

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-135937

(P2010-135937A)

(43) 公開日 平成22年6月17日(2010.6.17)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|----------------------|-------------|-------------|
| HO4B 10/08 (2006.01) | HO4B 9/00 K | 2H079 |
| HO4J 14/00 (2006.01) | HO4B 9/00 E | 5K102 |
| HO4J 14/02 (2006.01) | HO4B 9/00 Y | |
| HO4B 10/04 (2006.01) | GO2F 1/01 F | |
| HO4B 10/06 (2006.01) | | |

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-307922 (P2008-307922)
 (22) 出願日 平成20年12月2日 (2008.12.2)

(71) 出願人 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100124844
 弁理士 石原 隆治
 (72) 発明者 高良 秀彦
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内
 (72) 発明者 山田 一久
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏波変調器、光送受信器及びそれを用いた光伝送システム

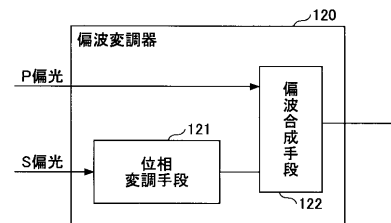
(57) 【要約】

【課題】 ノード数を増大させるため、トーン変調信号を用いて故障判定を行う。

【解決手段】 本発明は、N個の主信号送信手段と、異なる周波数のトーン変調信号を発生させるN個のトーン変調信号発生手段と、それぞれの主信号送信手段から出力された主信号をそれぞれ異なる周波数のトーン変調信号で偏波変調し、トーン変調信号を重畳する偏波変調手段と、重畳された主信号を波長多重する波長多重手段とを有する光送信器と、光送信器から波長多重信号を受信して、分岐された一方の波長多重信号を波長分離する波長分波手段と、分離した主信号を受信する主信号受信手段と、分岐されたもう一方のトーン変調信号から特定の偏光成分を抽出する偏光抽出手段と、偏光成分を電気信号に変換するO/E手段と、電気信号からN個のトーン変調信号を抽出するトーン変調信号抽出手段と、を有する光受信器とを有する。

【選択図】 図1

本発明の原理構成図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力光を P 偏光と S 偏光の直交する 2 つの偏光に分岐するための偏光分岐手段と、
 P 偏光と S 偏光の入力光のどちらか一方の入力光をトーン変調信号発生器を用いて位相変調する位相変調手段と、
 前記位相変調手段を用いて位相変調された光とされなかった光を偏波合成する偏波合成手段と、
 を備えたことを特徴とする偏波変調器。

【請求項 2】

光源と該光源の光を 2 つに分岐するための分岐手段と、
 前記 2 分岐された光をそれぞれ独立に変調して信号光とする 2 つの信号変調手段と、
 2 つの信号光のどちらか一方の信号光をトーン変調信号発生器を用いて位相変調する位相変調手段と、
 を備えたことを特徴とする光送信器。

10

【請求項 3】

2 つ以上の複数の波長を光信号に用いた請求項 2 記載の光送信手段を並列に並べて、波長多重部で波長多重して出力する光送信手段であって、
 2 つ以上の複数の異なる周波数でトーン変調されたことを特徴とする波長多重偏波変調光送信器。

【請求項 4】

2 つ以上の複数の波長の光信号を波長多重化する波長多重手段と、
 前記波長多重光を P 偏光と S 偏光に偏波分離する偏波分離手段と、
 前記 P 偏光と前記 S 偏光を波長毎に分離する波長分波手段と、
 前記偏波分離手段と前記波長分波手段による波長分離かつ偏波分離された信号光の P 偏光と S 偏光のどちらか一方を、2 つ以上の複数の異なる周波数でトーン変調するトーン変調手段と、
 前記トーン変調された偏光と変調されない偏光を波長多重する波長多重手段と、
 前記波長多重された光を偏波合成する偏波合成手段と、
 を備えたことを特徴とする波長多重偏波変調光送信器。

20

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の波長多重偏波変調光送信器により送信された波長多重偏波変調光を 2 つに分岐する分岐手段と、
 前記分岐手段により分岐された一方の波長多重偏波変調光からトーン変調周波数成分を抽出するために、偏光子、光 - 電気変換器、及びトーン変調周波数成分を抽出するための周波数抽出手段と、を備え、
 前記分岐手段により分岐された他方の光を波長分波手段により波長分離し、分離された波長毎の光信号を受信する光受信手段を備えたことを特徴とする波長多重偏波変調光受信器。

30

【請求項 6】

請求項 2 , 3 , 4 のいずれかに記載の波長多重偏波変調光送信器と、請求項 5 に記載の波長多重偏波変調光受信器とを備えたことを特徴とする光伝送システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、偏波変調器、光送受信器及びそれを用いた光伝送システムに係り、特に、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、トーン変調信号を用いた光ネットワーク上のノードまたはファイバ断による故障を監視するための偏波変調器、光送受信器及びそれを用いた光伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

50

従来、トーン変調信号を主信号に重畳することによる光ネットワーク監視方法が提案されている。従来のトーン信号を重畳する方法として、強度変調（位相変調）がある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

図 15 は、従来の強度変調を用いて監視するシステムを示す。

【0004】

同図に示すシステムは、送信ノード 1 が中継ノード 2 に接続され、受信ノード 4 が中継ノード 3 に接続されている。

【0005】

送信ノード 1 は、光送信器 10 を有し、受信ノード 4 は光受信器 40 を有する。

10

【0006】

光受信器 10 は、主信号を送信する主信号送信器 11、トーン変調信号を発生させるトーン変調信号発生器 13、トーン変調信号発生器 13 から入力されたトーン変調信号の強度を変調して主信号送信器 11 から入力された主信号に重畳させて光ファイバ上に出力する強度変調器 12 から構成される。

【0007】

また、光受信器 40 は、光送信器 10 から受信した光信号を分波する分波器 41、分波器 41 で分波された光信号を受信する主信号受信器 43、分波器 41 で分波された光信号を電気信号に変換する光 - 電気変換器 42、変換された電気信号からトーン変調信号を抽出するトーン変調信号抽出器 44 から構成される。

20

【特許文献 1】特開平 10 - 107772 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記従来の図 14 に示すシステムの光送信器内の強度変調器において、トーン変調信号の変調度を高くすると主信号への影響が大きくなるという問題がある。

【0009】

一方、主信号への影響を低減するために、変調度を数%以下とした場合、光信号対雑音比制限が厳しいため、監視可能なノード数が減少し、光受信器側に高ダイナミックレンジ、低雑音の光 - 電気変換器が必要となる。

30

【0010】

本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、偏波変調を用いたトーン変調信号を用いて故障判定を行う際に、監視することができるノード数を増大させ、かつ、低コスト化が可能なトーン変調を用いた故障監視可能な偏波変調器、光送受信器及びそれを用いた光伝送システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

図 1 は、本発明の原理構成図である。

【0012】

本発明（請求項 1）は、入力光を P 偏光と S 偏光の直交する 2 つの偏光に分岐するための偏光分岐手段 121 と、

40

P 偏光と S 偏光の入力光のどちらか一方の入力光をトーン変調信号発生器を用いて位相変調する位相変調手段と、

位相変調手段を用いて位相変調された光とされなかった光を偏波合成する偏波合成手段 122 と、を備えた偏波変調器 120 である。

【0013】

本発明（請求項 2）は、光源と該光源の光を 2 つに分岐するための分岐手段と、

2 分岐された光をそれぞれ独立に変調して信号光とする 2 つの信号変調手段と、

2 つの信号光のどちらか一方の信号光をトーン変調信号発生器を用いて位相変調する位相変調手段と、を備えた光送信器である。

50

【 0 0 1 4 】

本発明（請求項 3）は、2 つ以上の複数の波長を光信号に用いた請求項 2 記載の光送信手段を並列に並べて、波長多重部で波長多重して出力する光送信手段であって、

2 つ以上の複数の異なる周波数でトーン変調された波長多重偏波変調光送信器である。

【 0 0 1 5 】

本発明（請求項 4）は、2 つ以上の複数の波長の光信号を波長多重化する波長多重手段と、

波長多重光を P 偏光と S 偏光に偏波分離する偏波分離手段と、

P 偏光と S 偏光を波長毎に分離する波長分波手段と、

偏波分離手段と波長分波手段による波長分離かつ偏波分離された信号光の P 偏光と S 偏光のどちらか一方を、2 つ以上の複数の異なる周波数でトーン変調するトーン変調手段と

10

、トーン変調された偏光と変調されない偏光を波長多重する波長多重手段と、

波長多重された光を偏波合成する偏波合成手段と、

を備えた波長多重偏波変調光送信器である。

【 0 0 1 6 】

本発明（請求項 5）は、請求項 3 または 4 に記載の波長多重偏波変調光送信器により送信された波長多重偏波変調光を 2 つに分岐する分岐手段と、

分岐手段により分岐された一方の波長多重偏波変調光からトーン変調周波数成分を抽出するために、偏光子、光 - 電気変換器、及びトーン変調周波数成分を抽出するための周波数抽出手段と、を備え、

20

分岐手段により分岐された他方の光を波長分波手段により波長分離し、分離された波長毎の光信号を受信する光受信手段を備えた波長多重偏波変調光受信器である。

【 0 0 1 7 】

本発明（請求項 6）は、請求項 2, 3, 4 のいずれかに記載の波長多重偏波変調光送信器と、請求項 5 に記載の波長多重偏波変調光受信器とを備えたことを特徴とする光伝送システムである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

上記のように、本発明によれば、トーン変調信号を変調する際に、強度変調を用いずに、偏波変調を用いることにより、変調度を増大することができるため、ノード数を増大させることが可能である。これにより、受信器側において、光 - 電気変換器の性能条件が緩和させることになり、低コスト化を図ることができる。

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、図面と共に本発明の実施の形態を説明する。

【 0 0 2 0 】

< 第 1 の実施の形態 >

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態におけるトーン変調を用いた監視システムの構成図である。

40

【 0 0 2 1 】

同図に示すシステムは、送信側ノード 1、複数の中継ノード 2, 3、受信ノード 4 から構成される。

【 0 0 2 2 】

中継ノード 2 に接続される送信ノード 1 は、光送信器 100 を有し、当該光送信器 100 は、主信号送信器 110、偏波変調器 120、トーン変調信号発生器 130 から構成される。主信号送信器 110 は、主信号を偏波変調器 120 に出力し、トーン変調信号発生器 130 は、トーン変調信号を偏波変調器 120 に出力する。これにより、偏波変調器 120 は、主信号をトーン変調信号発生器 130 からのトーン変調信号に基づいて変調して出力する。

50

【 0 0 2 3 】

中継ノード3に接続される受信ノード4の光受信器200は、中継ノード3を介して入力された光信号を分波する分岐器210、分波された一方の光信号から偏光を取り出す偏光子220、取り出された偏光を電気信号に変換する光-電気変換器230、電気信号からトーン変調信号を抽出するトーン変調信号抽出器250、分岐器210で分波されたもう一方の光信号を受信する主信号受信器260、から構成される。

【 0 0 2 4 】

図3は、本発明の第1の実施の形態における2つの主信号を偏波多重する伝送方式における光送信器100の詳細な構成例を示す。

【 0 0 2 5 】

主信号送信部108は、連続発光する光源であるCW(Continuous Wave)光源111、CW光源111からの光信号を2つに分波する分岐器112、分波された一方の信号を変調してP偏光を偏波変調部109に出力する偏光器113、分波された一方の信号を変調してS偏光を偏波変調部109に出力する偏光器114から構成される。

【 0 0 2 6 】

偏波変調部109は、偏光器114からのS偏光とトーン変調信号発生器130からトーン変調信号が入力されると、S偏光をトーン変調信号を重畳して出力する位相変調器121と、偏光器113から入力されたP偏光と位相変調器121から入力された位相変調された光信号を合波して、出力する偏波合波器122から構成される。上記の偏波変調部109は、PLC(Planar Lightwave Circuit)やLiNbO₃等で実現可能である。また、PLCの場合、位相変調器121において、熱光学効果を利用することができる。また、LiNbO₃の場合、電気光学効果を利用することができる。

【 0 0 2 7 】

図4は、従来のトーン変調と本発明の偏波トーン変調における主信号への影響(パワーペナルティ)を示した図である。強度、位相変調の場合は、変調度を上げる主信号が急激に劣化する。これに対して、偏波トーン変調を用いることにより、任意の変調周波数で変調度を高く設定することができる。そのため、ノード数を増大させることが可能となる。

【 0 0 2 8 】

図5は、本発明の第1の実施の形態におけるWDM(Wavelength Division Multiplexing)光送信器の構成(その1)を示す。同図に示すWDM光送信器100Aは、光送信器で波長多重(WDM)を行う場合の例である。

【 0 0 2 9 】

WDM光送信器100Aは、N個(Nは自然数)の主信号送信器110、N個の偏波変調器120、トーン変調信号発生器130、及び波長多重部140から構成される。

【 0 0 3 0 】

N個の主信号発生器110は、それぞれ異なる波長の主信号を各偏波変調器120へ出力し、トーン変調信号発生器130は異なるトーン変調信号をそれぞれ各偏波変調器120に出力する。各偏波変調器120において波長の異なる主信号を異なるトーン変調信号で偏波変調を行うことで、主信号に異なるトーン周波数を割り当てることができる。個別にトーン変調信号を重畳させたN個の主信号を、波長多重部140により波長領域で多重して出力する。

【 0 0 3 1 】

上記のWDM光送信器100Aから波長多重信号を受信するWDM光受信器について説明する。

【 0 0 3 2 】

上記の図5のシステムにおいて、光送信器100Aにおいて、N個の異なる波長の主信号それぞれに異なる周波数のトーン変調信号を偏波変調で割り当てた後に波長多重して送信し、光受信器200において、N個の周波数のトーン変調信号を一括して抽出することが特徴である。これにより、複数のチャンネルの主信号を波長多重して転送する光ネットワークにおいても、トーン周波数成分を評価することにより故障したチャンネルの主信号を識

10

20

30

40

50

別することができる。

【0033】

図6は、本発明の第1の実施の形態におけるWDM光受信器の構成を示す。

【0034】

同図に示すWDM光受信器200は、光信号を分岐する分岐器210、分岐された一方の光信号から特定の偏光成分を取り出す偏光子220、取り出された偏光を電気信号に変換する光-電気変換器230、電気信号からN個のトーン変調信号を抽出するトーン変調信号抽出器250、分岐器210で分波されたもう一方の光信号を波長領域で分波する波長分波器240、波長分波した光信号をそれぞれ受信するN個の主信号受信器260から構成される。

10

【0035】

図7は、本発明の第1の実施の形態におけるWDM光送信器の構成(その2)を示す。

【0036】

同図に示すWDM光送信器100Bは、N個の光源115、波長多重部140、トーン変調信号発生器130、及び、多波長偏波変調器150から構成される。

【0037】

N個の光源115から出力した異なる波長のN個の主信号を波長多重部140により波長領域で多重して多波長偏波変調器150に出力する。トーン変調信号発生器130は、異なる周波数のN個のトーン変調信号を多波長偏波変調器150に出力する。多波長偏波変調器150において、N個の波長の異なる主信号それぞれに異なるトーン変調信号で偏波変調を行い、各主信号に異なるトーン周波数を割り当てる。チャンネル毎に異なる周波数のトーン変調信号を重畳された波長多重主信号を多波長偏波変調器150より出力する。

20

【0038】

図7のWDM光送信器100Bの構成では、多波長偏波変調器150において、波長多重信号のチャンネル毎に異なる周波数のトーン変調信号を偏波変調で割り当てることが特徴である。

【0039】

以下に、多波長偏波変調器150について説明する。

【0040】

図8は、本発明の第1の実施の形態における多波長偏波変調器の構成を示す。同図(A)は、横から見た構成を示し、同図(B)は上から見た構成を示す。

30

【0041】

多波長偏波変調器150は、光サーキュレータ151、偏波分離・合成器152、波長分波・多重器153、位相変調器アレイ154、反射部155、及び、トーン変調信号発生器156から構成される。波長多重部140から波長多重信号を光サーキュレータ151の入力ポートから入力し、光サーキュレータ151の共通ポートから偏波分離・多重器152へ出力する。偏波分離・多重器152において、2つの直交する直線偏光(P偏光、S偏光)に分離した後に、波長分波・多重器153により波長領域で分離する。波長分離したP偏光(またはS偏光)を位相変調器アレイ154へ出力し、波長分離したS偏光(またはP偏光)を反射部155へ出力する。位相変調器アレイ154は各チャンネルの波長(1, 2, ..., N)用の位相変調器をアレイ状に配置したものであり、各位相変調器において、各チャンネルのP偏光(またはS偏光)の位相を、トーン変調信号発生器156からのトーン変調信号により変調して反射する。位相変調器アレイ154で位相変調して反射したP偏光(またはS偏光)及び反射部155で反射したS偏光(またはP偏光)を波長分波・多重器153で波長多重し、偏波分離・多重部152により偏波多重した後に、光サーキュレータ151の共通ポートへ導く。光サーキュレータ151の共通ポートから入力した光信号を出力ポートから出力する。全ての位相変調器において、トーン変調周波数で位相を変調することにより、P偏光とS偏光間で位相差が生じ、偏波合成した全てのチャンネルの信号光の偏光をトーン変調周波数で変調することができる。

40

【0042】

50

図 9 は、本発明の第 1 の実施の形態における WDM 光送信器の構成（その 3）を示す。

【0043】

同図に示す WDM 光送信器 100C は、N 個の光源 115、トーン変調信号発生器 130、及び波長多重・偏波変調器 160 から構成される。N 個の光源 115 から出力した異なる波長の N 個の光信号（主信号）を、波長多重・偏波変調器 160 に出力する。トーン変調信号発生器 130 は、異なる周波数の N 個のトーン変調を波長多重・偏波変調器 160 に出力する。波長多重・偏波変調器 160 において、N 個の波長の異なる主信号それぞれに異なるトーン変調信号で偏波変調を行い、各主信号に異なるトーン周波数を割り当てる。トーン変調信号を重畳された各主信号を波長多重して出力する。

【0044】

図 9 の WDM 光送信器 100C は、波長多重・偏波変調器 160 において、チャンネル毎に異なる周波数のトーン変調を偏波変調で割り当てた後に波長多重して出力することが特徴である。

【0045】

波長多重・偏波変調器 160 について説明する。

【0046】

図 10 は、本発明の第 1 の実施の形態における多波長偏波変調器の構成例（その 2）である。

【0047】

同図（A）は、横から見た構成であり、同図（B）は、上から見た構成を示す。同図に示す多波長偏波変調器 160 は、波長多重・分波器 161、偏波分離・多重器 162、波長分波・多重器 163、位相変調器アレイ 164、反射部 165、及び、トーン変調信号発生器 166 から構成される。

【0048】

N 個の主信号発生器 110 からの波長多重信号を波長多重・分波器 161 で合波し、偏波分離・多重器 162 へ出力する。偏波分離・多重器 162 において、2 つの直交する直線偏光（P 偏光、S 偏光）に分離した後に、波長分波・多重器 163 において波長領域で分離する。波長分離した P 偏光（または、S 偏光）を位相変調器アレイ 164 へ出力し、波長分離した S 偏光（または P 偏光）を反射部 165 へ出力する。位相変調器アレイ 164 は、各チャンネルの波長（ $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ ）用の位相変調器をアレイ状に配置したものであり、各位相変調器において、各チャンネルの P 偏光（または S 偏光）の位相を、トーン変調信号発生器 166 からのトーン変調信号により変調して反射する。位相変調器アレイ 164 で位相変調して反射した P 偏光（または S 偏光）及び反射部 165 で反射した S 偏光（または P 偏光）を波長分離・多重器 163 で波長多重し、偏波分離・多重器 162 で偏波多重する。位相変調器アレイ 164 及び反射部 165 での反射角度を調節することにより、偏波多重からの信号光を出力ポートへ導く。上記の多波長偏波変調器 150 と同様に、全ての位相変調において、トーン変調周波数で位相を変調することにより、P 偏光と S 偏光間で位相差が生じ、偏波合波した全てのチャンネルの信号光の偏光をトーン変調周波数で変調することができる。

【0049】

多波長偏波変調器 150 の位相変調器アレイ 154 及び波長多重・偏波変調器 160 の位相変調器アレイ 164 として具体的には、液晶を用いた変調器アレイが使用できる。

【0050】

受信器は、前述の図 6 の構成と同様である。

【0051】

< 第 2 の実施の形態 >

図 11 は、本発明の第 2 の実施の形態におけるトーン変調を適用したノード構成図である。

【0052】

同図に示すノード 500 は、送信側及び受信側のノード共に同様の構成を有するものと

10

20

30

40

50

する。

【0053】

ノード500は、入力側に設けられ方路からの光信号を分波する光カプラ510、光送信器100に波長合波手段501を介して接続される分配用光カプラ530、出力側に設けられ、入力側からの光カプラ510、分配用光カプラ530からの光信号を波長選択して出力するWSS520から構成される。

【0054】

アドポートに接続される偏波変調器120は、各方路の出力先が全て同じであれば、aの位置に設けられ、各方路の出力先が異なるときはbの位置に具備される。また、ドロップポートに接続される分岐器210、偏光子220、光-電気変換器230、トーン偏重信号抽出器250は、cの位置、または、dの位置に具備される。

10

【0055】

アドポートに接続される光カプラ530には、図3の構成を有する光送信器100が波長合波手段501を介して接続され、偏波変調器120から入力されたトーン変調信号が重畳された光信号をWSS520a、520bに出力する。

【0056】

また、ドロップポートに接続されるWSS520cには、図2の構成を有する光受信器200が波長分波手段502を介して接続され、入力側の光カプラ510a、510bから入力された光信号を波長選択して、光受信器200に出力する。

【0057】

当該ノード500が送信側のノードとして機能するとき、偏波変調器120がaの位置に接続されている場合について説明する。

20

【0058】

光送信器100から送信された光信号は、波長合波手段501で波長合波され、aの位置に配置された偏波変調器120によりトーン変調信号が重畳され、光カプラ530に入力される。光カプラ530は、当該光信号を分波し、出力側のWSS520a、WSS520bに出力する。これにより、WSS520a、WSS520bは、管理制御機能部(図示せず)からの制御に基づいて波長を選択してそれぞれ方路1、方路2に出力する。

次に、偏波変調器120がbの位置(アドポートに接続される波長合波手段501)に接続されている場合について説明する。

30

【0059】

アドポートに接続されている光送信器100の偏波変調器120からトーン変調信号が重畳された光信号が波長合波手段501に入力され、波長合波されて光カプラ530に入力される。光カプラ530は、当該光信号を分波し、出力側のWSS520a、及び、WSS520bに出力する。これにより、WSS520a、WSS520bは、管理制御機能部(図示せず)からの制御に基づいて波長を選択してそれぞれ方路1、方路2に出力する。

【0060】

当該ノード500が受信側のノードとして機能するとき、光受信器200がcの位置に接続されている場合について説明する。

40

【0061】

光カプラ510a、510bは、それぞれ各方路1、2から入力された、ノード変調信号が重畳された光信号を入力し、出力側のWSS520a、WSS520b、及び、ドロップポートに接続されるWSS520cに分波して出力する。WSS520cは、管理制御機能部(図示せず)からの制御に基づいて波長を選択して、ドロップポートに出力する。これにより、光信号がドロップポートに接続されている光受信器200に入力される。光受信器200のトーン変調信号抽出器250において、光信号に重畳されているトーン変調信号を抽出し、故障の有無を判定する。

【0062】

また、光受信器200がdの位置に接続されている場合について説明する。

50

【 0 0 6 3 】

光プラ510a, 510bは、それぞれ各方路1, 2から入力された、ノード変調信号が重畳された光信号を受信し、出力側のWSS520a, WSS520b、及び、ドロップポートに接続されるWSS520cに分波して出力する。WSS520は、管理制御機能部(図示せず)からの制御に基づいて波長を選択して、ドロップポートに出力する。これにより、ドロップポートに接続されている波長分波手段502で波長分波された光信号が光受信器200に入力される。光受信器200のトーン変調信号抽出器250において、光信号に重畳されているトーン変調信号を抽出し、故障の有無を判定する。

【 0 0 6 4 】

< 第3の実施の形態 >

本実施の形態では、光送信器に偏波スクランブル用変調器を用い、光受信器に電気分散補償器(EDC:Electrical Dispersion Compensator)を用いた例を示す。

【 0 0 6 5 】

偏波分散を補償する伝送方法として、偏波スクランブルと電気分散補償器(EDC:Electrical Dispersion Compensator)を組み合わせた方法が報告されている(例えば、E. Yoshida, ECOE2007, 3.1.3, 20007参照)。この例を図12に示す。

【 0 0 6 6 】

同図に示すシステムは、送信側ノード20に接続された光送信器50と、受信側ノード30に接続された光受信器60から構成される。

【 0 0 6 7 】

光送信器50は、主信号を送出する主信号送信器51と、主信号送信器51から入力された信号を偏波スクランブルし、光ファイバ上に出力する偏波スクランブル用変調器52から構成される。当該構成は、LiNbO₃(ニオブ酸リチウム単結晶)や波長板を用いて実現されている。

【 0 0 6 8 】

また、受信側ノード30に接続された光受信器60は、光信号を電気信号に変換する光-電気変換器61、電気段で伝送路の分散を補償するEDC62、EDC62から入力された電気信号を処理する信号処理部63から構成される。

【 0 0 6 9 】

図13は、本発明の第3の実施の形態におけるシステム構成を示す。

【 0 0 7 0 】

同図に示すシステムは、送信側ノード20、受信側ノード30、送信側ノード20に接続される光送信器600、受信側ノード30に接続される光受信器700から構成される。

【 0 0 7 1 】

光送信器600は、主信号送信器610、偏波スクランブル用変調器620、トーン変調信号発生器630から構成される。主信号送信器610は、主信号を偏波スクランブル用変調器620に出力し、トーン変調信号発生器630は、トーン変調信号を偏波変調器620に出力する。これにより、偏波スクランブル用変調器620は、主信号にトーン変調信号を重畳してスクランブルする。

【 0 0 7 2 】

光受信器700は、光分波器705、光-電気変換器710、EDC720、信号処理部730、偏光子740、光-電気変換器750、トーン変調信号抽出器760から構成される。

【 0 0 7 3 】

受信側ノード30に光信号が入力されると、当該光信号を光分波器705により2つに分岐し、一方を光-電気変換器710において電気信号に変換しEDC720に出力する。光分波器705で分波されたもう一方を偏光子740に出力する。EDC720は、入力された電気信号の波形整形を行った後に信号処理部730に出力する。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

光分波器 705 の出力のもう一方が入力された偏光子 740 において、特定の偏光成分を抽出し、光 - 電気変換器 750 に出力する。

【0075】

光 - 電気変換器 750 で電気信号に変換し、トーン変調信号抽出器 760 において、トーン変調信号を抽出する。

【0076】

本実施の形態においても、光送信器 600 を図 11 のアドポート、または、当該アドポートに接続される波長合波手段 501 に接続し、光受信器 700 をドロップポート、または、当該ドロップポートに接続される波長分波手段 502 に接続することが可能である。

【0077】

なお、本発明は、上記の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲内において種々変更・応用が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明は、トランスペアレントな光ネットワークにおける故障監視システムに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】本発明の原理構成図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態におけるトーン変調を用いた監視システムの構成図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態における 2 つの主信号を偏波多重する伝送方式における光送信器の詳細構成図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態における偏波トーン変調における主信号への影響（パワーペナルティ）を示す図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態における WDM 光送信器の構成図（その 1）である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態における WDM 光受信器の構成図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態における WDM 光送信器の構成図（その 2）である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態における多波長偏波変調器の構成例（その 1）である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態における WDM 光送信器の構成図（その 3）である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態における波長多重・偏波変調器の構成例（その 2）である。

【図 11】本発明の第 2 の実施の形態におけるトーン変調を適用したノード構成図である。

【図 12】偏波スクランブルと EDC を組み合わせたシステムの例である。

【図 13】本発明の第 3 の実施の形態におけるシステム構成図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施の形態における偏波スクランブラを用いた波長多重偏波変調送信器の例である。

【図 15】従来強度変調を用いて監視するシステム構成図である。

【符号の説明】

【0080】

1 送信ノード

2, 3 中継ノード

4 受信ノード

10 光送信器

11 主信号送信器

12 強度変調器

13 トーン変調信号発生器

20 送信側ノード

10

20

30

40

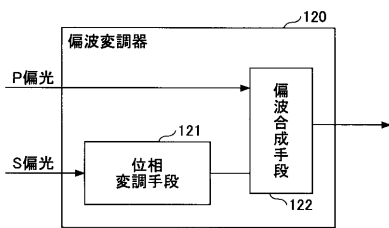
50

| | | |
|---------------|--------------|----|
| 3 0 | 受信側ノード | |
| 4 0 | 光受信器 | |
| 4 1 | 分波器 | |
| 4 2 | 光 - 電気変換器 | |
| 4 3 | 主信号受信器 | |
| 4 4 | トーン変調信号抽出器 | |
| 5 0 | 光送信器 | |
| 5 1 | 主信号送信器 | |
| 5 2 | 偏波スクランブル用変調器 | |
| 6 0 | 光受信器 | 10 |
| 6 1 | 光 - 電気変換器 | |
| 6 2 | E D C | |
| 6 3 | 信号処理部 | |
| 1 0 0 | 光送信器 | |
| 1 0 8 | 主信号送信部 | |
| 1 0 9 | 偏波変調部 | |
| 1 1 0 | 主信号送信器 | |
| 1 1 1 | C W光源 | |
| 1 1 2 | 分岐器 | |
| 1 1 3 , 1 1 4 | 偏光器 | 20 |
| 1 1 5 | 光源 | |
| 1 2 0 | 偏波変調器 | |
| 1 2 1 | 位相変調器 | |
| 1 2 2 | 偏波合波器 | |
| 1 2 5 | 偏波スクランブラ | |
| 1 3 0 | トーン変調信号発生器 | |
| 1 4 0 | 波長多重部 | |
| 1 5 0 | 多波長偏波変調器 | |
| 1 5 1 | 光サーキュレータ | |
| 1 5 2 | 偏波分離・合成器 | 30 |
| 1 5 3 | 波長分波・多重器 | |
| 1 5 4 | 位相変調器アレイ | |
| 1 5 5 | 反射部 | |
| 1 5 6 | トーン変調信号発生器 | |
| 1 6 0 | 波長多重・偏波変調器 | |
| 1 6 1 | 波長多重・分波器 | |
| 1 6 2 | 偏波分離・多重器 | |
| 1 6 3 | 波長分波・多重器 | |
| 1 6 4 | 位相変調器アレイ | |
| 1 6 5 | 反射部 | 40 |
| 1 6 6 | トーン変調信号発生器 | |
| 2 0 0 | 光受信器 | |
| 2 1 0 | 分離器 | |
| 2 2 0 | 偏光子 | |
| 2 3 0 | 光 - 電気変換器 | |
| 2 4 0 | 波長分波器 | |
| 2 5 0 | トーン変調信号抽出器 | |
| 2 6 0 | 主信号受信器 | |
| 5 0 0 | ノード | |
| 5 0 1 | 波長合波手段 | 50 |

- 5 0 2 波長分波手段
- 5 1 0 光カプラ
- 5 2 0 W S S (波長選択スイッチ)
- 5 3 0 分配用光カプラ
- 6 0 0 光送信器
- 6 1 0 主信号送信器
- 6 2 0 偏波スクランブル用変調器
- 6 3 0 トーン変調信号発生器
- 7 0 0 光受信器
- 7 0 5 光分波器
- 7 1 0 光 - 電気変換器
- 7 2 0 E D C
- 7 3 0 信号処理部
- 7 4 0 偏光子
- 7 5 0 光 - 電気変換器
- 7 6 0 トーン変調信号抽出器

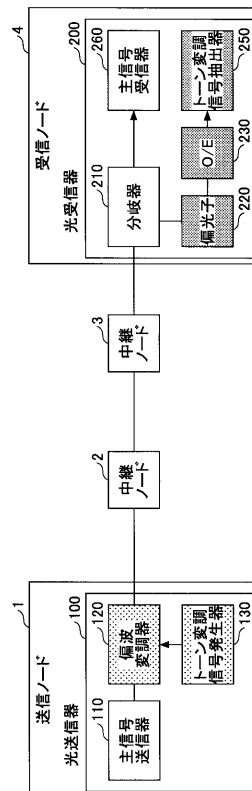
【 図 1 】

本発明の原理構成図



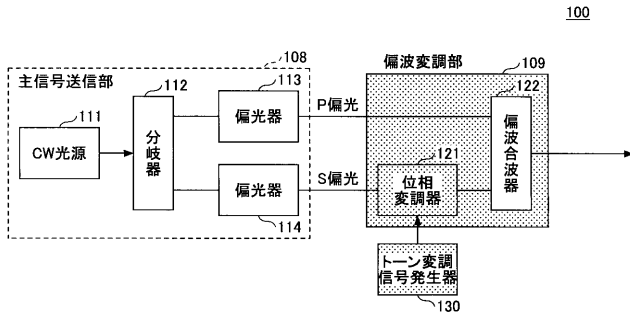
【 図 2 】

本発明の第1の実施の形態におけるトーン変調を用いた監視システムの構成図



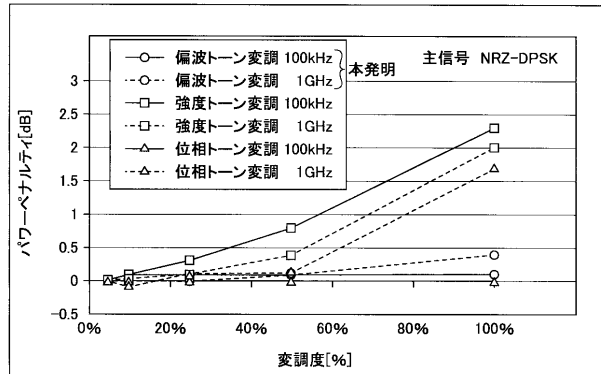
【 図 3 】

本発明の第1の実施の形態における2つの主信号を偏波多重する伝送方式における光送信器の詳細構成図



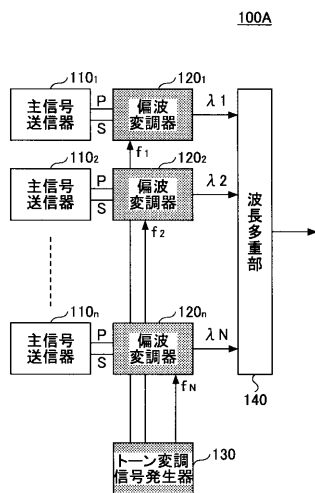
【 図 4 】

従来のトーン変調と本発明の偏波トーン変調における主信号への影響(パワーペナルティ)を示す図



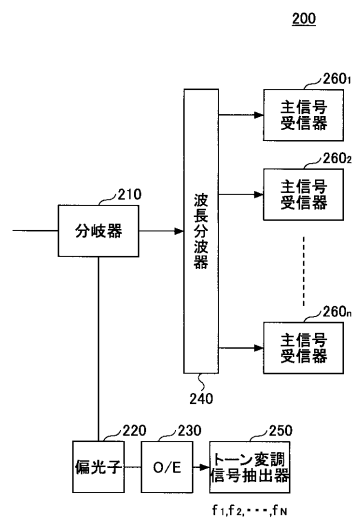
【 図 5 】

本発明の第1の実施の形態におけるWDM光送信器の構成図(その1)



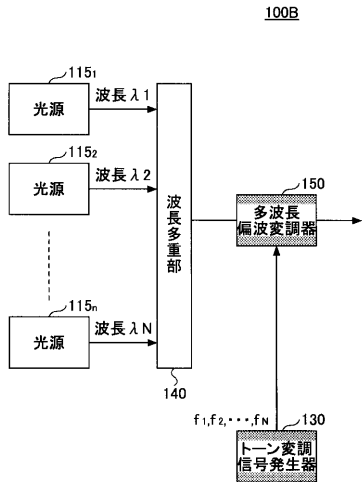
【 図 6 】

本発明の第1の実施の形態におけるWDM光受信器の構成図



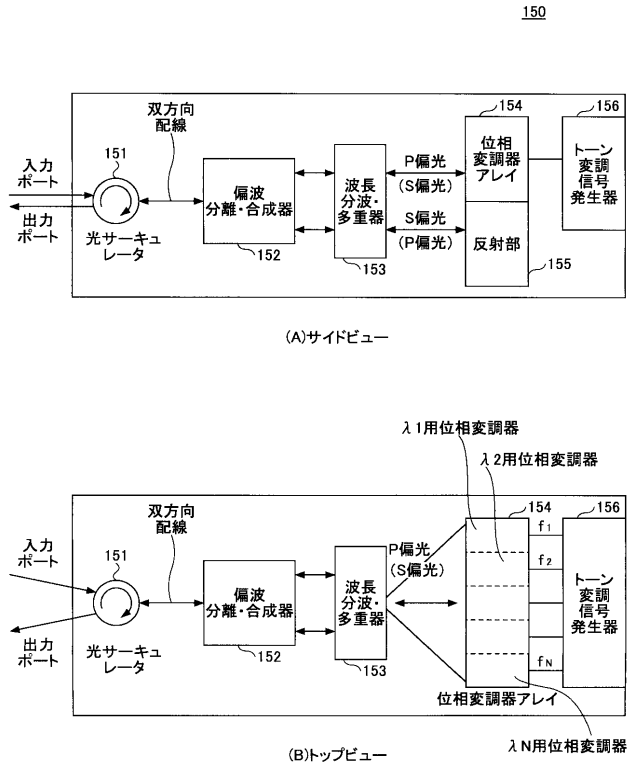
【 図 7 】

本発明の第1の実施の形態におけるWDM光送信器の構成図(その2)



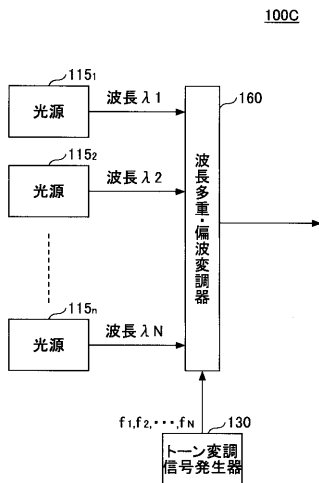
【 図 8 】

本発明の第1の実施の形態における多波長偏波変調器の構成図(その1)



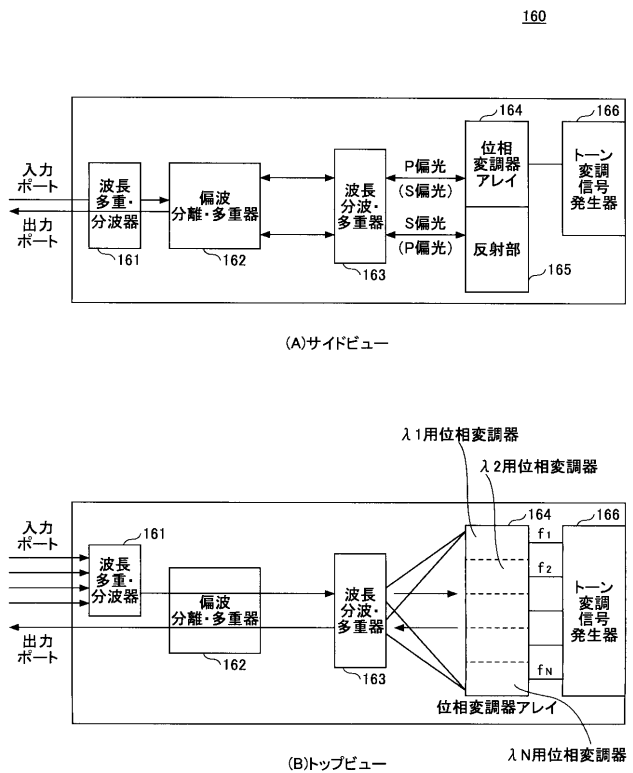
【 図 9 】

本発明の第1の実施の形態におけるWDM光送信器の構成図(その3)



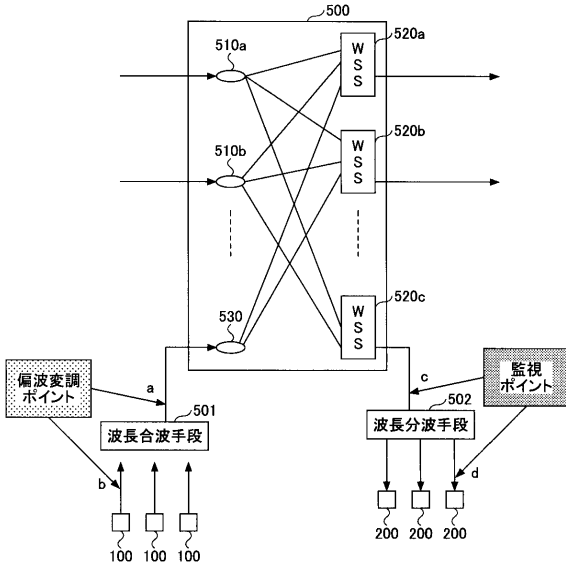
【 図 10 】

本発明の第1の実施の形態における波長多重・偏波変調器の構成図(その2)



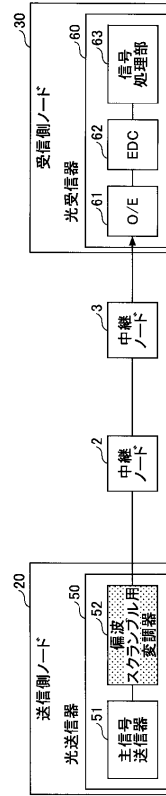
【 図 1 1 】

本発明の第2の実施の形態におけるトーン変調を適用したノード構成図



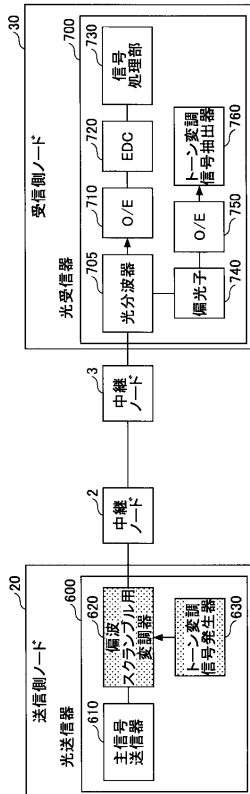
【 図 1 2 】

偏波スクランブルとEDCを組み合わせたシステムの例



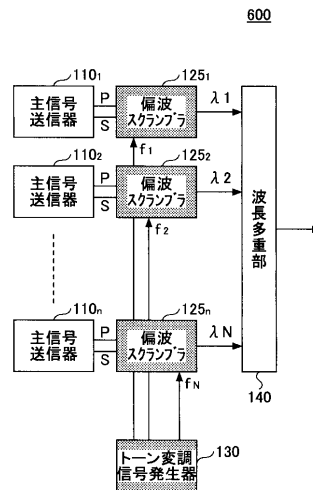
【 図 1 3 】

本発明の第3の実施の形態におけるシステム構成図



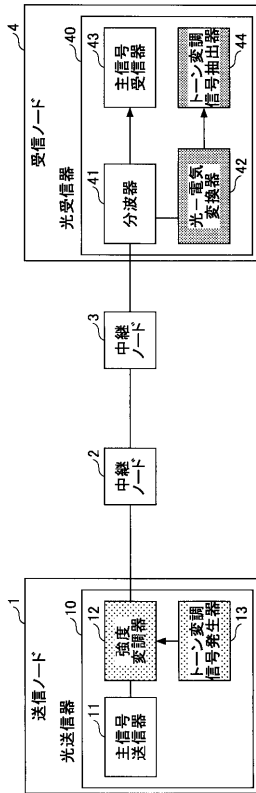
【 図 1 4 】

本発明の第3の実施の形態における偏波スクランブラを用いた波長多重偏波変調送信器の例



【 図 1 5 】

従来の強度変調を用いて監視するシステム構成図



フロントページの続き

| | | | | |
|----------------|--------------|------------------|--|------------|
| (51)Int.Cl. | | F I | | テーマコード(参考) |
| <i>H 0 4 B</i> | <i>10/14</i> | <i>(2006.01)</i> | | |
| <i>H 0 4 B</i> | <i>10/26</i> | <i>(2006.01)</i> | | |
| <i>H 0 4 B</i> | <i>10/28</i> | <i>(2006.01)</i> | | |
| <i>G 0 2 F</i> | <i>1/01</i> | <i>(2006.01)</i> | | |

(72)発明者 パルトロメル コシツツキ
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 佐原 明夫
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 高橋 哲夫
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 神野 正彦
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA06 AA12 BA03 CA04 DA03 DA08 DA17 GA04 HA11
 HA21 KA05 KA06 KA14 KA20
 5K102 AA11 AA15 AA42 AA46 AD01 AD15 AH02 LA06 LA11 LA22
 LA24 LA32 LA38 LA52 MH03 MH20 MH22 PH22 PH26 PH41
 PH47 PH48 RD03