

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】令和 4 年 7 月 27 日(2022.7.27)

【国際公開番号】WO2021/111691

【出願番号】特願 2021-562457(P2021-562457)

【国際特許分類】

G 0 1 D 5/353(2006.01)

H 0 4 B 10/071(2013.01)

H 0 4 J 14/02(2006.01)

H 0 4 B 10/077(2013.01)

10

【F I】

G 0 1 D 5/353 B

H 0 4 B 10/071

H 0 4 J 14/02

H 0 4 B 10/077

【手続補正書】

【提出日】令和 4 年 5 月 16 日(2022.5.16)

【手続補正 1】

20

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光増幅中継装置を含む長距離の光通信ケーブルシステムに、光ファイバセンシング機能を追加した光ファイバセンシングシステムであって、

前記光ファイバセンシングは、インテロゲーターによって、光ファイバにプローブ光を送出し、前記プローブ光の後方散乱光を検波して前記光ファイバの周囲の環境情報をセンシングするものであって、

30

前記光通信ケーブルシステムの端局とは別の遠隔地点に第一のセンシング装置が設置され、

前記端局には前記第一のセンシング装置と通信する第二のセンシング装置が設置され、

前記第一のセンシング装置は、前記インテロゲーターと、前記光通信ケーブルシステムを介して受電して当該第一のセンシング装置内に給電する電源部と、前記第二のセンシング装置と通信する通信部を備え、

前記インテロゲーターは、前記第一のセンシング装置に接続されている前記光ファイバの周囲の環境情報をセンシングすることによって前記光ファイバ上の各点のセンシングデータを生成し、

40

前記通信部は、前記センシングデータを前記第二のセンシング装置に送信する、光ファイバセンシングシステム。

【請求項 2】

前記第一のセンシング装置は、前記光通信ケーブルシステムにケーブルを介して接続されている複数の光増幅中継装置とは筐体が分離された上で、前記ケーブルに接続されており、

前記光通信ケーブルシステムの通信サービス用波長、前記第一のセンシング装置と前記第二のセンシング装置が互いに通信する波長、並びに、前記プローブ光及び前記後方散乱光の波長、は互いに異なり、

前記第一のセンシング装置内において、

50

前記プローブ光及び前記後方散乱光は、前記ケーブルの中の所定の前記光ファイバにおいて所定の方向に波長合分波及び伝搬されており、
前記第二のセンシング装置と通信するための光は、前記ケーブルの中の所定の光ファイバにおいて所定の方向に波長合分波及び伝搬されており、
前記ケーブル中の複数の光ファイバのうち、前記プローブ光、前記後方散乱光及び前記第二のセンシング装置と通信するための光が伝搬する光ファイバ以外の光ファイバは、スルー接続されている、
請求項 1 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 3】

前記第二のセンシング装置は、時刻情報を取得して、前記第一のセンシング装置に伝達する機能を備え、
前記第一のセンシング装置は、前記センシングデータと前記時刻情報とを一体化して、前記第二のセンシング装置に送信する機能を備え、
前記第一のセンシング装置及び前記第二のセンシング装置の少なくとも一方は、前記ケーブルの伝搬遅延時間を自動的に検出して前記時刻情報を補正する機能を備える、
請求項 1 または 2 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 4】

前記インテロゲーターは、前記環境情報を含んだ前記後方散乱光を検波して得た電気信号を A/D 変換して得た分析前のデータを、前記第二のセンシング装置に送信し、
前記第二のセンシング装置は、A/D 変換された前記後方散乱光のデータを分析して前記光ファイバケーブル上の各点のセンシングデータを得る分析処理部を備える、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 5】

前記光通信ケーブルシステムの複数の端局に前記第二のセンシング装置を複数備え、
前記第一のセンシング装置は、前記複数の第二のセンシング装置に向けて同一の前記環境情報を送信することで冗長機能を付加した、
請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 6】

前記第一のセンシング装置は、複数の前記インテロゲーターを備え、
複数の所定の光ファイバ心線の所定の方向に前記プローブ光及び前記後方散乱光を波長合分波する、
請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 7】

前記第一のセンシング装置内の前記複数のインテロゲーターがセンシングする光ファイバは、
前記光通信ケーブルシステムに含まれるケーブル分岐装置を通じて異なる方路のケーブルに通じている、
請求項 6 に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 8】

前記第一のセンシング装置は、前記光通信ケーブルシステムとは異なる方路のセンシング用ケーブルとのケーブル分岐機能も備え、
当該センシング用ケーブルに含まれる光ファイバの周囲の環境情報をセンシングして、前記第二のセンシング装置に前記環境情報を伝達する、
請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の光ファイバセンシングシステム。

【請求項 9】

光増幅中継装置を含む長距離の光通信ケーブルシステムに追加された光ファイバセンシング機能を実現する測定装置であって、
前記光ファイバセンシングは、インテロゲーターによって、光ファイバにプローブ光を送出し、前記プローブ光の後方散乱光を検波して前記光ファイバの周囲の環境情報をセンシングするものであって、

前記光通信ケーブルシステムの端局とは別の遠隔地点に設置された第一のセンシング装置と、
前記端局に設置され、前記第一のセンシング装置と通信する第二のセンシング装置と、を含み、
前記第一のセンシング装置は、前記インテロゲーターと、前記光通信ケーブルシステムを介して受電して当該第一のセンシング装置内に給電する電源部と、前記第二のセンシング装置と通信する通信部を備え、
前記インテロゲーターは、前記第一のセンシング装置に接続されている前記光ファイバの周囲の環境情報をセンシングすることによって前記光ファイバ上の各点のセンシングデータを生成し、
前記通信部は、前記センシングデータを前記第二のセンシング装置に送信する、測定装置。

10

【請求項 10】

光増幅中継装置を含む長距離の光通信ケーブルシステムに、光ファイバセンシング機能を追加した光ファイバセンシングシステムにおける測定方法であって、
前記光通信ケーブルシステムの端局とは別の遠隔地点に設置された第一のセンシング装置は、
前記光通信ケーブルシステムを介して受電して前記第一のセンシング装置内に給電し、
前記第一のセンシング装置内に設置されたインテロゲーターによって、前記第一のセンシング装置に接続されている光ファイバにプローブ光を送出し、前記プローブ光の後方散乱光を検波して前記光ファイバの周囲の環境情報をセンシングすることによって前記光ファイバ上の各点のセンシングデータを生成し、
前記センシングデータを、前記端局に設置された第二のセンシング装置に送信する、測定方法。

20

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

30

通信システムの端局装置は複数の波長多重分離器と複数のトランスポンダを主要構成要素として備えるが、図2及び図3においては、FP411に接続された波長多重分離器112及び122とトランスポンダ群111及び121のみを図示する。FP412乃至414に接続された波長多重分離器及びトランスポンダ群は、図の煩雑さを避けるため省略してある。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

40

図2及び図3では、測定装置MC1と測定装置MS1間の通信は、FP414を通じて波長 λ にて行われている。またセンシング光は、図2においてはFP412を通じて測定装置MS1から端局22方向（矢印PL1が示す方向）に向かって波長 λ で出力され、矢印RL1が示す方向で戻ってくる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

50

【 0 0 2 3 】

図 3 においては、センシング光は、F P 4 1 2 のうちの片方の光ファイバ心線を通じて測定装置 M S 1 から端局 2 2 方向（矢印 P L 1 が示す方向）に向かって波長 a で出力され、矢印 P L 1 が示す方向で戻ってくる。

【 手 続 補 正 5 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 1

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 3 1 】

インテロゲーター I T G 1 1 は、O A D M a を介して F P 4 1 2 の端局 2 2 方向にプローブ光 P L 1 を出力する。プローブ光 P L 1 は、例えば、パルス光である。F P 4 1 2 に出力されたプローブ光 P L 1 からは、後方散乱光 R L 1 が生じる。後方散乱光 R L 1 は、O A D M a を介してインテロゲーター I T G 1 1 に戻る。よって、インテロゲーター I T G 1 1 は、光ファイバ中でプローブ光 P L 1 から生じた後方散乱光 R L 1 を取得し、検波、分析する。分析により、センシング範囲にある光ファイバケーブルの各点における環境情報（振動や温度など）を示すセンシングデータが生成される。図 2 及び図 3 に示される例においては、インテロゲーター I T G 1 1 は、F P 4 1 2 の各点の周囲の環境情報をセンシングすることによって、F P 4 1 2 上の各点のセンシングデータを生成する。

【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 3

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 3 3 】

所定の長さ L おきにケーブル C B 1 に設けられた中継装置 R E P 3 n は、波長多重通信光、F P 4 1 2 中を伝送するプローブ光 P L 1、後方散乱光 R L 1、および F P 4 1 4 中を伝送される測定装置間通信用光信号 T L 1、T L 2 を増幅中継する。

【 手 続 補 正 7 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 5 0

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 5 0 】

これに対して図 6 B では、デジタル信号処理回路を測定装置 M C 1 側に移したことが特徴である。測定装置 M S 1 では、インテロゲーター I T G はプローブ光 P L 1 の送出と、後方散乱光 R L 1 を受光、検波して得た電気信号を A D 変換するまでの処理を行い、A D 変換して得た分析前のデジタルデータにタイムスタンプを付ける処理と通信可能なようにフレーム多重する処理（M U X と記載）のみを行い、測定装置 M C 1 に送信する。測定装置 M C 1 に備えられたデジタル信号処理回路は、A D 変換された後方散乱光 R L 1 のデータを分析して、光ファイバ各点における環境情報（振動や温度など）を示すセンシングデータに変換して出力する。結果的に図 6 A と図 6 B では同じ出力が得られる。

【 手 続 補 正 8 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 6 1

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 6 1 】

また測定装置 M S 1 より E a s t 側のケーブルシステムもしくは端局 2 2 のどこかに障害が発生したが、測定装置 M S 1 やそこより E a s t 側の数中継装置は稼働していて、しか

10

20

30

40

50

し測定装置MS1と測定装置MS1bの通信が不能となった場合を考える。前述のように時刻供給装置は端局21側に切り替わる。この場合、East側の測定情報は普段以上に重要であるが、その情報は端局21の測定装置MC1aに伝えられている。これにより測定システムの稼働が維持される。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

10

第2の実施形態のケーブルシステム100の第二の構成例を、図9を用いて説明する。通信システムのトポロジは、West-East方向に幹線(trunk line)があり、その途中に分岐装置BU1(Branching Unit)が挿入されており、South方向に分岐線(branch line)が伸びている構成である。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

20

なお、測定装置MS2は、第二の構成例と同様に、インテロゲーターITG12及びITG13を有してもよい。そして、測定装置MS2は、ケーブルCB1をセンシングしてもよい。

30

40

50