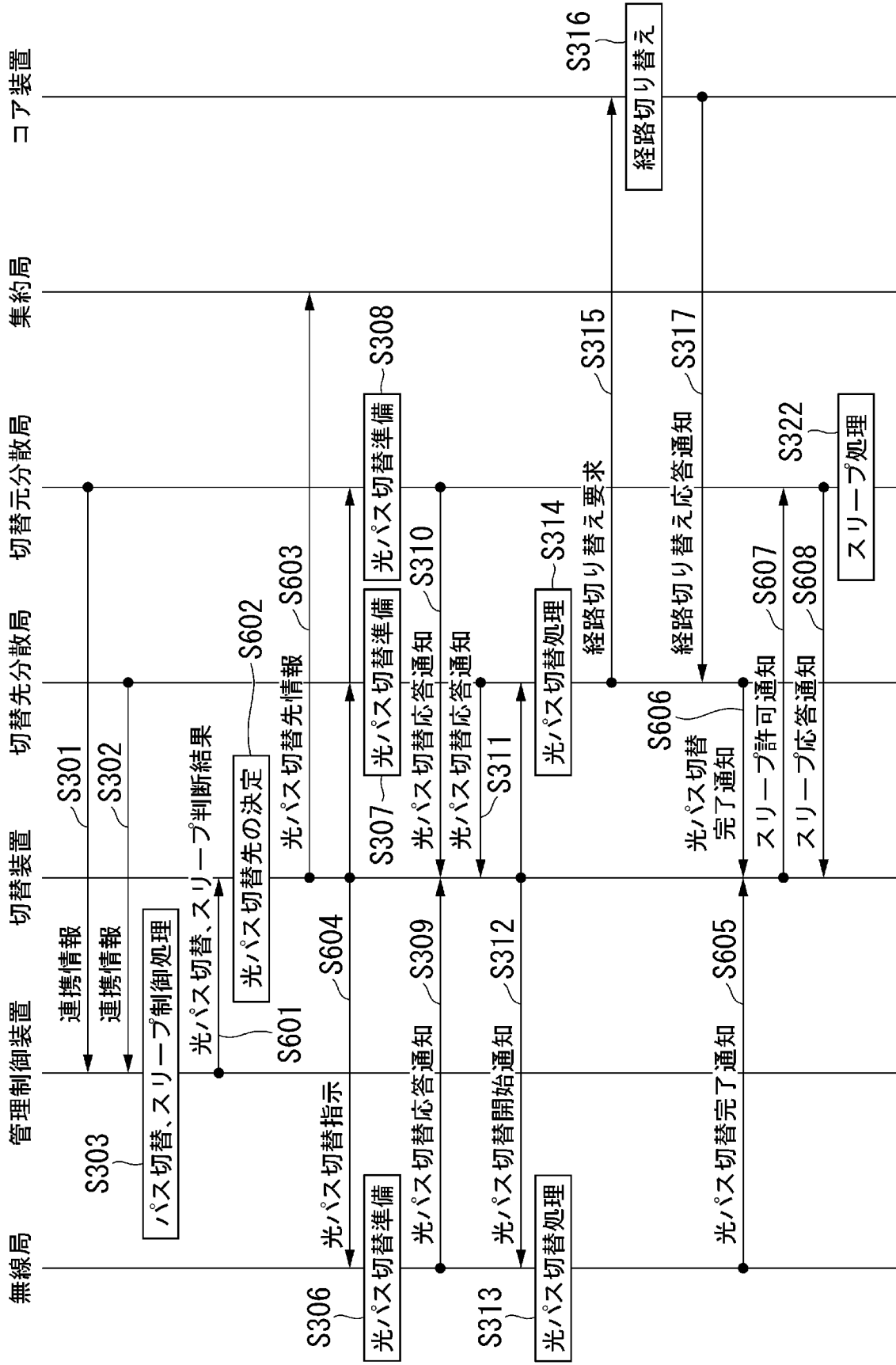
[図8]



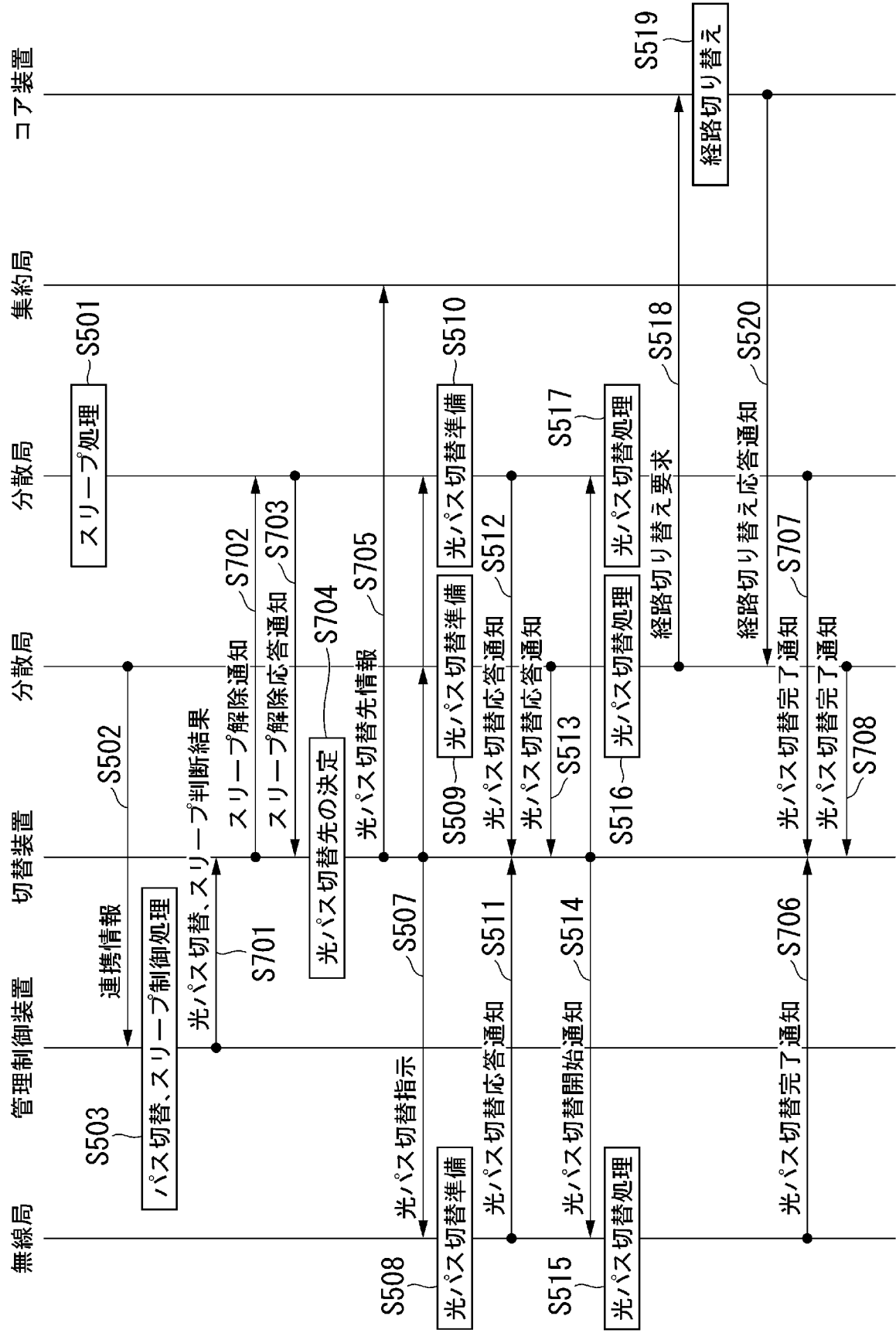
[図9]



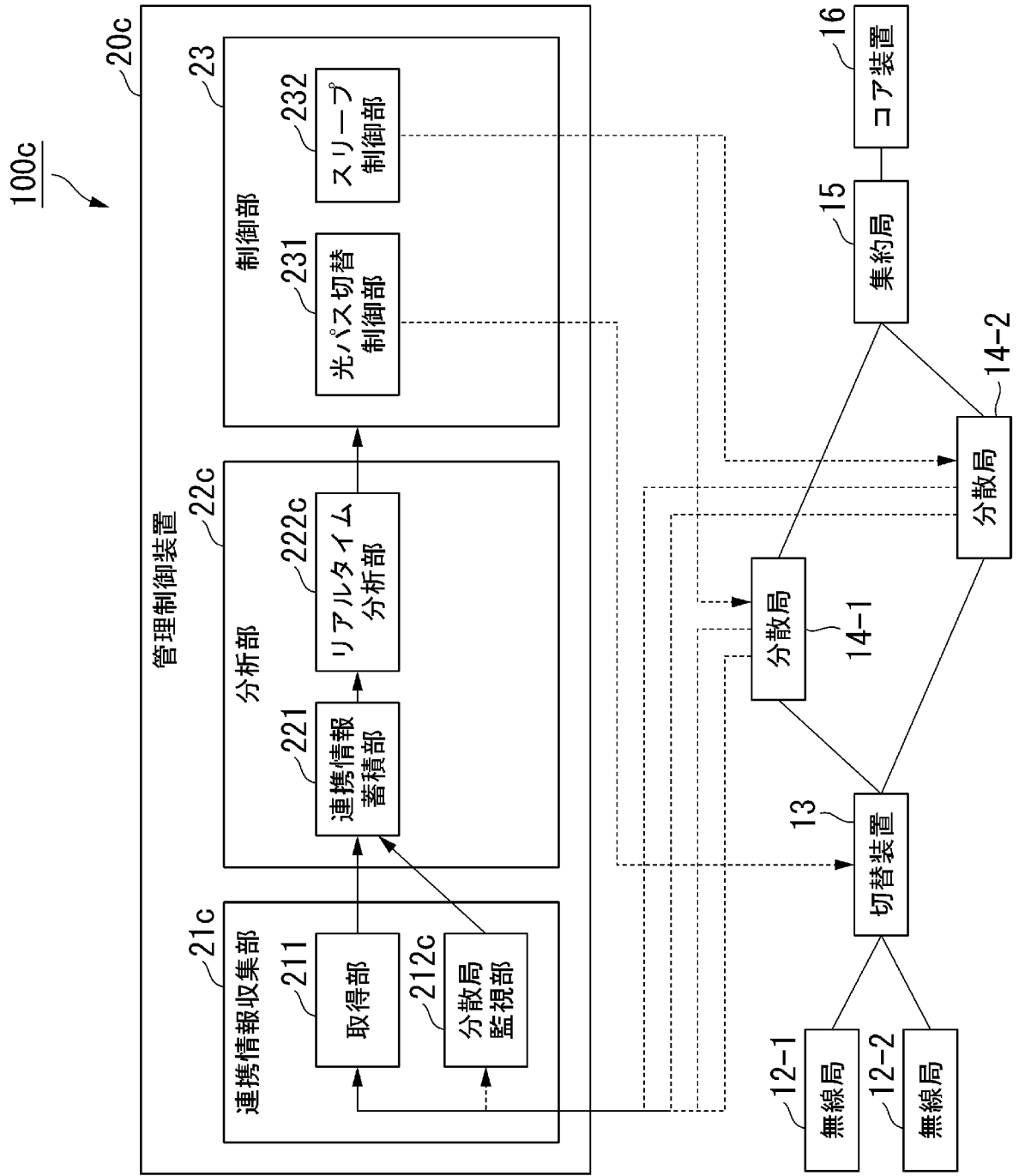
[図10]



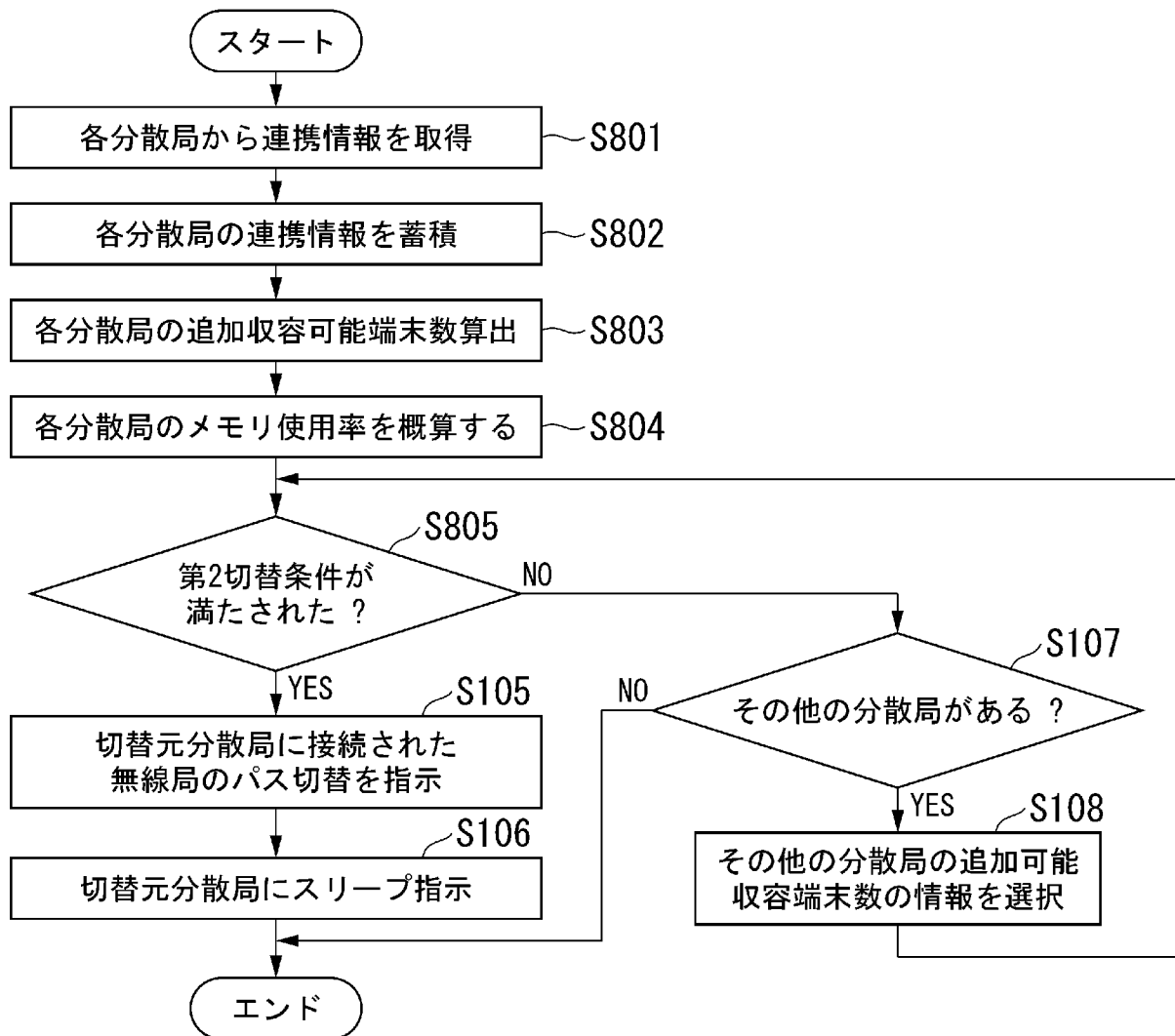
[図 11]



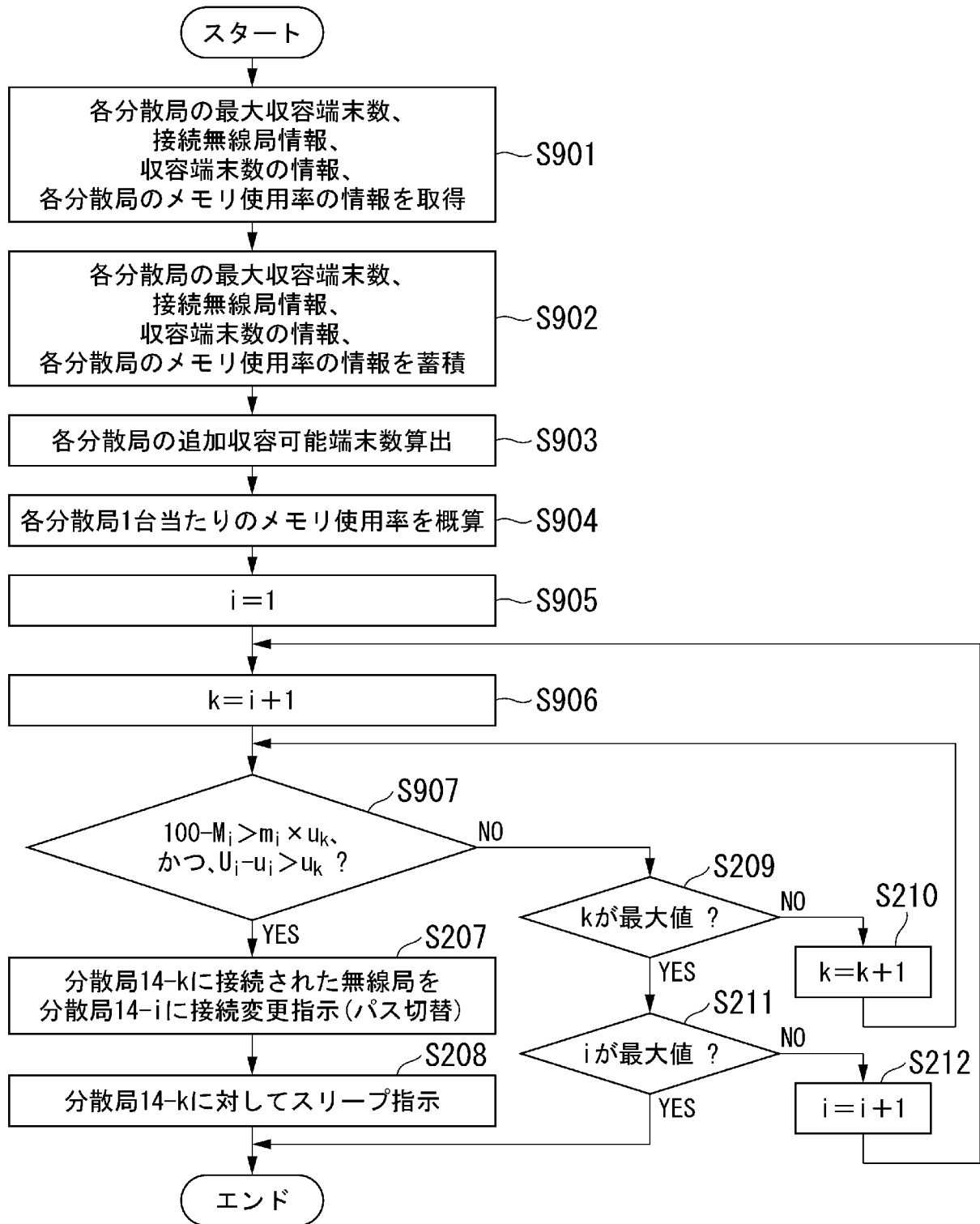
[図12]



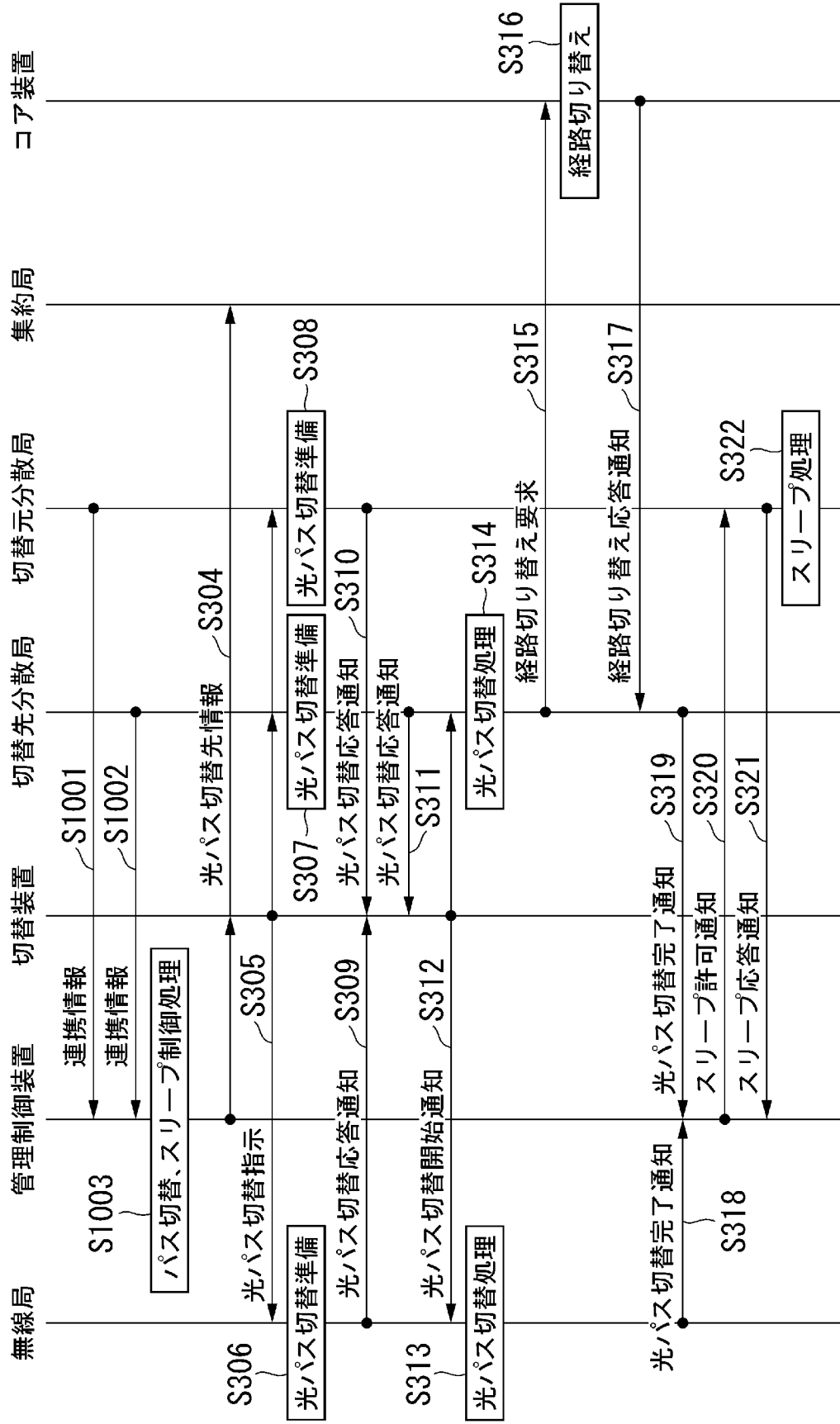
[図13]



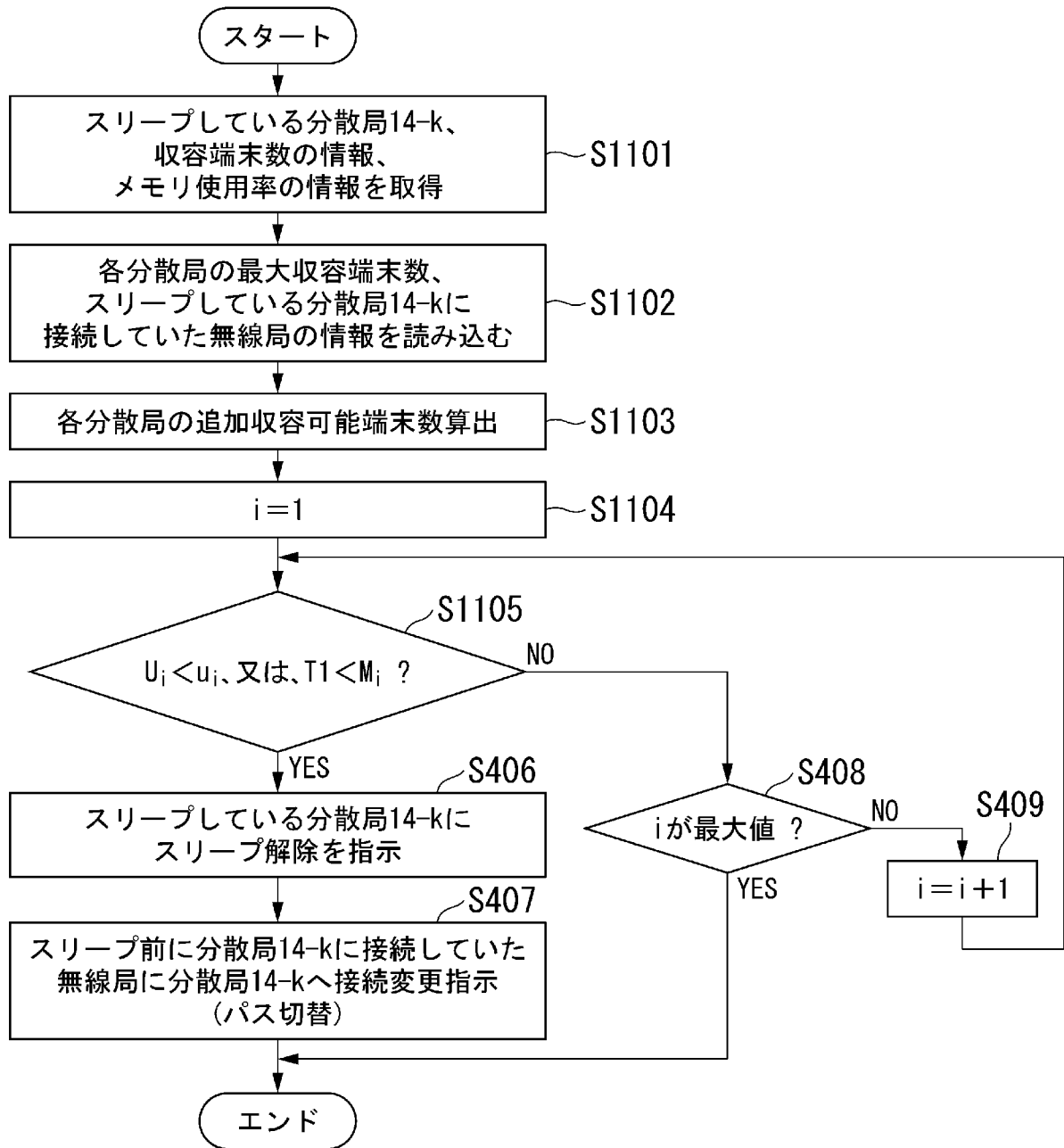
[図14]



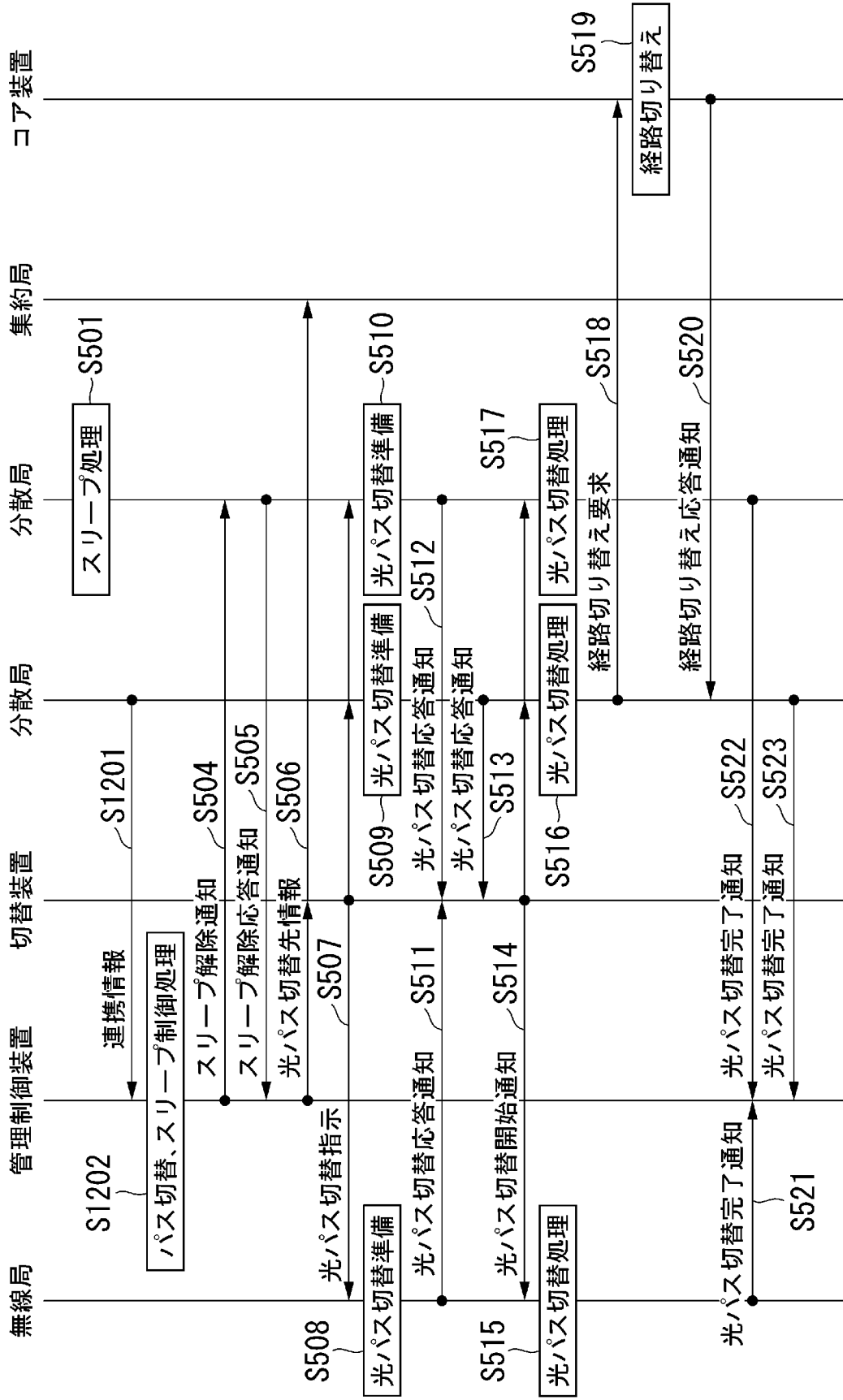
[図15]



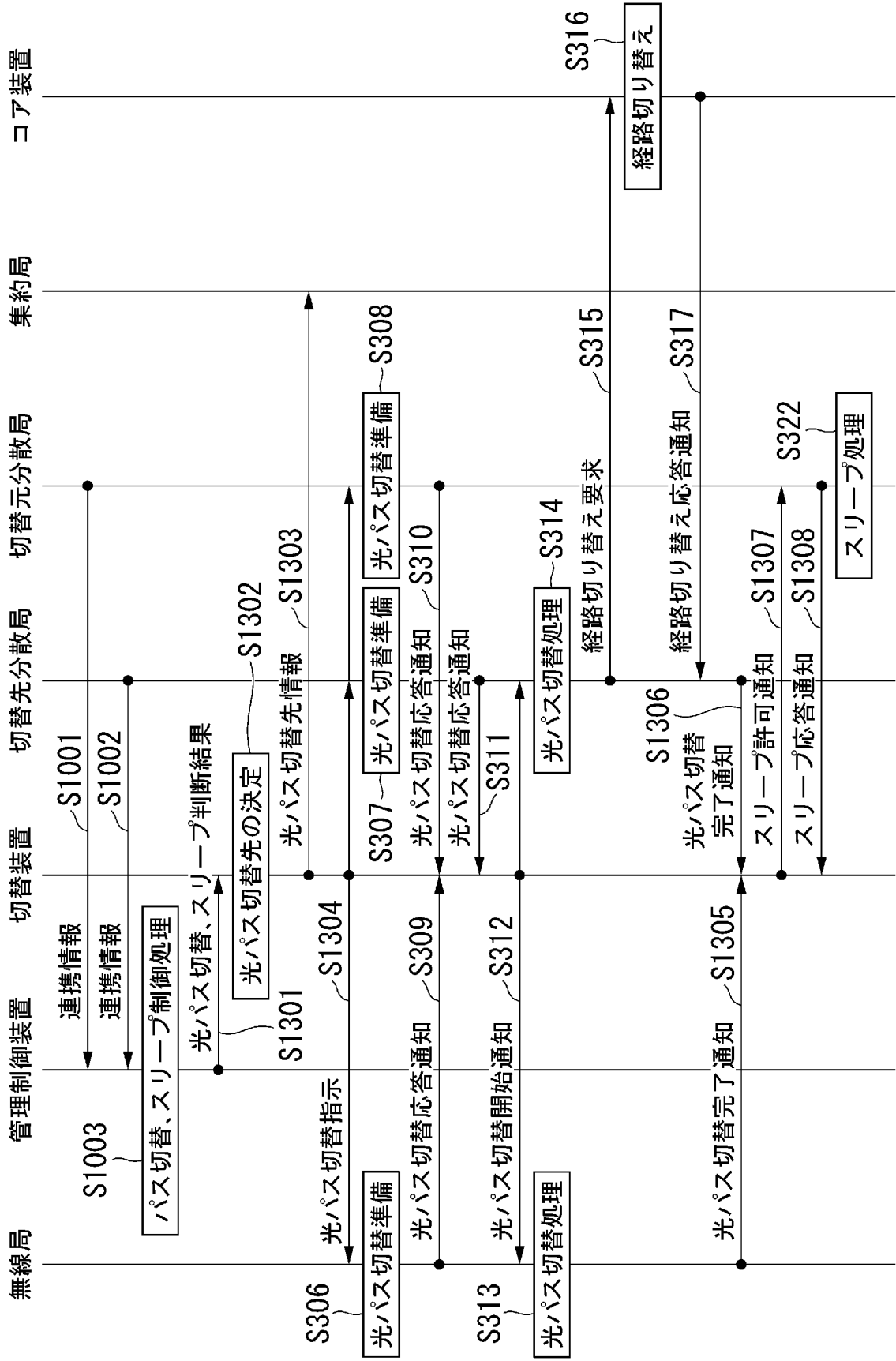
[図16]



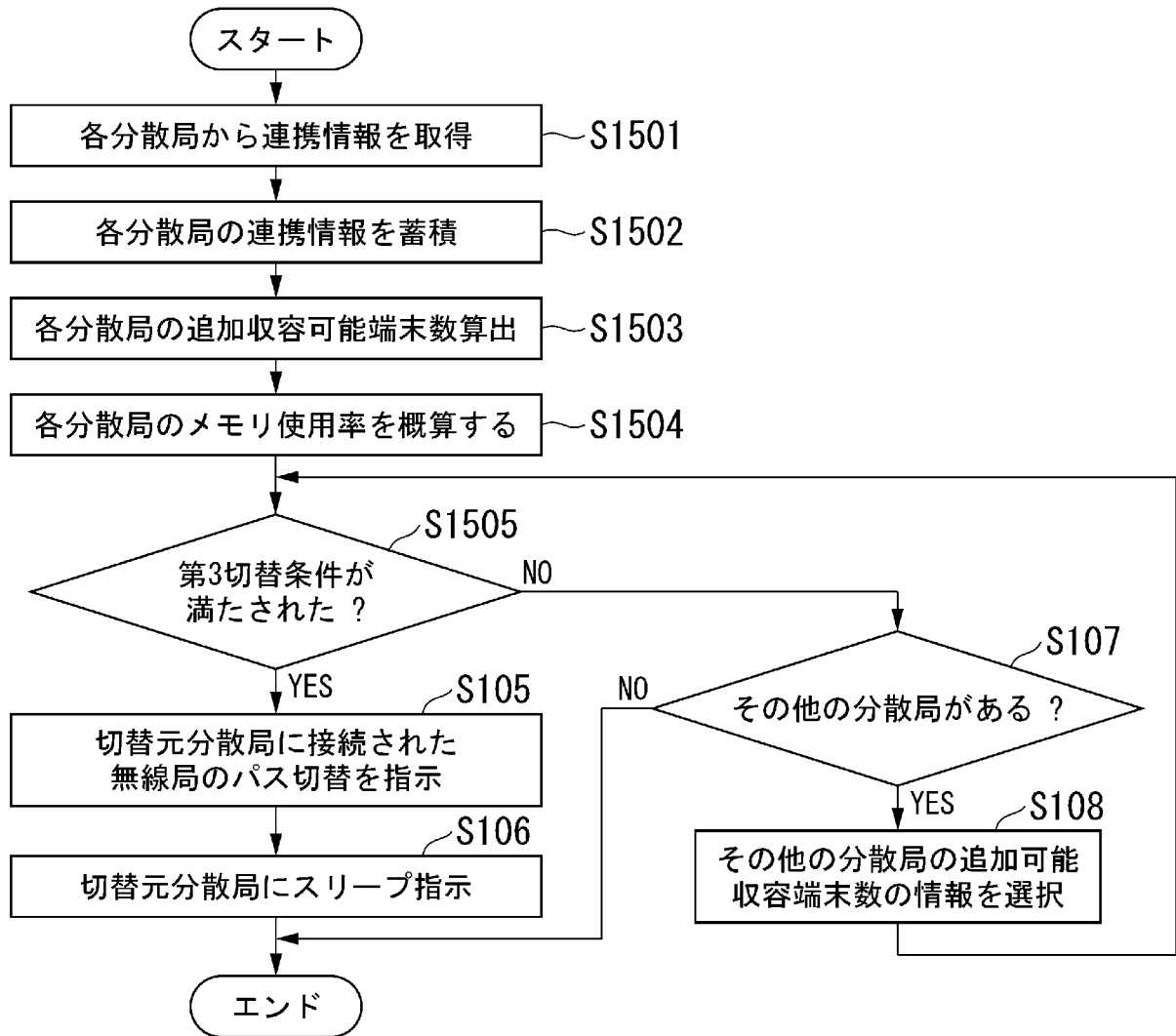
[図17]



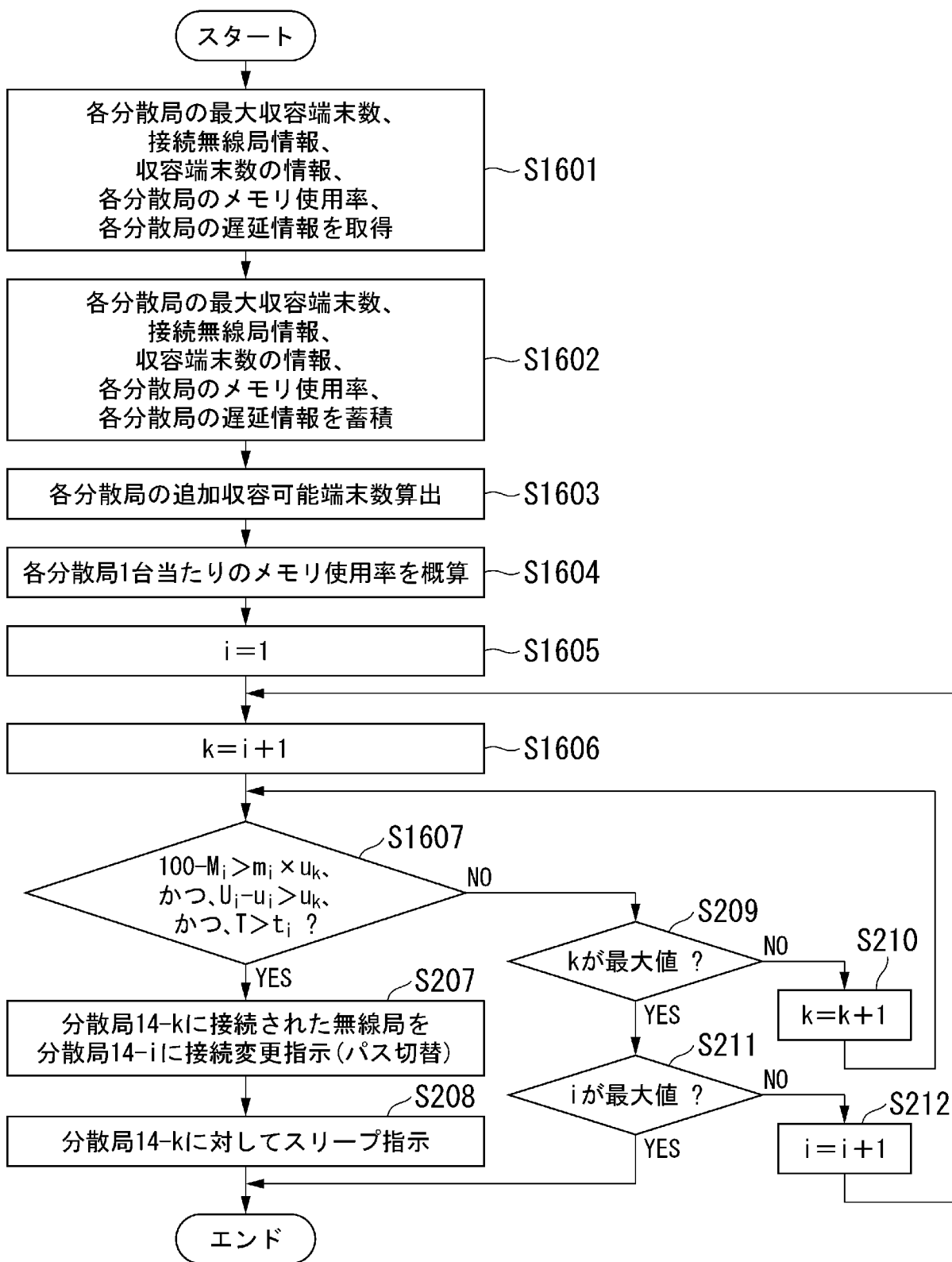
[図18]



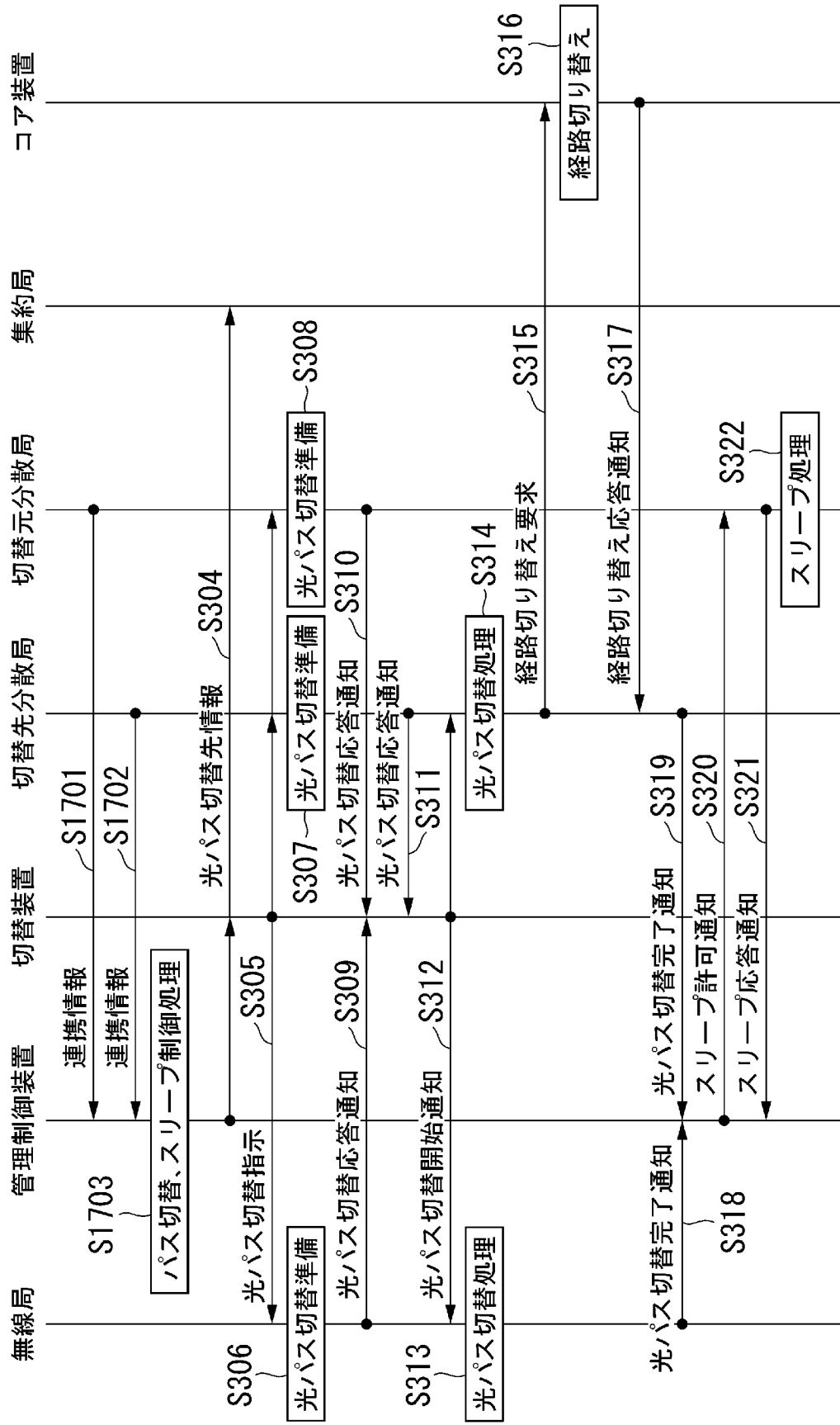
[図20]



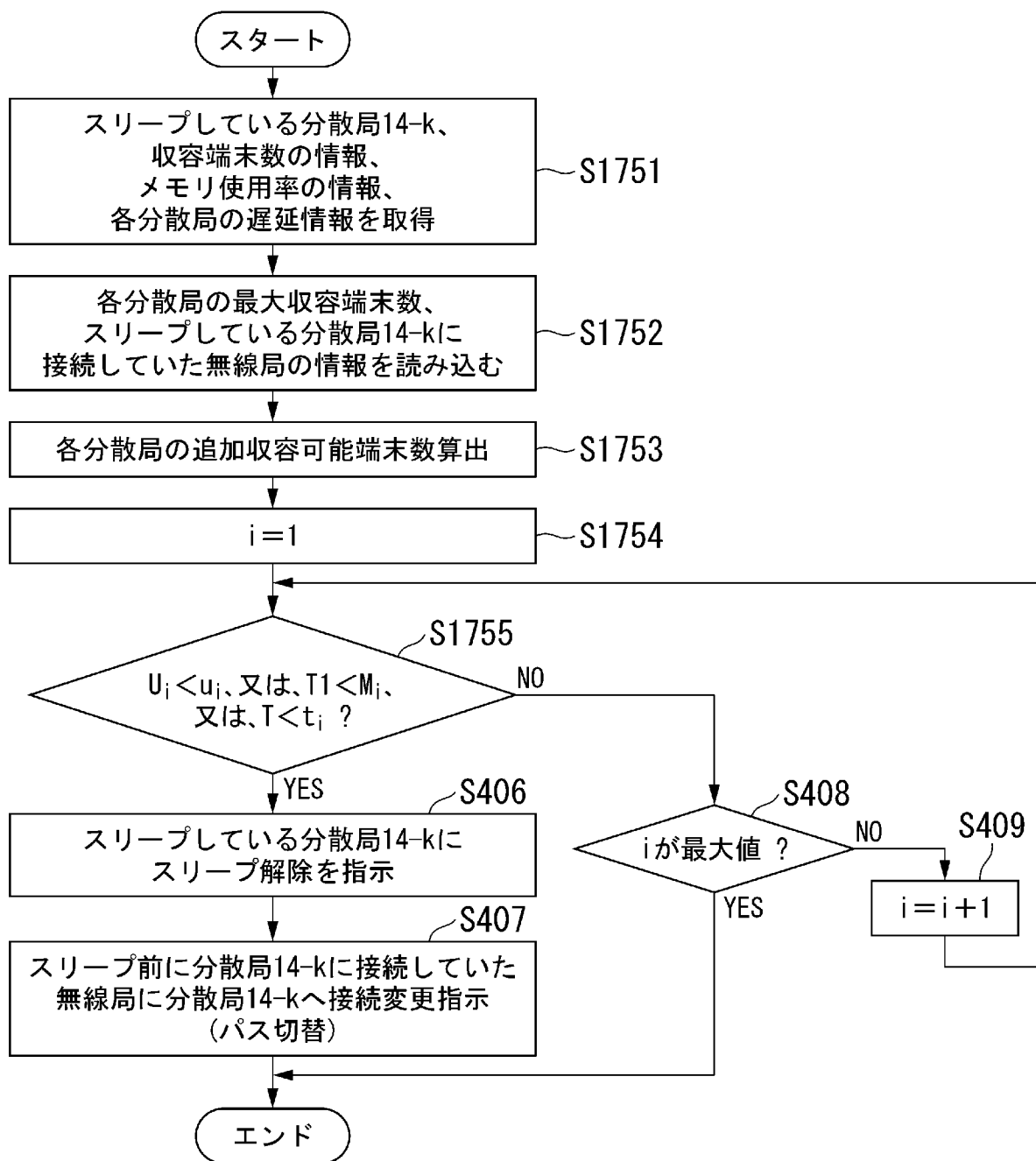
[図21]



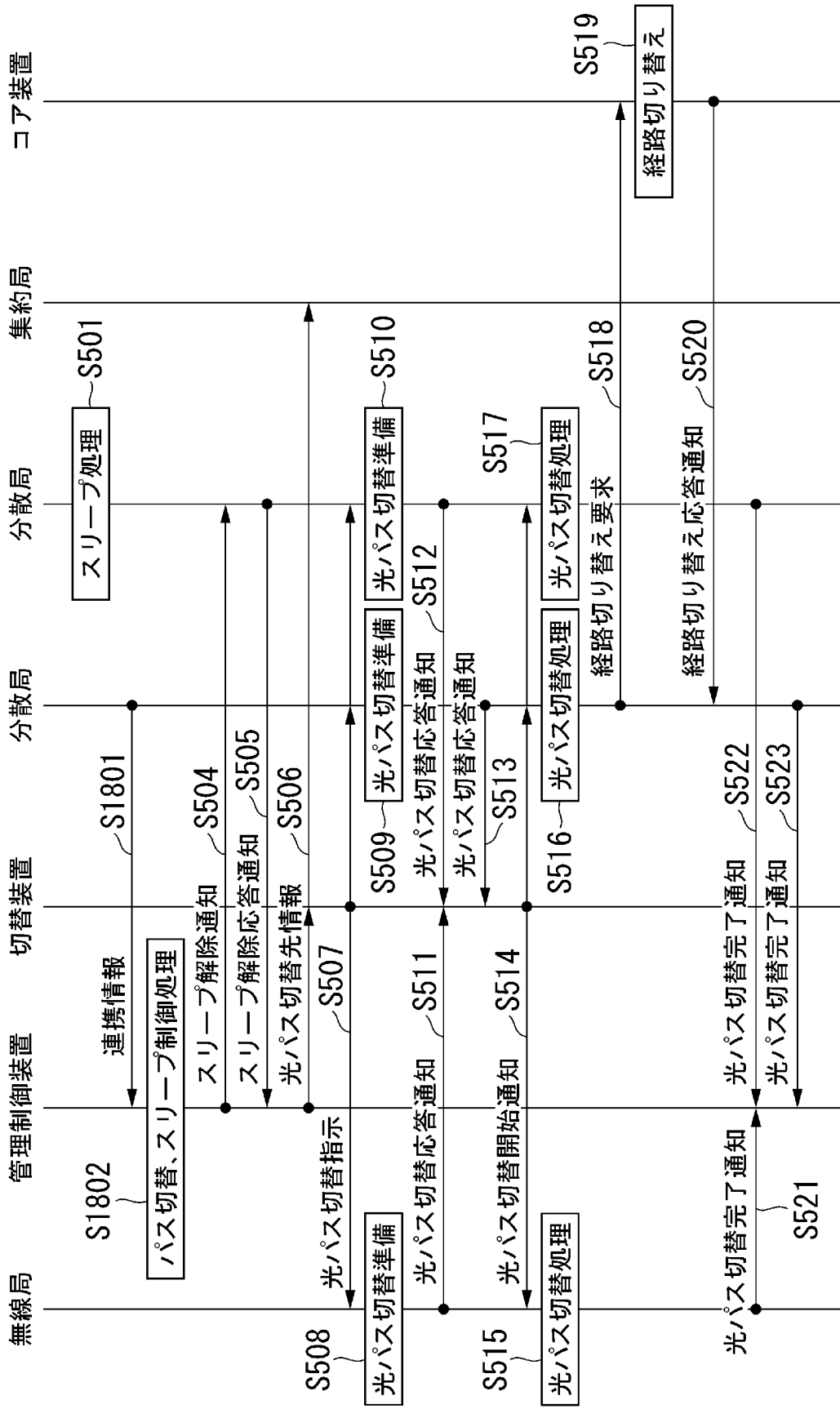
[図22]



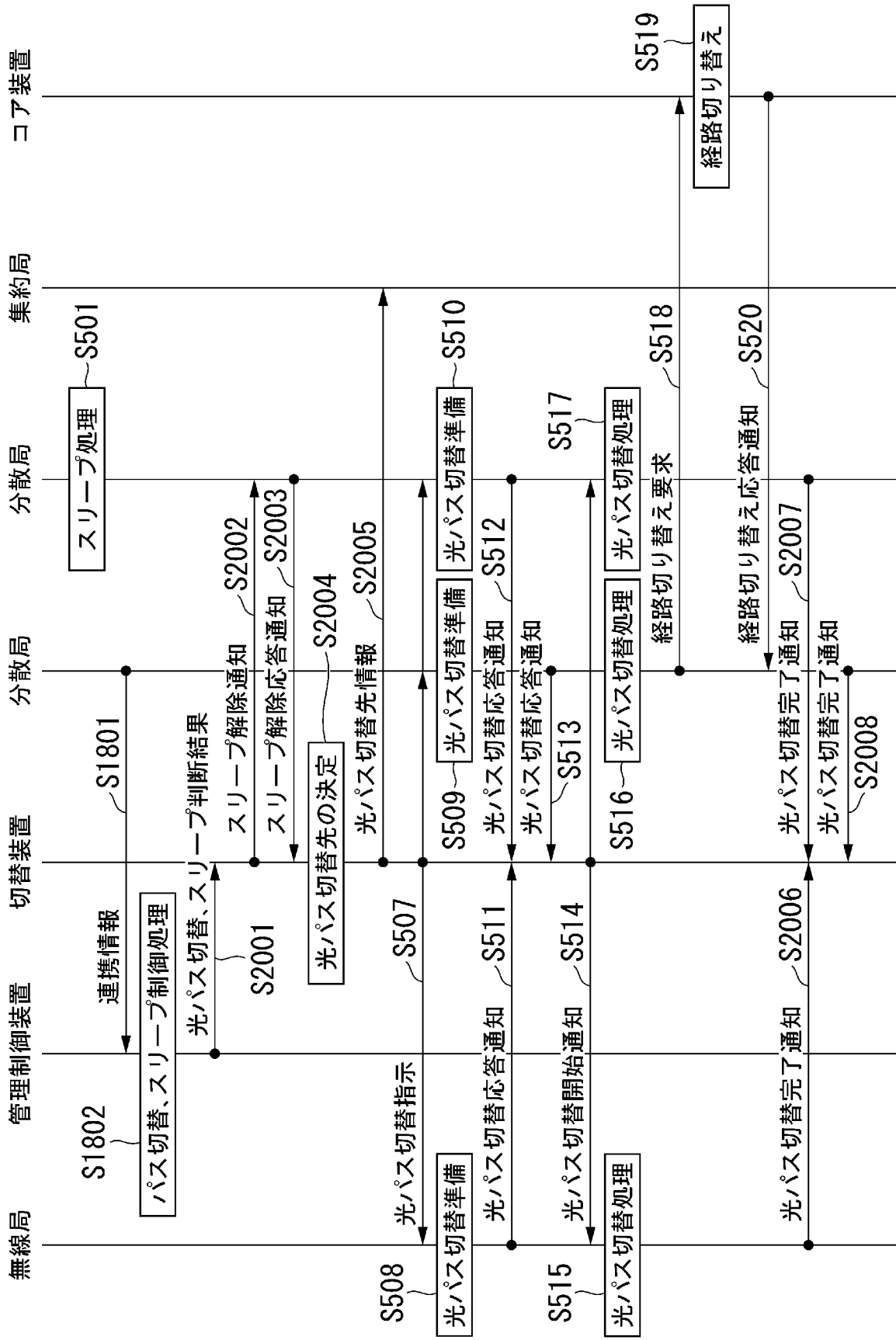
[図23]



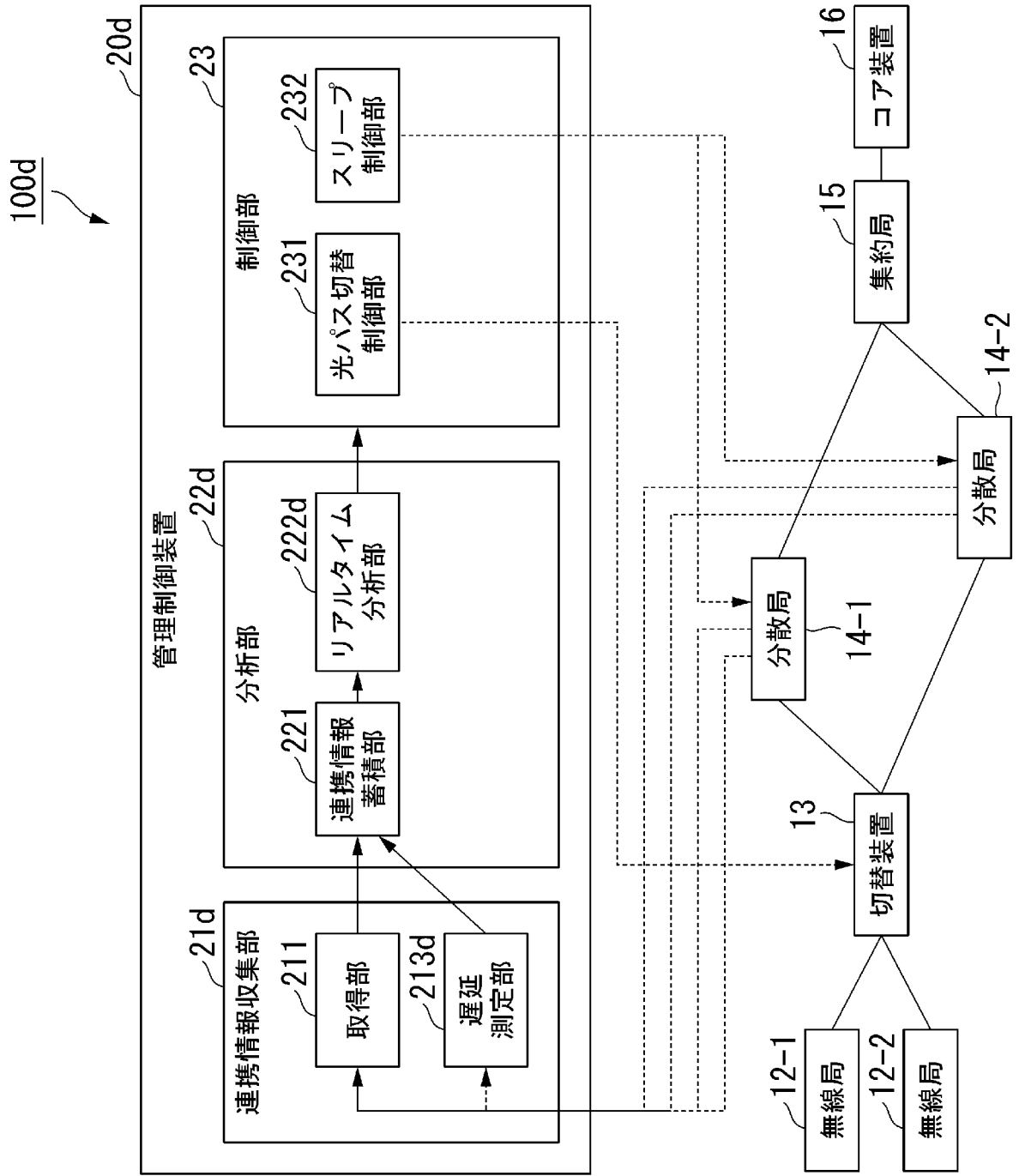
[図24]



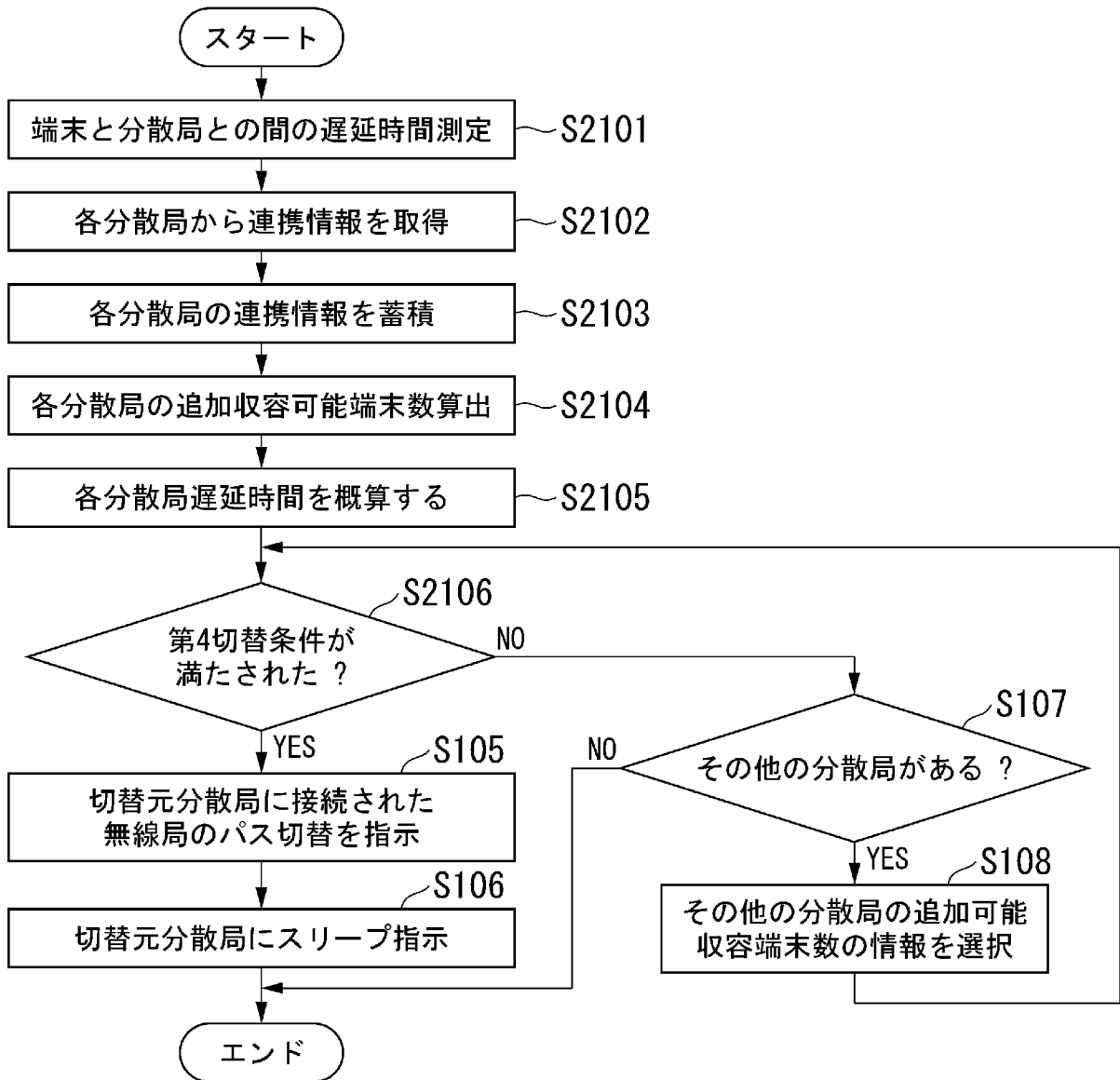
[図26]



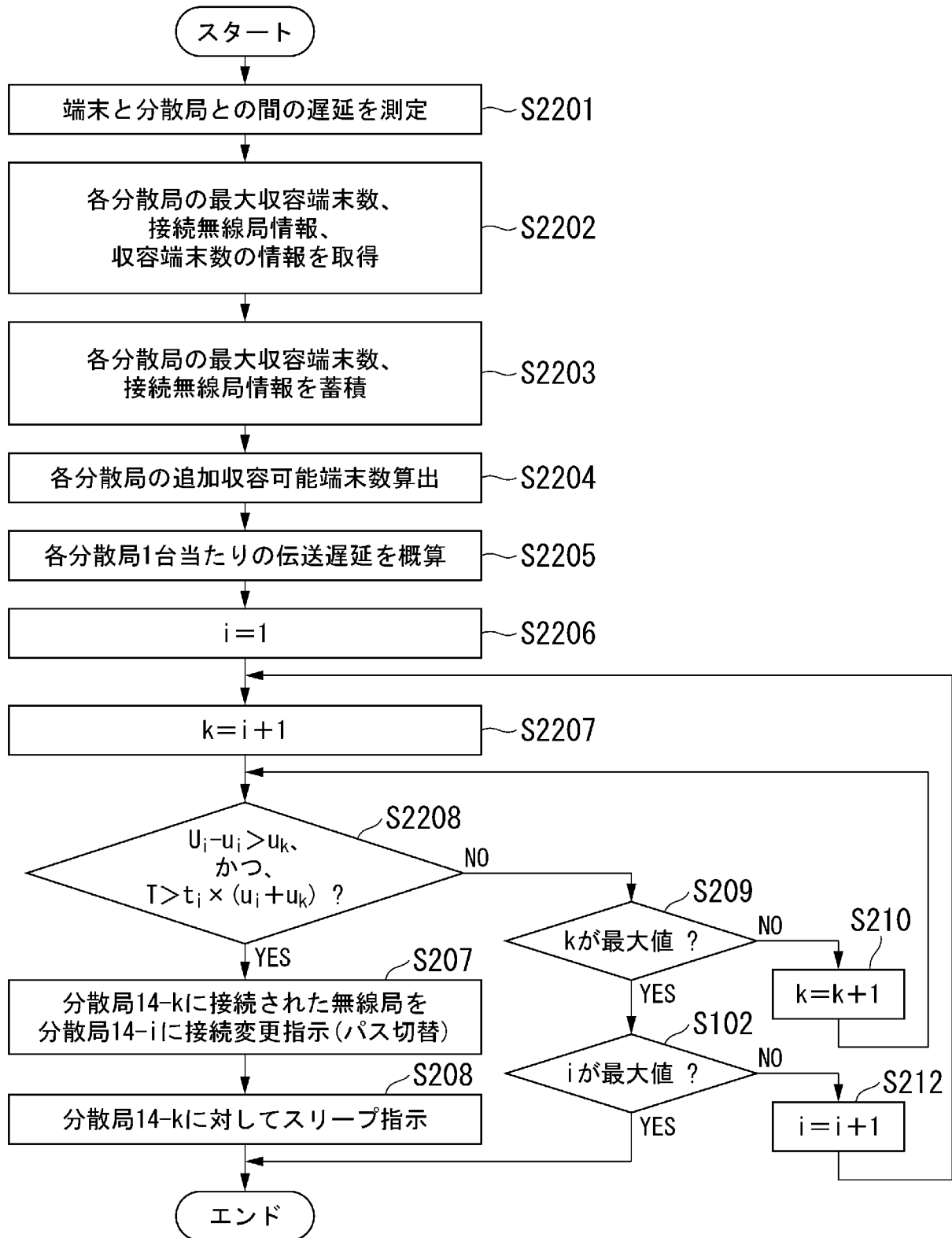
[図27]



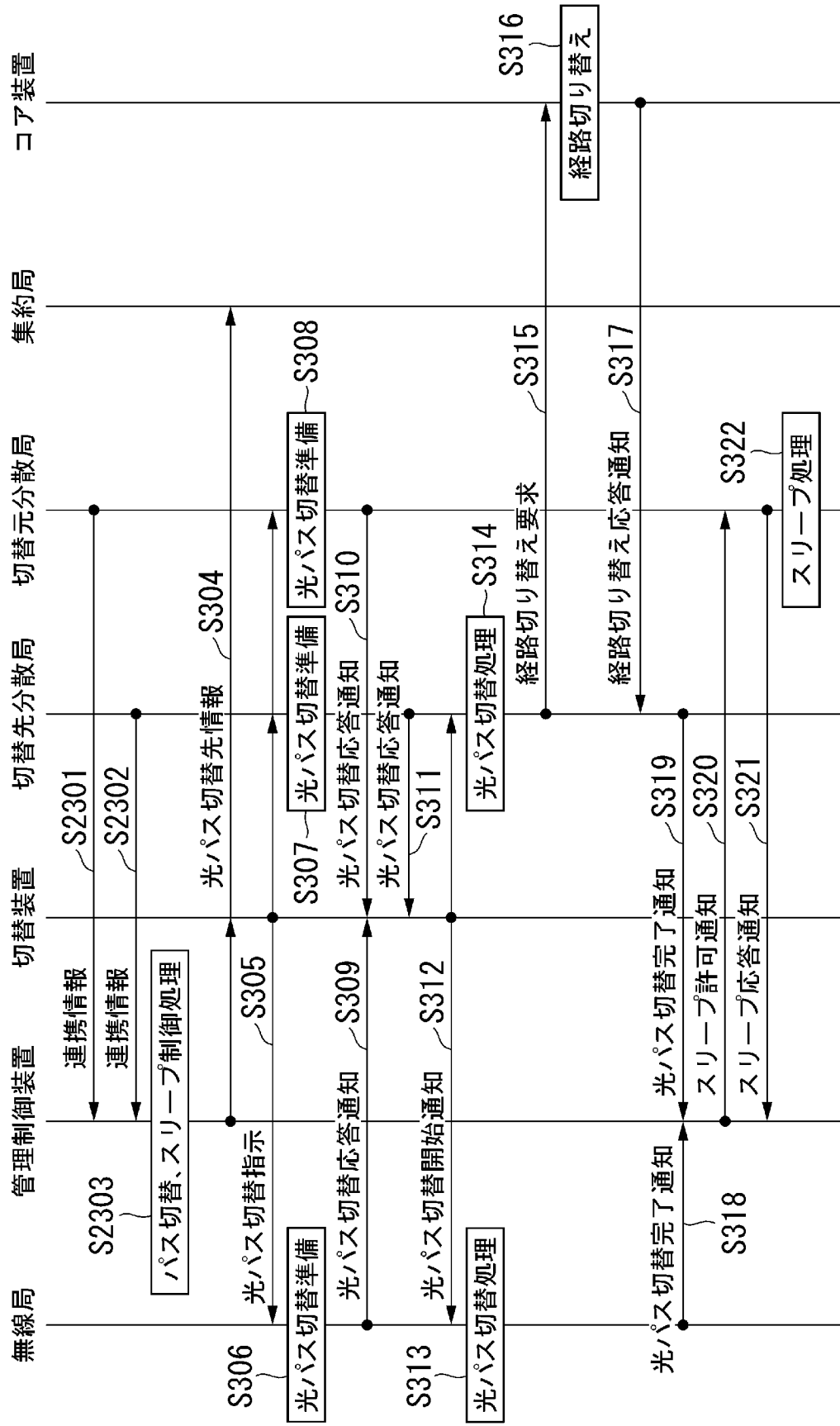
[図28]



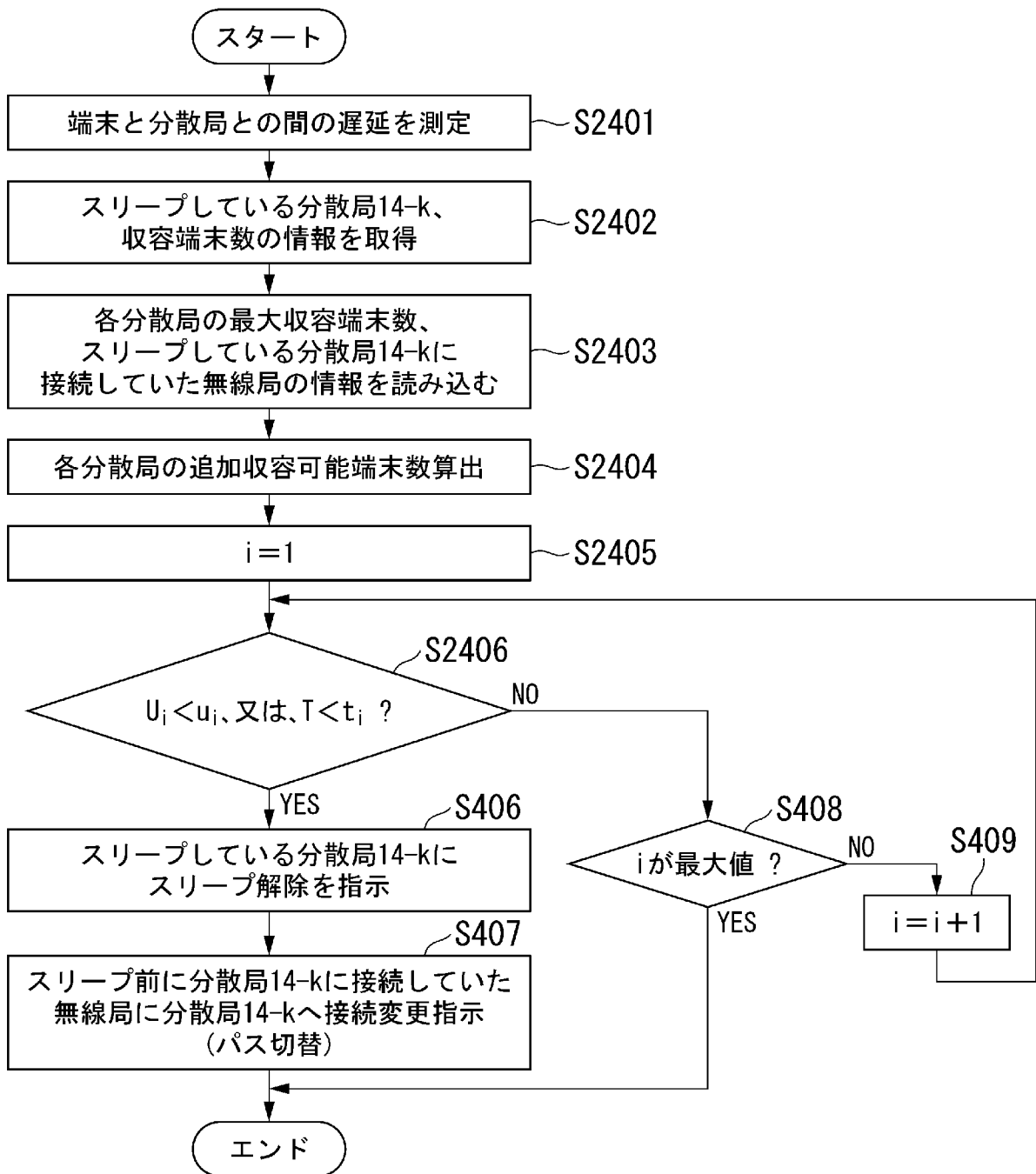
[図29]



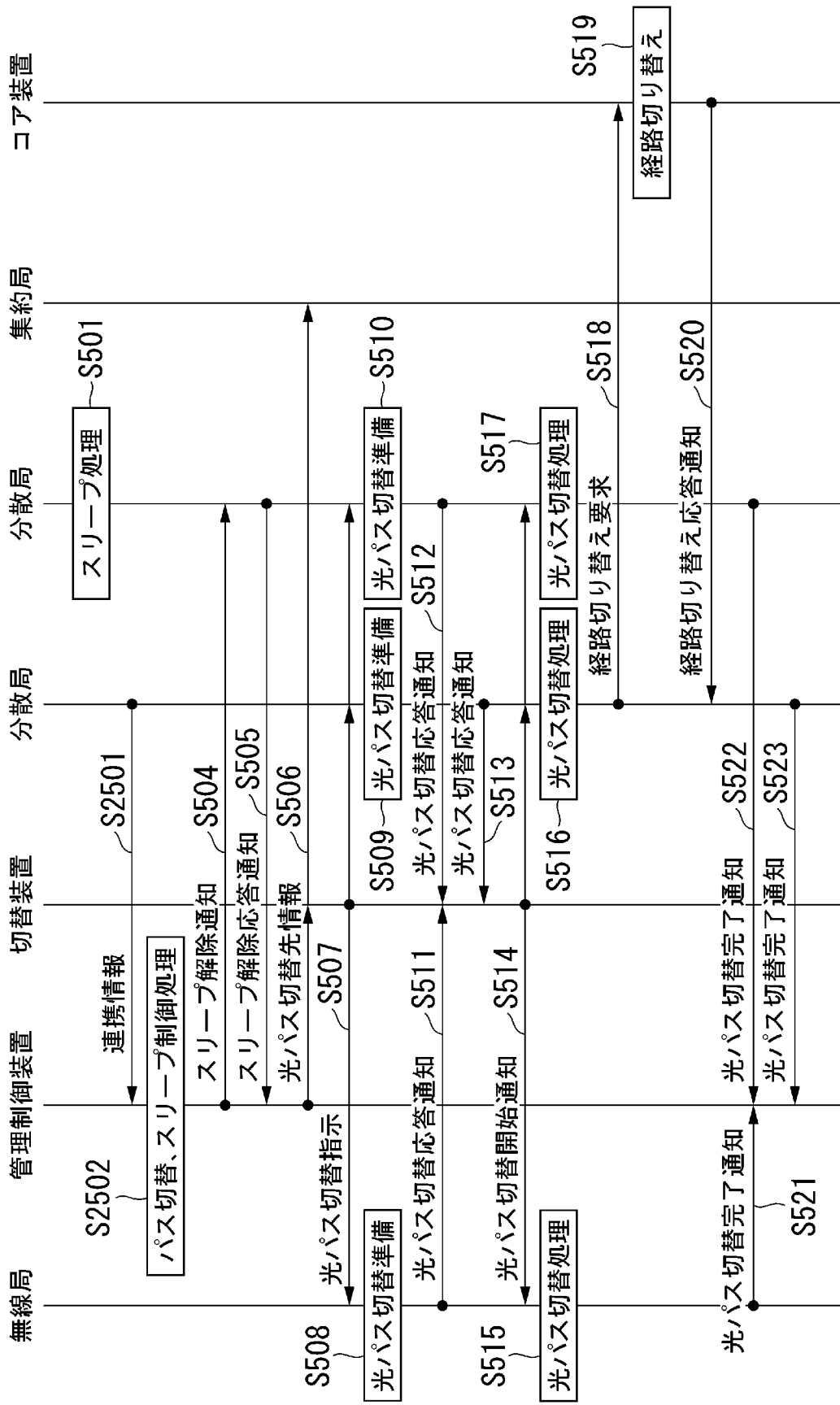
[図30]



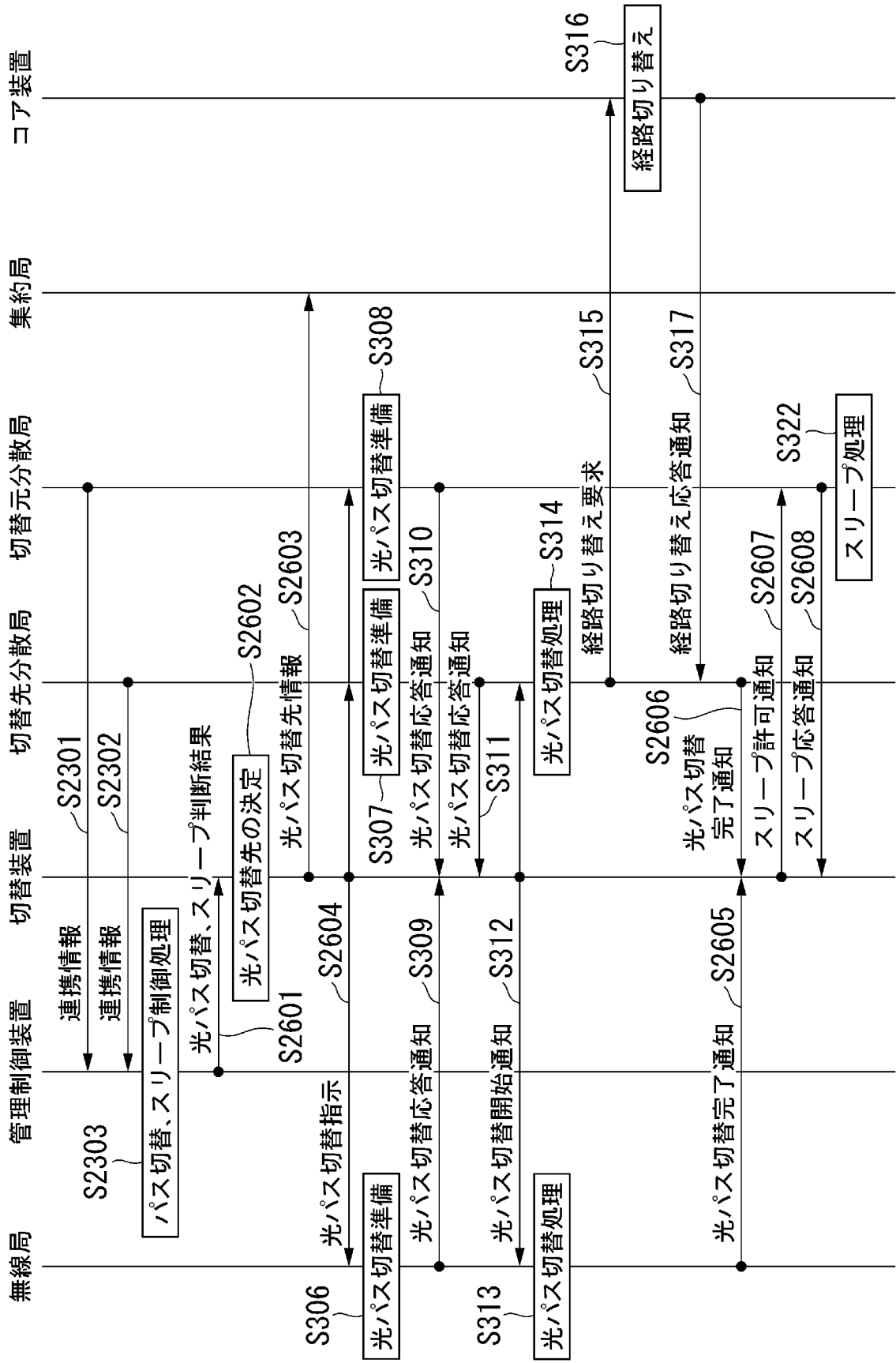
[図31]



[図32]



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/020495

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H04W 36/22</i> (2009.01)i; <i>H04W 52/02</i> (2009.01)i FI: H04W36/22; H04W52/02 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) H04W36/22; H04W52/02		
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.
A	JP 2017-46050 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 02 March 2017 (2017-03-02) paragraphs [0067]-[0069], fig. 4	1-8
A	WO 2012/153834 A1 (NEC CORPORATION) 15 November 2012 (2012-11-15) paragraphs [0061]-[0068]	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 12 August 2022		Date of mailing of the international search report 23 August 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/JP2022/020495

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-46050	A	02 March 2017	US 2017/0063486 A1 paragraphs [0084]-[0086], fig. 4	
WO	2012/153834	A1	15 November 2012	US 2014/0071877 A1 paragraphs [0072]-[0079] EP 2709407 A1 CN 103518404 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04W 36/22(2009.01)i; H04W 52/02(2009.01)i FI: H04W36/22; H04W52/02		
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）） H04W36/22; H04W52/02 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
A	JP 2017-46050 A（沖電気工業株式会社）02.03.2017（2017-03-02） 段落 [0067] - [0069]、図4	1-8
A	WO 2012/153834 A1（日本電気株式会社）15.11.2012（2012-11-15） 段落 [0061] - [0068]	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	12.08.2022	国際調査報告の発送日 23.08.2022
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） 倉本 敦史 5J 3249 電話番号 03-3581-1101 内線 3534	

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/JP2022/020495

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-46050 A	02.03.2017	US 2017/0063486 A1 段落 [0084] - [0086]、図4	
WO 2012/153834 A1	15.11.2012	US 2014/0071877 A1 段落 [0072] - [0079] EP 2709407 A1 CN 103518404 A	