

(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))

(57) 要約: 本開示は、光ファイバ及びデバイスいずれかの区間で異常が発生したかを切り分け可能にすることを目的とする。本開示は、光ファイバに給電光を出力する光源と、前記光ファイバに直列に接続されている複数の光ノードと、前記光ファイバの前記光源側から前記複数の光ノードに向けて試験光を送信し、前記試験光の反射光を検出する光試験器と、を備え、各光ノードは、給電光を電気に変換する光電変換素子と、前記光電変換素子で変換された電力を蓄電する蓄電部と、前記光ファイバで伝搬される給電光の出力先を、自光ノードに備わる光電変換素子と前記光ファイバに接続されている他の光ノードとで切り替える光スイッチと、給電光に重畳されている制御信号に従って前記光スイッチの接続を切り替える制御部と、前記光スイッチから前記光電変換素子に出力される試験光を、前記光試験器に向けて反射する試験光カットフィルタと、を備える光給電システムである。

明 細 書

発明の名称： 光給電システム及び異常箇所検出方法

技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバに直列に光ノードを接続することで複数の光ノードに給電を行う光給電システムに関する。

背景技術

[0002] 光ファイバネットワーク、特に通信ビルに設置された通信装置とユーザ側の通信端末を結ぶアクセスネットワークでは、その開通や保守において効率的に設備を使用するために新たなルートに接続したり、ルートを変更するといった光線路切替が一定の頻度で行われている。通常このような作業は現地に赴いて手動で光ファイバの接続切替を行うのに対し、光ファイバの接続切替を遠隔操作で行う技術が提案されている。

[0003] 例えば非特許文献 1、2 では、所内等の電源環境に設置された給電制御光源と、遠隔に配置された単数あるいは複数の光ノードから構成されるシステムにおいて、光ファイバに直列に複数の光ノードを接続することで、単一の光源を用いて光給電および光ノードに内包される複数の光スイッチの制御の機能を同時に実現できる方式が提案されている。この光ノードは、光ファイバ網内に設置され、光ファイバ単位で相互の接続や切替を行う。

先行技術文献

非特許文献

- [0004] 非特許文献1：“将来光アクセス網に向けた遠隔光路切替ノードの検討”、2021年 電子情報通信学会 総合大会 B-13-16
- 非特許文献2：“遠隔光路切替ノードの直列接続方式に関する一検討”、2022年 電子情報通信学会 総合大会 B-13-28

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 光ノードで構成させる光ファイバ網において、光ノードを接続する光ファ

イバ又は光ノードのいずれかで故障等のなんらかの異常が発生した場合は、異常箇所を検出して復旧に繋げることが必要である。しかしながら、光ノードで構成させる光ファイバ網において、異常箇所を検出する方式、及びシステムは現状存在しない。

[0006] また復旧を行う場合に屋外の設備に赴いて効率良く異常箇所を復旧させることを想定すると、異常箇所を検出する際に、光ノードの各部や光ケーブル異常箇所の距離など、復旧の際に人を派遣する際の手戻り（何度もマンホールに入るなど派遣位置の誤り）が無いことが求められるため、遠隔からの精度の良い位置の切り分けが求められる。更に光ノードは、光給電光で駆動する構造であるが、省電力での駆動が求められるため、新たに異常検知のためのセンサ等を具備せずに現状具備されている機能のみで異常箇所を検出する方式、及びシステムが望ましい。

[0007] 本開示は、光ファイバに直列に光ノードを接続することで複数の光ノードに給電を行う光給電システムにおいて、遠方から異常箇所を検出可能にすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の光給電システムは、光ファイバに直列に光ノードを接続することで複数の光ノードに給電を行う光給電システムであって、本開示の通信装置及び光ノードを備える。

[0009] 本開示の通信装置は、
光ファイバに直列に接続されている複数の光ノードに給電光を出力する光源と、

前記光ファイバの前記光源側から前記複数の光ノードに向けて試験光を送信し、前記試験光の反射光を検出する光試験器と、

を備え、

前記光試験器で得られた試験波形を用いて光損失の発生地点を判定し、
光損失の発生地点に基づいて、異常箇所を判定する。

[0010] 本開示の光ノード装置は、

光ファイバで伝搬された給電光を電気に変換する光電変換素子と、
前記光電変換素子で変換された電力を蓄電する蓄電部と、
前記給電光の出力先を、自光ノードに備わる光電変換素子と前記光ファイバに接続されている他の光ノードとで切り替える光スイッチと、
前記光スイッチから前記光電変換素子に出力される試験光を反射する試験光カットフィルタと、
前記給電光に重畳されている制御信号に従って前記光スイッチの接続を切り替え、かつ一定時間間隔で前記蓄電部の蓄電電圧値の確認を行い、前記蓄電部の蓄電電圧値が一定値以下になった場合、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に自動的に切り替える制御部と、
を備える。

[0011] 本開示の異常箇所検出方法は、本開示の光給電システムが実行する方法であって、

前記複数の光ノードが、
前記光ファイバで伝搬される前記給電光の出力先を、自光ノードに備わる光電変換素子と前記光ファイバに接続されている他の光ノードとで切り替える光スイッチと、
前記光スイッチから前記光電変換素子に出力される前記試験光を、前記光試験器に向けて反射する試験光カットフィルタと、
を備え、
前記複数の光ノードのいずれかに備わる前記制御部が、前記給電光に重畳されている制御信号に従って、前記光スイッチの接続を切り替え、
前記試験光を前記試験光カットフィルタに反射させる。

[0012] 本開示の光給電システムでは、前記制御部は、一定時間間隔で前記蓄電部の蓄電電圧値の確認を行い、前記蓄電部の蓄電電圧値が一定電圧値以下になった場合、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に自動的に切り替えてもよい。

[0013] 本開示の光給電システムでは、前記光試験器で得られた試験波形を用いて

光損失の発生地点を判定し、前記光試験器から前記複数の光ノードのそれぞれまでの前記光ファイバの距離の情報を参照し、光損失の発生地点を前記距離の情報と比較することで、

(i) 前記複数の光ノードのいずれかに異常が発生している場合はどの光ノードに異常が発生しているか、

(i i) 前記複数の光ノードの光ノード間のいずれかの区間に異常が発生している場合はどの区間の光ファイバに異常が発生しているか、

の判定を行ってもよい。

[0014] 前記給電光に重畳されている制御信号を用いて、前記複数の光ノードのそれぞれに対し、前記光源に近い側から順次、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に切り替え、

前記光電変換素子に切り替えた光ノードにおける前記試験光の反射がない場合、当該光ノードにおいて異常が発生していると判定してもよい。

[0015] 本開示の光給電システムでは、前記給電光に重畳されている制御信号に対する光ノードからの応答が前記複数の光ノードのいずれかからない場合、或いは定期的に、前記光試験器から前記試験光を送信してもよい。

この場合、前記光試験器で得られた試験波形において、光損失が発生していない場合、前記複数の光ノードのそれぞれに対し、前記光源に近い側から順次、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に切り替えさせてもよい。

[0016] なお、上記各開示は、可能な限り組み合わせることができる。

発明の効果

[0017] 本開示によれば、光ファイバに直列に光ノードを接続することで複数の光ノードに給電を行う光給電システムにおいて、遠方から異常箇所を検出可能にすることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]光給電システムの基本構成例である。

[図2]光給電システムの機能ブロックの一例である。

[図3]本開示に係る光給電システムのシステム構成例である。

[図4]本開示に係る光給電システムのシステム構成例である。

[図5]本開示に係る光給電システムのシステム構成例である。

[図6]本開示に係る異常箇所検出方法の一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

なお、本開示は、以下に示す実施形態に限定されるものではない。これらの実施の例は例示に過ぎず、本開示は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。

[0020] (光給電システムの基本構成例)

図1に、光給電システムの基本構成例を示す。本開示の光給電システムは、給電・制御用光ファイバ30に給電光を出力する給電制御光源11と、給電・制御用光ファイバ30に直列に接続されている複数の光ノード20と、を備える。本実施形態では、理解が容易になるよう、3台の光ノード20のみが接続される例を示すが、直列に接続される光ノード20の数は2以上の任意の数でありうる。

[0021] 各光ノード20は、

給電光を2分岐する光カプラ21と、

給電光を電気に変換する光電変換素子23Bと、

光電変換素子23Bで変換された電力を蓄電する蓄電部26と、

給電・制御用光ファイバ30で伝搬される給電光の出力先を、自光ノード20に備わる光電変換素子23Bと給電・制御用光ファイバ30に接続されている他の光ノード20とで切り替える1×2光スイッチ22と、

給電光に重畳されている制御信号を受信する光電変換素子23Cと、

光電変換素子23Cの受信した制御信号に従って1×2光スイッチ22の接続を切り替える制御部25と、

を備える。

以下、光電変換素子 23B 及び 23C を区別しない場合は光電変換素子 23 と表記する。

[0022] 通信ビル内等の遠隔にある給電制御光源 11 から出た光給電光は、単一の給電・制御用光ファイバ 30 で複数の光ノード 20 に順次接続される。各光ノード 20 には、1×2 光スイッチ 22 が具備され、送信された光給電光を各々の光ノード 20 の光電変換素子 23 に取り込むか、後方の光ノード 20 へ送るかを切替える。この 1×2 光スイッチ 22 の切替は光給電光に重畳した制御信号により行う。このように、給電制御光源 11 と各光ノード 20 は、同時には制御信号により 1 対 1 で通信できるルートとなるように、1×2 光スイッチ 22 が切替られる。

[0023] より詳細な光給電システムの構成を図 2 に示す。通信ビル内の給電制御光源 11 からの光給電光は、光変調器 12 において制御信号が重畳され、光ノード 20 に送信される。光ノード 20 からの上り方向の制御信号は、サーキュレータ 13 から光受信機 14 に出力され、光受信機 14 で受信される。コントローラ PC 15 は制御信号を光変調器 12 に出力し、光変調器 12 が給電光に制御信号を重畳する。光受信機 14 は受信した信号をコントローラ PC 15 に出力する。これにより、コントローラ PC 15 は、各光ノード 20 と制御信号の送受信を行う。

[0024] 光ノード 20 の制御部 25 は、光給電光に重畳した制御信号を受信し、1×2 光スイッチ 22 をはじめ、他のデバイス 41 及び 42 を制御する。また、光ノード 20 は、光電変換素子 23B で光給電光を電気に変換し、デバイス用蓄電部 26D と制御部用蓄電部 26C に蓄電する。この蓄電された電力により、光ノード 20 の制御部 25 や各デバイス 41 及び 42 は駆動する。ここで、本開示では、デバイス用蓄電部 26D と制御部用蓄電部 26C を区別しない場合は蓄電部 26 と表記する。

[0025] 制御部 25 やデバイス 41 及び 42 は、駆動可能な電圧値以下になると制御や駆動が出来なくなる。図 1 の構成には、複数の光ノード 20 が存在するが、いずれの光ノード 20 も各 1×2 光スイッチ 22 を順次切り替えること

で光給電を行うことが可能である。このため、本開示の光給電システムは、各々の光ノード20に備わる蓄電部26には常に一定量の蓄電がなされて、各々の光ノード20に備わる制御部25が駆動できる状態に保つことを運用の前提とする。

[0026] また、各々の光ノード20の蓄電部26が常に一定の蓄電量の蓄電が保たれるように、本開示の光給電システムは、給電制御光源11から、制御信号を用いて光ノード20に対して、蓄電部26の蓄電量を随時、問合せ、確認することを行う。

[0027] 本開示の光給電システムは、図1及び図2に示す光給電システムに、さらに光試験器（図4に示す光パルス試験器17）及び試験光カットフィルタ（図4及び図5に示す符号28）を備える。本実施形態では、光試験器の一例として光パルス試験器（図4に示す符号17）を用いる例を示す。光パルス試験器（図4に示す符号17）は、給電・制御用光ファイバ30の給電制御光源11側から複数の光ノード20に向けて試験光を送信し、試験光の反射光を検出する。試験光カットフィルタ（図4及び図5に示す符号28）は、1×2光スイッチ22から光電変換素子23Bに出力される試験光を、パルス光試験器17に向けて反射する。

[0028] 本開示の光給電システムは、本開示の異常箇所検出方法を実行する。例えば、本開示の異常箇所検出方法では、制御部25が、給電光に重畳されている制御信号に従って、1×2光スイッチ22の接続を切り替え、試験光を試験光カットフィルタ28に反射させる。

[0029] 本開示の光給電システムは、光パルス試験器（図4に示す符号17）及び試験光カットフィルタ（図4及び図5に示す符号28）を備え、本開示の異常箇所検出方法を実行することで、光ノード20で構成させる光ファイバ網において、直列型光ノード20の給電・制御用光ファイバ及びデバイスいずれかの区間で異常が発生した場合、図1及び図2に示すような、現状具備されている機能のみで、遠隔からの故障の切り分けを可能にする。

[0030] （発明を実施するための第1形態）

本開示の光給電システムの第1の実施形態を詳細に説明する。既に述べたように、各光ノード20は、蓄電部26に蓄えられた電力により、制御部25、光ノード20内のデバイス41及び42の駆動を行う。各光ノード20は、自光ノード20が光給電光を受光していない時、即ち1×2光スイッチ22を後方の光ノード20側に切替えている場合、蓄電部26に蓄えられた電力は自然放電等により時間経過とともに減少していく。

[0031] 本実施形態では、図3に示すように、任意の光ノード20が光給電光を受光していない場合、制御部25が一定時間間隔で蓄電部26の蓄電電圧値の確認を行い、一定電圧値以下になった場合、制御部25が1×2光スイッチ22を自光ノード20が受光できる方向に自動的に切替可能とすることを特徴とする。

[0032] これにより、もし任意の光ノード20が光給電光を受光できない状態が継続し、任意の光ノード20の蓄電部26の電圧値が更に降下して、制御部25が電圧降下のため駆動不能になったり、1×2光スイッチ22が駆動できなくなった場合でも、該当の光ノード20の1×2光スイッチ22が自光ノード20で受光できる方向に切り替わった状態になる。

[0033] (発明を実施するための第2形態)

本開示の光給電システムの第2の実施形態を詳細に説明する。第1の実施形態において、図3に示すように給電制御光源11を操作するコントローラPC15と連携するサーバ16を設置する。このサーバ16は、コントローラPC15と連携し、給電制御光源11から単一の光ファイバで複数の光ノード20の接続順序に関する情報を保持することを特徴とする。

[0034] 光ノード20はユニークな識別子が付与され、その接続されている順序をサーバ16で保持する。図3の例では、光ノード20#1、が識別子であって、光ノード20#1、光ノード20#2、光ノード20#3、の順に光ノード20が給電・制御用光ファイバ30に接続されていることをこのサーバ16で格納する。

[0035] (発明を実施するための第3形態)

本開示の光給電システムの第3の実施形態を詳細に説明する。第2の実施形態において、図4に示すように、給電・制御用光ファイバ30に対して、通信ビル内など光ノード20#1の上部側から光パルス試験器17により、特定の試験波長のパルス試験光を挿入できる構成とする。また、光ノード20には、この試験波長の光を反射することにより遮断するFBG（ファイバグレーティング）のような試験光カットフィルタ28を具備する。

[0036] より詳細な光給電システムの構成を図5に示す。図5に示すように光ノード20内の1×2光スイッチ22と光電変換素子23Bの間に試験光カットフィルタ28を割入れる構成とする。この構成により、パルス試験光は1×2光スイッチ22には到達する。また挿入されたパルス試験光が試験光カットフィルタ28に到達した場合、パルス試験波形において試験光カットフィルタ28の位置に反射点を確認されるため、パルス試験光が到達したことの確認が可能となる。

[0037] また図4に示すように、給電制御光源11を操作するコントローラPC15と連携するサーバ16に、給電制御光源11と直近の光ノード20#1、及び各光ノード20間の光ファイバ長（線路長）のデータを具備することを特徴とする。

[0038] 以上説明したように、給電制御光源11と任意の光ノード20と制御信号の送受信において、光ノード20からの応答が無い等の不具合が発生した場合に、給電・制御用光ファイバ30に対して、光パルス試験器17により光パルス試験を実施する。その試験波形で、光損失の発生箇所が確認された場合、サーバ16が給電制御光源11と光損失の発生箇所との距離を測定する。光パルス試験器17で測定した損失の発生地点までの距離と、サーバ16で管理された光ノード20の接続順序、及び該当の給電・制御用光ファイバ30の線路長と比較し、光損失の発生地点が、どの光ノード20か、もしくはどの光ノード20の間の区間の光ファイバ上なのかの切り分け可能となることが特徴である。

[0039] （発明を実施するための第4形態）

本開示の光給電システムの第4の実施形態を詳細に説明する。第3の実施形態において、サーバ16が図6に示す切り分けフローを実施する。サーバ16はコンピュータとプログラムによっても実現でき、プログラムを記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。プログラムをコントローラPC15で実行することで、コントローラPC15がサーバ16の機能を備える構成も採用しうる。

[0040] 本実施形態では、光ノード20が3台接続されている場合である。既に述べたように、光パルス試験器17を用いて光パルス試験を実施し（S101）、光パルス試験で得られた試験波形を用いて光損失発生箇所の有無を確認する（S102）。光損失箇所が確認されれば、サーバ16が保管するデータと比較して（S103）、異常箇所を検出する。光損失発生箇所が無ければ、給電制御光源11に近いほうの光ノード20#1から順に確認を行う。

[0041] 最初に光ノード20#1に対して、制御信号を用いて、1×2光スイッチ22を光ノード20#1の入光側に切替を指示する（S104）。もしこの時点で、光ノード20#1の蓄電部26が応答できる蓄電量が無かったとしても、光ノード20#1が正常に動作しているのであれば、第1の実施形態で示した特徴により、1×2光スイッチ22を自光ノード20が受光できる方向に自動的に切替られているはずである。

[0042] 次に光パルス試験を実施し（S105）、光パルス試験で得られた試験波形を用いて光損失発生箇所の有無を確認する（S106）。もし光損失箇所が確認されれば（S106において損失発生箇所あり）、サーバ16が保管するデータと比較して（S103）、異常箇所を検出する。光損失箇所が確認されなければ（S106において損失発生箇所なし）、試験波形で、光ノード20#1の反射点を確認する（S107）。

[0043] ここで、もし正常に1×2光スイッチ22を自光ノード20が受光できる方向に切り替わっていれば、1×2光スイッチ22の後方に設置した試験光カットフィルタ28の反射が試験波形の遠端において確認できるはずである（S107において反射点あり）。もし反射点を確認できなければ（S10

7において反射点なし)、1×2光スイッチ22を自光ノード20が受光できる方向に切り替わっていないことになる。このため、光ノード20#1に何らかの異常が発生している可能性があるとは判定される。もし反射点を確認できるならば、光ノード20#1の1×2光スイッチ22は正常と判定されるので、次は光ノード20#2に対して確認を行う。

[0044] 光ノード20#1の1×2光スイッチ22を光ノード20#1の後方側に切替を指示する(S108)。また光ノード20#2の1×2光スイッチ22を光ノード20#2の入光側に切替を指示する(S108)。この後、光パルス試験を実施し(S109)、ステップS106及びS107と同様に光損失箇所の確認(S110)と光ノード20#2内の反射点の確認(S111)を実施する。光ノード20#2に異常が無ければ(S111において反射点を確認)、次は同様の方法で、光ノード20#3で異常箇所の切り分けを実施する(S112～S115)。

[0045] (発明を実施するための第5形態)

本開示の光給電システムの第5の実施形態を詳細に説明する。第4の実施形態において、切り分けフローが開始される契機となる事象として、光ノード20の制御系でトラブル発生として、給電制御光源11と各光ノード20間の蓄電量の問合せ・応答等の制御通信の交換で、光ノード20からの応答が無い等の事象発生を契機として切り分けフローが不定期に開始されることを特徴とする。

[0046] (発明を実施するための第6形態)

本発明の光給電システムの第6の実施形態を詳細に説明する。第4の実施形態において、切り分けフローが開始される契機となる事象として、例えば定期的なメンテナンス等を前提として、前回実施された切り分けフロー実施後から一定時間経過を契機として、切り分けフローが定期的な実施されることを特徴とする。

符号の説明

[0047] 11 : 給電制御光源

- 1 2 : 光変調器
- 1 3 : サーキュレータ
- 1 4 : 光受信機
- 1 5 : コントローラ P C
- 1 6 : サーバ
- 1 7 : 光パルス試験器
- 2 0 : 光ノード
- 2 1 : 光カプラ
- 2 2 : 1 × 2 光スイッチ
- 2 3、2 3 B、2 3 C : 光電変換素子
- 2 5 : 制御部
- 2 6 : 蓄電部
- 2 6 D : デバイス用蓄電部
- 2 6 C : 制御部用蓄電部
- 2 7 : 昇圧回路
- 4 1、4 2 : デバイス

請求の範囲

- [請求項1] 光ファイバに給電光を出力する光源と、
前記光ファイバに直列に接続されている複数の光ノードと、
前記光ファイバの前記光源側から前記複数の光ノードに向けて試験光を送信し、前記試験光の反射光を検出する光試験器と、
を備え、
前記複数の光ノードは、それぞれ、
前記給電光を電気に変換する光電変換素子と、
前記光電変換素子で変換された電力を蓄電する蓄電部と、
前記光ファイバで伝搬される前記給電光の出力先を、自光ノードに備わる光電変換素子と前記光ファイバに接続されている他の光ノードとで切り替える光スイッチと、
前記給電光に重畳されている制御信号に従って前記光スイッチの接続を切り替える制御部と、
前記光スイッチから前記光電変換素子に出力される前記試験光を、前記光試験器に向けて反射する試験光カットフィルタと、
を備える光給電システム。
- [請求項2] 前記制御部は、一定時間間隔で前記蓄電部の蓄電電圧値の確認を行い、前記蓄電部の蓄電電圧値が一定電圧値以下になった場合、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に自動的に切り替える、
請求項1に記載の光給電システム。
- [請求項3] 光ファイバに給電光を出力する光源と、
前記光ファイバに直列に接続されている複数の光ノードと、
前記光ファイバの前記光源側から前記複数の光ノードに向けて試験光を送信し、前記試験光の反射光を検出する光試験器と、
を備え、
前記複数の光ノードにおいて、

光電変換素子が前記給電光を電気に変換し、
蓄電部が、前記光電変換素子で変換された電力を蓄電する、
光給電システムが実行する方法であって、
前記複数の光ノードが、

前記光ファイバで伝搬される前記給電光の出力先を、自光ノードに
備わる光電変換素子と前記光ファイバに接続されている他の光ノード
とで切り替える光スイッチと、

前記光スイッチから前記光電変換素子に出力される前記試験光を、
前記光試験器に向けて反射する試験光カットフィルタと、
を備え、

前記複数の光ノードのいずれかに備わる前記制御部が、前記給電光
に重畳されている制御信号に従って、前記光スイッチの接続を切り替
え、

前記試験光を前記試験光カットフィルタに反射させる、
異常箇所検出方法。

[請求項4] 前記光試験器で得られた試験波形を用いて光損失の発生地点を判定
し、

前記光試験器から前記複数の光ノードのそれぞれまでの前記光ファ
イバの距離の情報を参照し、光損失の発生地点を前記距離の情報と比
較することで、

(i) 前記複数の光ノードのいずれかに異常が発生している場合は
どの光ノードに異常が発生しているか、

(i i) 前記複数の光ノードの光ノード間のいずれかの区間に異常
が発生している場合はどの区間の光ファイバに異常が発生しているか
、

の判定を行う、

請求項 3 に記載の異常箇所検出方法。

[請求項5] 前記給電光に重畳されている制御信号を用いて、前記複数の光ノー

ドのそれぞれに対し、前記光源に近い側から順次、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に切り替え、

前記光電変換素子に切り替えた光ノードにおける前記試験光の反射がない場合、当該光ノードにおいて異常が発生していると判定する、
請求項4に記載の異常箇所検出方法。

[請求項6] 前記給電光に重畳されている制御信号に対する光ノードからの応答が前記複数の光ノードのいずれかからない場合、或いは定期的に、前記光試験器から前記試験光を送信し、

前記光試験器で得られた試験波形において光損失が発生していない場合、前記複数の光ノードのそれぞれに対し、前記光源に近い側から順次、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に切り替えさせる、

請求項5に記載の異常箇所検出方法。

[請求項7] 光ファイバに直列に接続されている複数の光ノードに給電光を出力する光源と、

前記光ファイバの前記光源側から前記複数の光ノードに向けて試験光を送信し、前記試験光の反射光を検出する光試験器と、

を備え、

前記光試験器で得られた試験波形を用いて光損失の発生地点を判定し、

光損失の発生地点に基づいて、異常箇所を判定する、

通信装置。

[請求項8] 光ファイバで伝搬された給電光を電気に変換する光電変換素子と、
前記光電変換素子で変換された電力を蓄電する蓄電部と、

前記給電光の出力先を、自光ノードに備わる光電変換素子と前記光ファイバに接続されている他の光ノードとで切り替える光スイッチと、

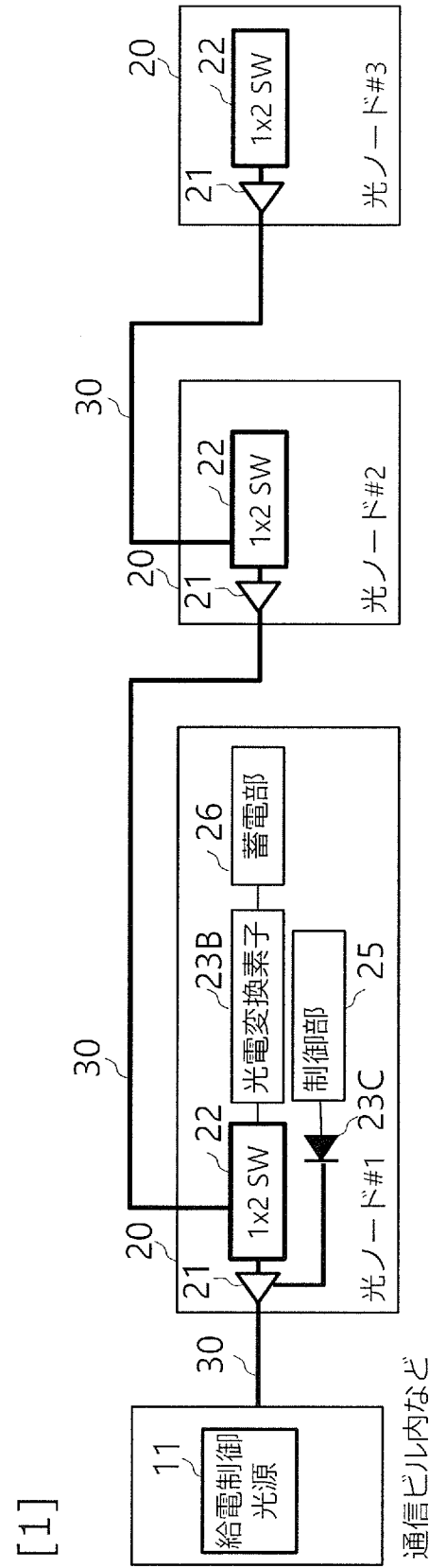
前記光スイッチから前記光電変換素子に出力される試験光を反射す

る試験光カットフィルタと、

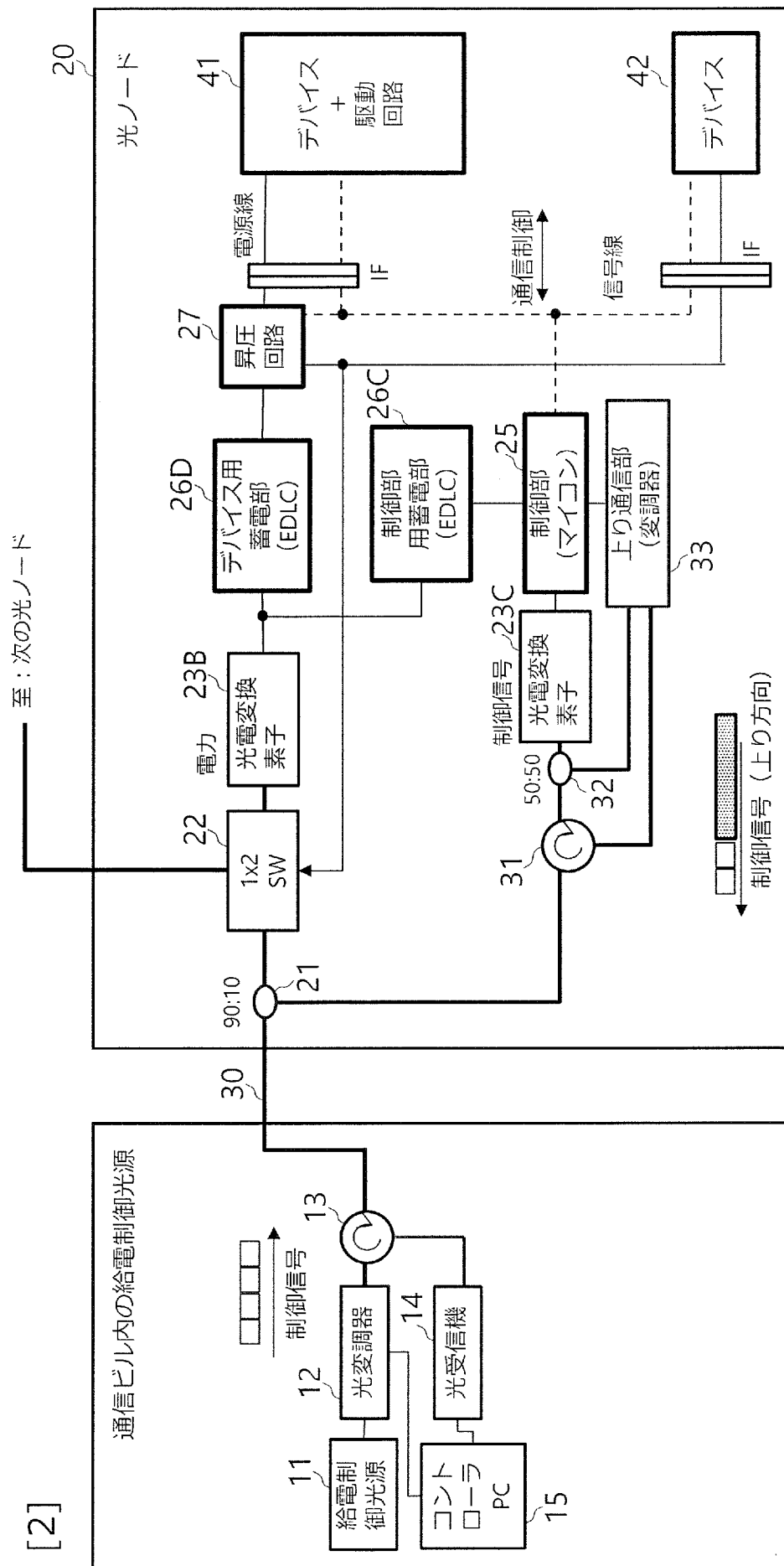
前記給電光に重畳されている制御信号に従って前記光スイッチの接続を切り替え、かつ一定時間間隔で前記蓄電部の蓄電電圧値の確認を行い、前記蓄電部の蓄電電圧値が一定値以下になった場合、前記光スイッチを自光ノードに備わる前記光電変換素子に自動的に切り替える制御部と、

を備える光ノード装置。

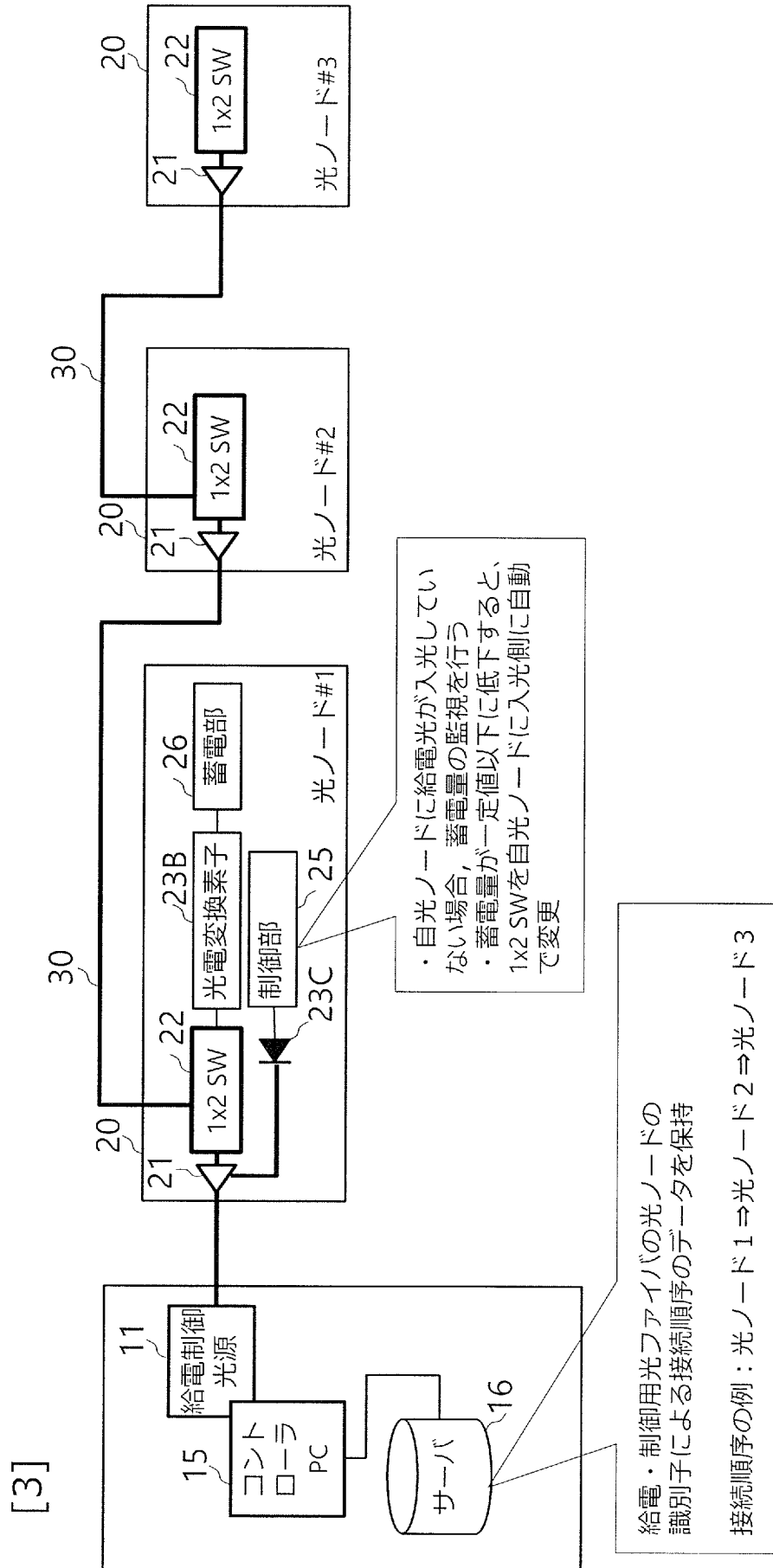
[図1]



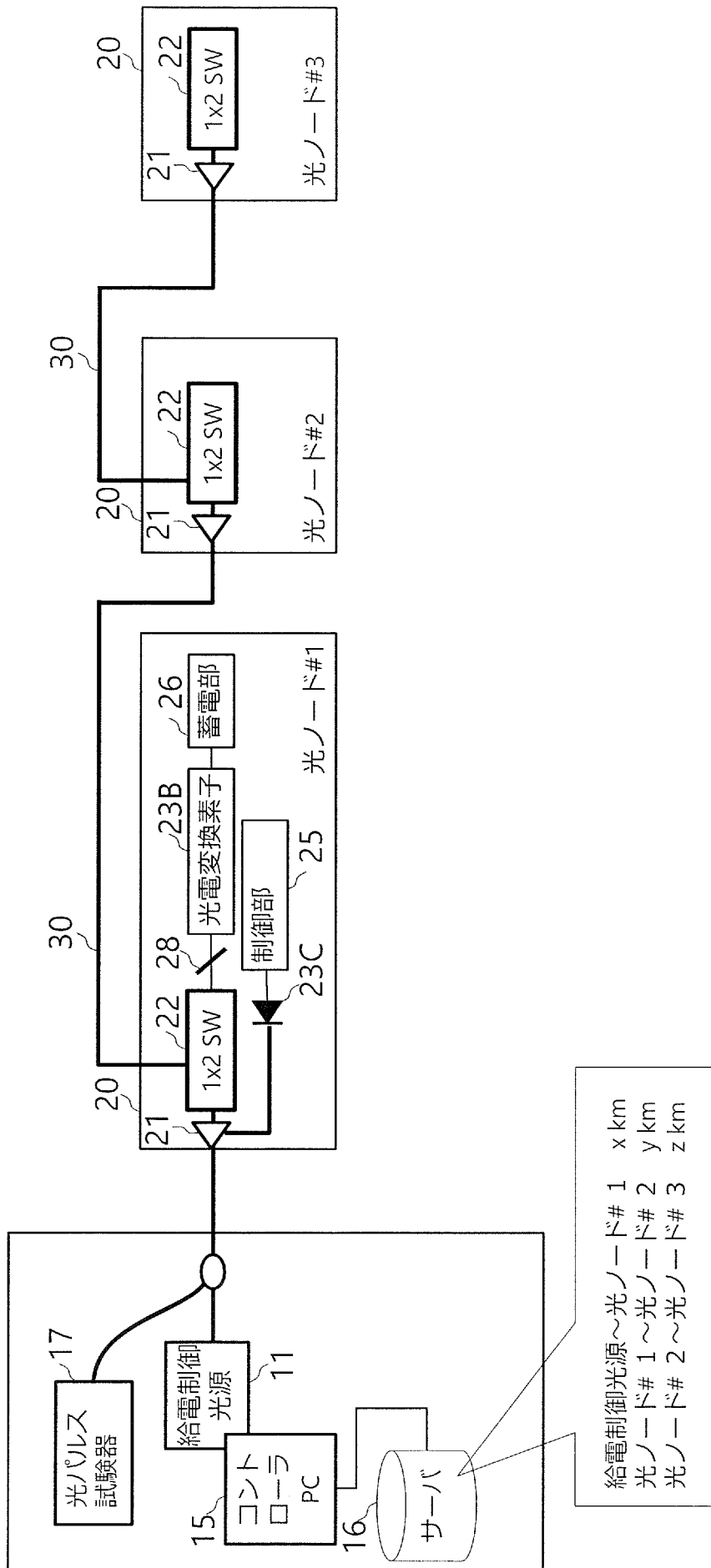
[図2]



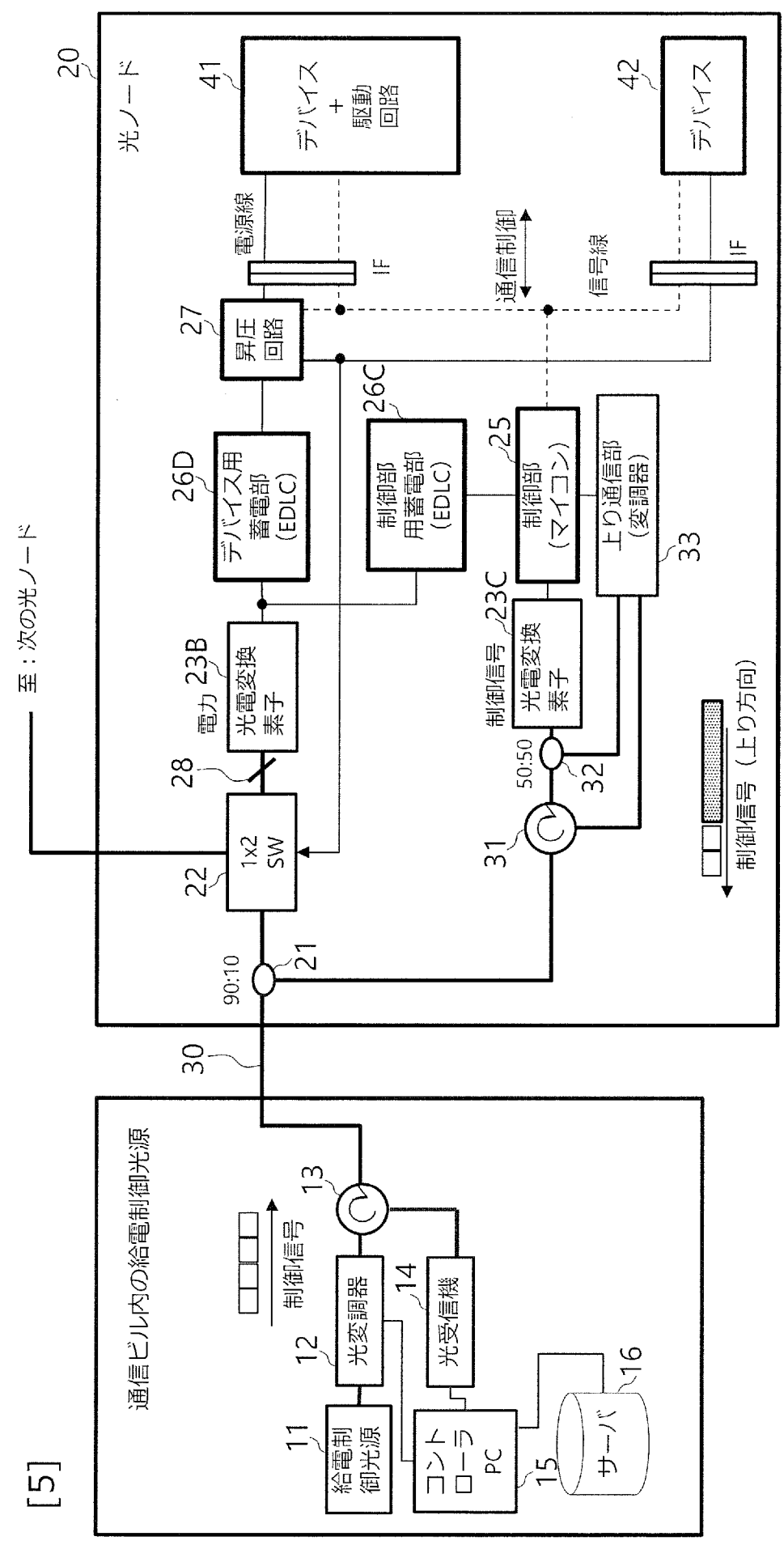
[図3]



[図4]

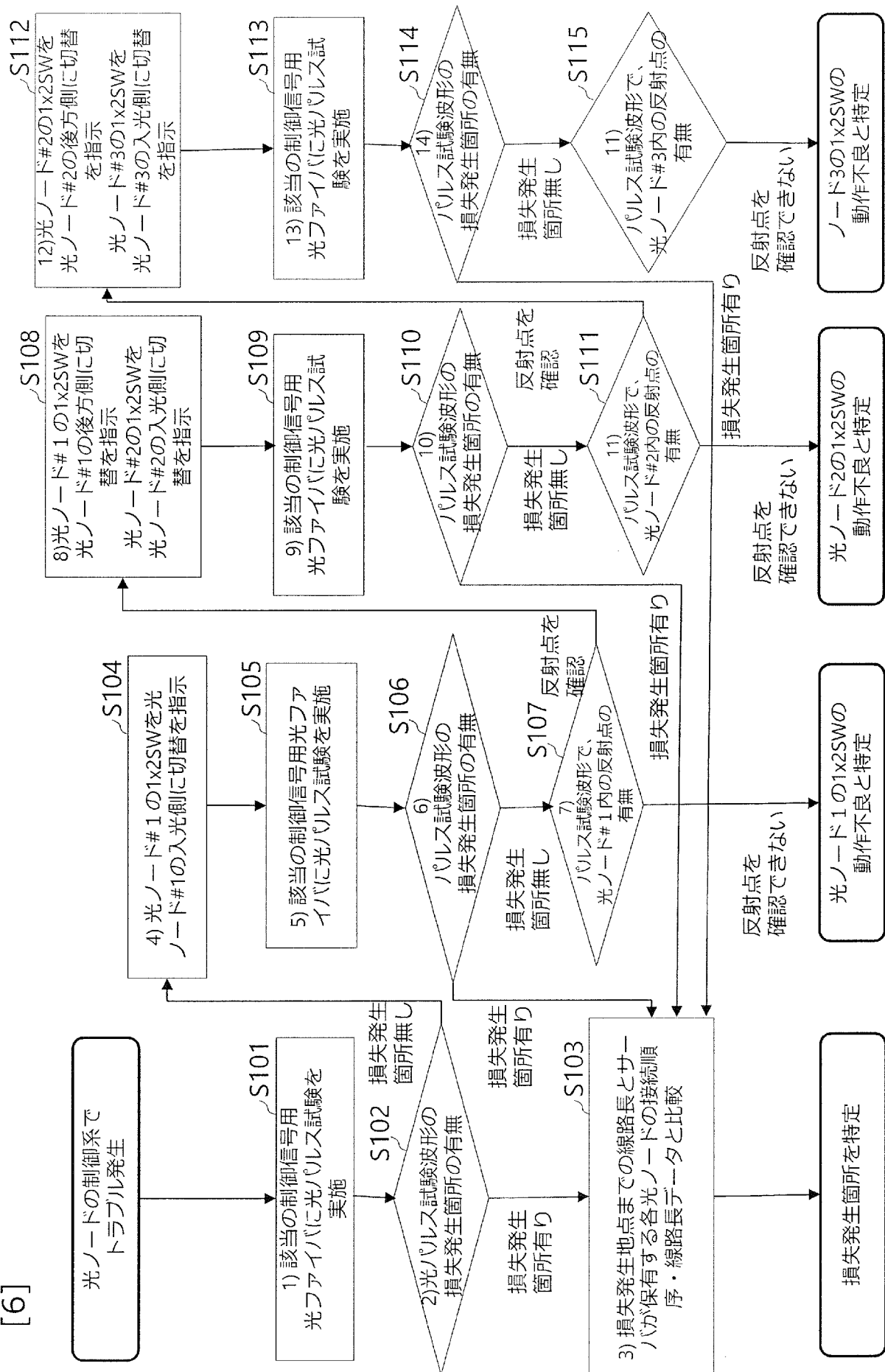


[図5]



[5]

[9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019588

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 10/80**(2013.01)i; **H04B 10/071**(2013.01)i

FI: H04B10/80 160; H04B10/071

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)

H04B10/80; H04B10/071

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.
X	WO 2022/024270 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 03 February 2022 (2022-02-03) paragraphs [0019]-[0025], fig. 1-2	7
A		1-6, 8
A	JP 2011-196794 A (CENTRAL RES INST OF ELECTRIC POWER IND) 06 October 2011 (2011-10-06)	1-8
A	JP 2021-27474 A (KYOCERA CORP) 22 February 2021 (2021-02-22)	1-8
A	WO 2021/053768 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 25 March 2021 (2021-03-25)	1-8
A	JP 2013-134138 A (FUJIKURA LTD) 08 July 2013 (2013-07-08)	1-8

☐ 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

12 July 2022

Date of mailing of the international search report

19 July 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/JP2022/019588

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/024270	A1	03 February 2022	(Family: none)	
JP	2011-196794	A	06 October 2011	(Family: none)	
JP	2021-27474	A	22 February 2021	WO 2021/024809	A1
WO	2021/053768	A1	25 March 2021	(Family: none)	
JP	2013-134138	A	08 July 2013	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/80(2013.01)i; H04B 10/071(2013.01)i FI: H04B10/80 160; H04B10/071										
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）） H04B10/80; H04B10/071										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			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
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								
X	WO 2022/024270 A1（日本電信電話株式会社）03.02.2022（2022 - 02 - 03） 段落[0019]-[0025], 図1-2	7								
A		1-6, 8								
A	JP 2011-196794 A（財団法人電力中央研究所）06.10.2011（2011 - 10 - 06）	1-8								
A	JP 2021-27474 A（京セラ株式会社）22.02.2021（2021 - 02 - 22）	1-8								
A	WO 2021/053768 A1（日本電信電話株式会社）25.03.2021（2021 - 03 - 25）	1-8								
A	JP 2013-134138 A（株式会社フジクラ）08.07.2013（2013 - 07 - 08）	1-8								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 12.07.2022		国際調査報告の発送日 19.07.2022								
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） 後澤 瑞征 5K 4540 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/JP2022/019588

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/024270	A1	03.02.2022	(ファミリーなし)	
JP	2011-196794	A	06.10.2011	(ファミリーなし)	
JP	2021-27474	A	22.02.2021	WO	2021/024809 A1
WO	2021/053768	A1	25.03.2021	(ファミリーなし)	
JP	2013-134138	A	08.07.2013	(ファミリーなし)	