

(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2006-84546

(P2006-84546A)

(43) 公開日 平成18年3月30日(2006.3.30)

(51) Int. Cl.

G02B 6/42 (2006.01)

F 1

G02B 6/42

テーマコード(参考)

2H137

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2004-266934 (P2004-266934)

(22) 出願日

平成16年9月14日(2004.9.14)

(71) 出願人

000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 代理人

100090376

弁理士 山口 邦夫

(74) 代理人

100095496

弁理士 佐々木 榮二

(72) 発明者

小日向 真理子

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 AC01 AC11

BA01 BB02 BB12 BB24 BB25

BC02 BC53 CB06 CB22 CB25

CB26 CB32 CB33 CB34 HA01

(54) 【発明の名称】 光送受信装置および光通信システム

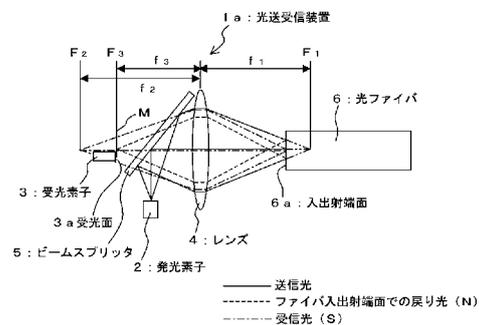
(57) 【要約】

【課題】一芯双方向全二重光ファイバ通信に特有のクロストークの発生を低減させる。

【解決手段】光ファイバ6と接続され、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光装置1 aにおいて、光ファイバ6の入出射端面6 aの位置を、発光素子2から出射した送信光の焦点の位置に対して光軸方向にずらして配置して、発光素子2から出射して光ファイバ6の入出射端面6 aで反射した戻り光の焦点の位置を、光ファイバ6の入出射端面6 aから出射される受信光の焦点の位置と異ならせ、戻り光が集光する位置から外れ、かつ、受信光の受光範囲内に受光素子3を配置する。

【選択図】 図1

第1の実施の形態の光送受信装置の一例



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ファイバと接続され、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光送受信装置において、

送信光を出射する発光手段と、

受信光を入射する受光手段と、

前記発光手段から出射した送信光を前記光ファイバの入出射端面に集光すると共に、前記光ファイバの入出射端面から出射された受信光を前記受光手段に集光する集光手段と、

前記送信光を前記光ファイバの入出射端面へ導光すると共に、前記受信光を前記受光手段へ導光する光路分離手段と、

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の焦点の位置を、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の焦点の位置と異ならせる戻り光反射手段とを備え、

前記受光手段を、前記戻り光の焦点から外れた位置で、かつ、前記受信光の受光範囲内に配置した

ことを特徴とする光送受信装置。

10

## 【請求項 2】

前記戻り光反射手段は、前記光ファイバの入出射端面の位置を、前記発光手段から出射した送信光の焦点の位置に対して光軸に沿ってずらして配置して構成される

ことを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

20

## 【請求項 3】

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の前記入出射端面における中心と、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の前記入出射端面における中心をずらし、前記集光手段で集光される前記受信光の中心と前記戻り光の中心を分離させた

ことを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

## 【請求項 4】

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の光軸を、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の光軸に対して傾斜させた

ことを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

30

## 【請求項 5】

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面に入射する送信光の光軸を、前記光ファイバの光軸に対して傾斜させて、前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の光軸を、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の光軸に対して傾斜させた

ことを特徴とする請求項 4 記載の光送受信装置。

## 【請求項 6】

光送受信装置同士を光ファイバで接続し、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光通信システムにおいて、

前記光送受信装置は、

送信光を出射する発光手段と、

受信光を入射する受光手段と、

前記発光手段から出射した送信光を前記光ファイバの入出射端面に集光すると共に、前記光ファイバの入出射端面から出射された受信光を前記受光手段に集光する集光手段と、

前記送信光を前記光ファイバの入出射端面へ導光すると共に、前記受信光を前記受光手段へ導光する光路分離手段と、

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の焦点の位置を、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の焦点の位置と異ならせる戻り光反射手段とを備え、

前記受光手段を、前記戻り光の焦点から外れた位置で、かつ、前記受信光の受光範囲内に配置した

40

50

ことを特徴とする光通信システム。

【請求項 7】

前記戻り光反射手段は、前記光ファイバの入出射端面の位置を、前記発光手段から出射した送信光の焦点の位置に対して光軸に沿ってずらして配置して構成される

ことを特徴とする請求項 6 記載の光通信システム。

【請求項 8】

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の前記入出射端面における中心と、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の前記入出射端面における中心をずらし、前記集光手段で集光される前記受信光の中心と前記戻り光の中心を分離させた

ことを特徴とする請求項 6 記載の光通信システム。

10

【請求項 9】

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の光軸を、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の光軸に対して傾斜させた

ことを特徴とする請求項 6 記載の光通信システム。

【請求項 10】

前記発光手段から出射して前記光ファイバの入出射端面に入射する送信光の光軸を、前記光ファイバの光軸に対して傾斜させて、前記光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の光軸を、前記光ファイバの入出射端面から出射される受信光の光軸に対して傾斜させた

ことを特徴とする請求項 9 記載の光通信システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光送受信装置および光通信システムに関する。詳しくは、発光手段から出射して、光ファイバの入出射端面で反射した光が受光手段へ集光しないようにすることで、クロストークの低減を図るものである。

【背景技術】

【0002】

図 8 は一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光通信システムの概略構成例を示す説明図である。この光通信システム 100 は、発光素子 101 と受光素子 102 を備えた光送受信装置 103 の間を一芯の光ファイバ 104 で接続したものである。

30

【0003】

そして、一方の光送受信装置 103 A から他方の光送受信装置 103 B へデータを送信する場合は、光送受信装置 103 A の発光素子 101 から送信光を出射する。光送受信装置 103 A の発光素子 101 から出射した送信光は光ファイバ 104 を伝送され、光送受信装置 103 B の受光素子 102 で受光される。

【0004】

他方の光送受信装置 103 B から一方の光送受信装置 103 A へデータを送信する場合は、光送受信装置 103 B の発光素子 101 から送信光を出射する。光送受信装置 103 B の発光素子 101 から出射した送信光は、光送受信装置 103 A からデータを送信した際に用いた光ファイバ 104 を伝送され、光送受信装置 103 A の受光素子 102 で受光される。

40

【0005】

以上のように、一芯の光ファイバ 104 を用いて、一方の光送受信装置 103 A と他方の光送受信装置 103 B で同時に送受信を行う技術を、一芯双方向全二重光ファイバ通信等と呼んでいる。

【0006】

さて、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行うため、発光素子 101 から出射した送信光を光ファイバ 104 へ導き、かつ、この光ファイバ 104 から出射した受信光を受光素子 102 へ導く機能を備えた光送受信装置 103 が必要である。このような機能を有する

50

光送受信装置としては、ビームスプリッタを用いる構成のものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0007】

図 9 はビームスプリッタを備えた従来の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。光送受信装置 103 は、発光素子 101 からの送信光を透過率約 50%、反射率約 50% のビームスプリッタ 107 で立ち上げ、レンズ 108 で光ファイバ 104 の端面に集光させる。

【0008】

そして、光ファイバ 104 からの受信光は、送信時に用いたレンズ 108 で集光させ、ビームスプリッタ 107 を透過させて、受光素子 102 へ結合させるものである。この図 9 では、送信光を実線で示し、受信光を破線で示している。

10

【0009】

ビームスプリッタ 107 を用いた光送受信装置 103 では、送信光と受信光の光軸が同一であるので、光ファイバ 104 の端面近傍にレンズ 108 を配置して、送信光と受信光をともに集光できる。よって、発光素子 101 から光ファイバ 104 への入射光の送信効率、および光ファイバ 104 から受光素子 102 への受信効率が高くなる。

【0010】

【特許文献 1】特開平 8 - 166527 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0011】

しかし、ビームスプリッタ 107 を用いた従来の光送受信装置 103 は、発光素子 101 から出射され、光ファイバ 104 の入射端面で反射した光がレンズ 108 で集光されて受光素子 102 へ結合してしまうので、一芯双方向全二重光ファイバ通信特有の大きなクロストークが発生してしまう欠点がある。

【0012】

図 10 はクロストークの発生原理を示す説明図である。図 10 において、S はここでは図示しない光送受信装置からの信号光（受信光）である。発光素子 101 から出射した送信光は、ビームスプリッタ 107 で反射され、レンズ 108 で集光されて光ファイバ 104 の入射端面から入射する。

30

【0013】

この発光素子 101 から出射した送信光の一部は、光ファイバ 104 の入射端面で反射するが、送信光と受信光の光軸が同一であるので、この反射した戻り光がレンズ 108 で集光され、受光素子 102 へ結合されてしまう。これがクロストーク（戻り光）N である。

【0014】

図 11 は従来における受光素子の受光面と、受信光および戻り光の関係を示す説明図である。従来の光送受信装置 103 では、送信光と受信光の光軸が同一であるので、受信光が受光素子 102 の受光面 102 a に集光する構成では、送信光が光ファイバ 104 の入射端面で反射した戻り光も受光素子 102 の受光面 102 a に集光する。

40

【0015】

以下、ビームスプリッタを用いた従来の光送受信装置の S/N（信号雑音比）の計算例を式（1）に示す。なお、以下の計算において、ビームスプリッタの透過率は 0.5、ビームスプリッタの反射率は 0.5 とした。

【0016】

ここで、

$P_1$  : 発光素子の強度

$P_2$  : ファイバ出射強度

a : 受信光の受光素子との結合効率

b : ファイバ入射端面の反射率

50

c : ファイバ入出射端面における戻り光の受光素子との結合効率である。

【0017】

そして、受信光が受光素子に全て結合する場合は、 $a = 1$ であり、また、光ファイバに屈折率が1.35程度のフッ素系プラスチックファイバを用いた場合は、 $b = 0.023$ であり、更に、光ファイバの端面での戻り光が受光素子に全て結合する場合は、 $c = 1$ である。

【0018】

これにより、受信光SとクロストークNは、

$$S = 0.5 a P_2 = 0.5 P_2$$

$$N = 0.5 \times 0.5 b c P_1 = 5.8 \times 10^{-3} P_1$$

となるので、

$$S / N = 86 P_2 / P_1 \cdots (1)$$

である。

【0019】

ギガ帯域の一芯双方向通信で、符号誤り率BER <  $10^{-12}$ を達成するには、通常S / N > 10が必要とされているため、許容される損失は、以下の式(2)で示される。

$$P_2 / P_1 > 0.12 (-9.2 \text{ dB}) \cdots (2)$$

【0020】

式(2)によれば、発光素子からファイバ出射端までに9.2 dBの損失しか許されない。ファイバ入射端までに、ビームスプリッタにより3 dBの損失となるので、残る6.2 dBがファイバに許される損失となる。

【0021】

例えば、伝送損失4 dB / 100 m、曲げ損失0.2 dB / 90°、曲率許容半径R = 20 mmを有しているフッ素系プラスチックファイバを用いてファイバを敷設することを考えると、100 mで11回の曲げしか許されない。これは、敷設上の大きな制約条件であり、例えば12回以上の曲げが要求される敷設環境では、S / N > 10が確保できず、ギガ帯域の一芯双方向通信が困難であることがわかる。

【0022】

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、クロストークを低減させた光送受信装置および光通信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】

【0023】

上述した課題を解決するため、本発明に係る光送受信装置は、光ファイバと接続され、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光送受信装置において、送信光を出射する発光手段と、受信光を入射する受光手段と、発光手段から出射した送信光を光ファイバの入出射端面に集光すると共に、光ファイバの入出射端面から出射された受信光を受光手段に集光する集光手段と、送信光を光ファイバの入出射端面へ導光すると共に、受信光を受光手段へ導光する光路分離手段と、発光手段から出射して光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の焦点の位置を、光ファイバの入出射端面から出射される受信光の焦点の位置と異ならせる戻り光反射手段とを備え、受光手段を、戻り光の焦点から外れた位置で、かつ、受信光の受光範囲内に配置したものである。

【0024】

本発明に係る光通信システムは、上述した光送受信装置を備えたもので、光送受信装置同士を光ファイバで接続し、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光通信システムにおいて、光送受信装置は、送信光を出射する発光手段と、受信光を入射する受光手段と、発光手段から出射した送信光を光ファイバの入出射端面に集光すると共に、光ファイバの入出射端面から出射された受信光を受光手段に集光する集光手段と、送信光を光ファイバの入出射端面へ導光すると共に、受信光を受光手段へ導光する光路分離手段と、発光手段から出射して光ファイバの入出射端面で反射した戻り光の焦点の位置を、光ファイバの入出

10

20

30

40

50

射端面から出射される受信光の焦点の位置と異ならせる戻り光反射手段とを備え、受光手段を、戻り光の焦点から外れた位置で、かつ、受信光の受光範囲内に配置したものである。

【0025】

本発明に係る光送受信装置および光通信システムによれば、発光手段から出射された信号光（送信光）は、光路分離手段によって光ファイバへと導光され、集光手段で集光されて光ファイバの入出射端面に入射する。

【0026】

光ファイバの入出射端面から入射した送信光は、光ファイバを伝搬され、他方入出射端面から出射する。光ファイバの入出射端面から出射した信号光（受信光）は、集光手段で集光され、光路分離手段によって受光手段へと導光される。

10

【0027】

そして、一芯双方向全二重光ファイバ通信では、一芯の光ファイバで接続された光送受信装置の間で送受信が同時に行われる。

【0028】

ここで、発光手段から出射された送信光の一部は、光ファイバの入出射端面で反射する。この入出射端面で反射する戻り光は、戻り光反射手段によって、受信光の焦点の位置と異なる位置に集光することで、戻り光の集光面上では、受信光のスポット径は戻り光のスポット径より大きくなる。

【0029】

これにより、戻り光の集光する位置を外して、受信光の受光範囲内となる位置に受光手段が配置されることで、受信光は受光手段で受信され、これに対して戻り光は受光手段に集光しないことから受光手段で受信されず、クロストークの低減が図られる。

20

【発明の効果】

【0030】

本発明の光送受信装置によれば、自装置の発光手段から出射した送信光が、光ファイバの入出射端面で反射することによる戻り光を受信しない位置に受光手段が配置されるので、クロストークの低減を図ることができる。

【0031】

これにより、一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光送受信装置において高S/N比の達成が可能で、光ファイバに許容される損失を大幅に緩和できる。

30

【0032】

従って、このような光送受信装置を備えた光通信システムによれば、光ファイバの曲げや長さによる敷設上の制約条件が大幅に緩和され、設置条件を問わず、ギガ帯域の一芯双方向全二重光ファイバ通信を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、図面を参照して本発明の光送受信装置および光通信システムの実施の形態について説明する。

【0034】

図1は第1の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。第1の実施の形態の光送受信装置1aは、送信光を出射する発光素子2と、受信光を入射する受光素子3と、送信光および受信光を集光するレンズ4と、送信光と受信光を分離するビームスプリッタ5を備え、光ファイバ6と接続される。

40

【0035】

光送受信装置1aは、光ファイバ6の入出射端面6aから出射される受信光（S）の集光する位置と、光ファイバ6の入出射端面6aで反射した戻り光（N）の集光する位置を、光ファイバ6の光軸方向にずらす。これにより、戻り光を受信しない位置に受光素子3を調軸できるようにして、クロストークの低減の図るものである。

【0036】

50

発光素子 2 は発光手段の一例で、例えばレーザダイオードから構成される。受光素子 3 は受光手段の一例で、例えばフォトダイオードから構成される。レンズ 4 は集光手段の一例で、発光素子 2 から出射した送信光を光ファイバ 6 の入出射端面 6 a に集光すると共に、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a から拡散して出射される受信光を受光素子 3 に集光して結合させる。

【0037】

ビームスプリッタ 5 は光路分離手段の一例で、例えば透過率約 50%、反射率約 50% のハーフミラーで構成される。ビームスプリッタ 5 は、レンズ 4 の光軸上に 45 度の傾斜角で設けられ、発光素子 2 から出射した送信光を反射して光ファイバ 6 の入出射端面 6 a へ導光すると共に、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a から出射した受信光を透過して受光素子 3 へ導光する。

10

【0038】

光ファイバ 6 は例えばフッ素系プラスチックファイバで、図示しないコネクタ等によって光送受信装置 1 a に接続される。光送受信装置 1 a では、レンズ 4 の光軸と光ファイバ 6 の光軸が一致するように、光ファイバ 6 が接続される。

【0039】

図 2 は光送受信装置 1 a を備えた光通信システムの実施の形態の一例を示す概略構成図である。光通信システム 11 は、光通信装置 1 a 同士の間を一芯の光ファイバ 6 で接続したものである。

【0040】

光ファイバ 6 の一方の端部側に接続された第 1 の光送受信装置 1 a の発光素子 2 から出射した送信光は、ビームスプリッタ 5 で反射し、レンズ 4 によって光ファイバ 6 の一方の入出射端面 6 a に集光する。

20

【0041】

光ファイバ 6 の一方の入出射端面 6 a から入射した送信光は、光ファイバ 6 の図示しないコア内を伝搬され、光ファイバ 6 の他方の入出射端面 6 a から出射する。光ファイバ 6 の他方の端部側には第 2 の光送受信装置 1 a が接続され、光ファイバ 6 の他方の入出射端面 6 a から出射した受信光は、第 2 の光送受信装置 1 a においてレンズ 4 で集光され、ビームスプリッタ 5 を透過して受光素子 3 へ結合する。

【0042】

同様にして、第 2 の光送受信装置 1 a の発光素子 2 から出射した送信光は、ビームスプリッタ 5 で反射し、レンズ 4 によって光ファイバ 6 の他方の入出射端面 6 a に集光する。

30

【0043】

光ファイバ 6 の他方の入出射端面 6 a から入射した送信光は、光ファイバ 6 の図示しないコア内を伝搬され、光ファイバ 6 の一方の入出射端面 6 a から出射する。光ファイバ 6 の一方の入出射端面 6 a から出射した受信光は、第 1 の光送受信装置 1 a においてレンズ 4 で集光され、ビームスプリッタ 5 を透過して受光素子 3 へ結合する。

【0044】

一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光通信システム 11 では、第 1 の光送受信装置 1 a と第 2 の光送受信装置 1 a で同時に送受信が行われる。

40

【0045】

ここで、発光素子 2 から出射した送信光の一部は、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a で反射する。光ファイバ 6 の入出射端面 6 a で反射した戻り光は、レンズ 4 で集光され、ビームスプリッタ 5 を透過して、受光素子 3 方向へ導光される。

【0046】

そして、接続相手の光送受信装置 1 a から出射され、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a から出射した受信光は受信し、入出射端面 6 a で反射した自装置の送信光の戻り光は受信しない位置に受光素子 3 を調軸できるように戻り光を反射する戻り光反射手段を備えることで、受信光と戻り光との間のクロストークの低減を図る。

【0047】

50

すなわち、光送受信装置 1 a は、光ファイバ 6 が接続されると、図 1 に示すようにレンズ 4 から光ファイバ 6 の入出射端面 6 a までの長さが、レンズ 4 で集光される送信光の焦点距離  $f_1$  よりも短く、送信光の焦点位置  $F_1$  が、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a より光軸方向奥方に入り込んだ位置となるように構成される。

【 0 0 4 8 】

これにより、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a から出射してレンズ 4 で集光される受信光の焦点距離  $f_2$  に対して、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a で反射してレンズ 4 で集光される戻り光の焦点距離  $f_3$  が短くなる。

【 0 0 4 9 】

よって、受光素子 3 側では、戻り光の焦点位置  $F_3$  が、受信光の焦点位置  $F_2$  よりレンズ 4 に対して光ファイバ 6 の光軸方向手前となり、光ファイバ 6 の光軸に垂直で、戻り光のスポット径が最も小さくなる戻り光集光面 M では、受信光のスポット径は戻り光のスポット径より大きい。

10

【 0 0 5 0 】

図 3 は受光素子の受光面と、受信光および戻り光のスポット径の関係を示す説明図である。図 1 に示すように、戻り光のスポット径が最も小さくなる戻り光集光面 M では、受信光のスポット径は戻り光のスポット径より大きいので、図 3 に示すように、受光素子 3 の受光面 3 a が、戻り光は受信せず、受信光は受信する位置となるように、受光素子 3 を調軸することができる。

【 0 0 5 1 】

20

光送受信装置 1 a では、受光素子 3 の受光面 3 a に受信光を集光させないことから、受光素子 3 と受信光の結合効率は 1 0 0 % 以下となるが、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a における戻り光と受光素子 3 の結合効率は 0 % にすることができる。

【 0 0 5 2 】

以下、第 1 の実施の形態の光送受信装置 1 a の S / N 比の計算例を式 ( 3 ) に示す。なお、以下の計算において、ビームスプリッタ 5 の透過率は 0 . 5、ビームスプリッタ 5 の反射率は 0 . 5 とした。

【 0 0 5 3 】

ここで、

$P_1$  : 発光素子の強度

30

$P_2$  : ファイバ出射強度

a : 受信光の受光素子との結合効率

b : ファイバ入出射端面の反射率

c : ファイバ入出射端面における戻り光の受光素子との結合効率

である。

【 0 0 5 4 】

受光素子 3 の受光面 3 a に受信光を集光させないことから、 $a = 0 . 1 2$  程度である。光ファイバ 6 として屈折率が 1 . 3 5 程度のフッ素系プラスチックファイバを用いた場合は、 $b = 0 . 0 2 3$  である。更に、受光素子 3 を戻り光を受信しない位置に調軸することで、 $c = 0$  である。

40

【 0 0 5 5 】

これにより、受信光 S とクロストーク N は、

$$S = 0 . 5 a P_2 = 0 . 1 5 P_2$$

$$N = 0 . 5 \times 0 . 5 b c P_1 = 0$$

となるので、

$$S / N = \dots ( 3 )$$

である。

【 0 0 5 6 】

ギガ帯域の一芯双方向通信で、符号誤り率 BER <  $1 0^{-12}$  を達成するには、通常 S / N > 1 0 が必要とされているが、光送受信装置 1 a では、発光素子 2 の強度  $P_1$  に関係な

50

く、常に  $S/N > 10$  を確保できることが判る。

【0057】

従来方式では、光ファイバで許容される損失に約 6 dB という制約があったが、本例では、 $S/N =$  となるため、クロストークに起因する光ファイバでの損失の制約を設ける必要がない。

【0058】

よって、一芯双方向全二重光ファイバ通信においても、二芯双方向光ファイバ通信と同様のクロストークの緩和が見込まれ、曲げやファイバ長による敷設上の制約条件が大幅に緩和される。

【0059】

図 4 は第 2 の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。第 2 の実施の形態の光送受信装置 1 b は、光ファイバ 6 が接続されると、レンズ 4 から光ファイバ 6 の入出射端面 6 a までの長さが、レンズ 4 で集光される送信光の焦点距離  $f_1$  よりも長く、送信光の焦点位置  $F_1$  が、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a より光軸方向手前の位置となるように構成される。

10

【0060】

これにより、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a から出射してレンズ 4 で集光される受信光の焦点距離  $f_2$  に対して、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a で反射してレンズ 4 で集光される戻り光の焦点距離  $f_3$  が長くなる。

【0061】

よって、受光素子 3 側では、戻り光の焦点位置  $F_3$  が、受信光の焦点位置  $F_2$  よりレンズ 4 に対して光ファイバ 6 の光軸方向奥方となり、第 1 の実施の形態と同様に、光ファイバ 6 の光軸に垂直で、戻り光のスポット径が最も小さくなる戻り光集光面 M では、受信光のスポット径は戻り光のスポット径より大きい。

20

【0062】

従って、図 3 に示すように、受光素子 3 の受光面 3 a が、戻り光は受信せず、受信光は受信する位置となるように、受光素子 3 を調軸することができ、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a における戻り光と受光素子 3 の結合効率を 0% にすることができる。

【0063】

図 5 は第 3 の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。第 3 の実施の形態の光送受信装置 1 c は、第 1 の実施の形態の光送受信装置 1 a と同様に、光ファイバ 6 が接続されると、レンズ 4 から光ファイバ 6 の入出射端面 6 a までの長さが、レンズ 4 で集光される送信光の焦点距離  $f_1$  よりも短く、送信光の焦点位置  $F_1$  が、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a より光軸方向奥方に入り込んだ位置となるように構成される。

30

【0064】

更に、レンズ 4 の光軸に対して、光ファイバ 6 の光軸が平行にずれて接続されるように構成される。

【0065】

レンズ 4 の光軸に対して光ファイバ 6 の光軸がずれていると、光ファイバ 6 の中心がレンズ 4 で集光される送信光の光軸からずれ、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a において中心からずれた位置に送信光が入射する。

40

【0066】

光ファイバ 6 から出射する受信光は、入出射端面 6 a の中心から出射するので、レンズ 4 には中心からずれて入射し、レンズ 4 で集光される受信光の光軸は、レンズ 4 の光軸に対して傾斜する。

【0067】

これにより、図示しない接続相手の光送受信装置から出射され、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a から出射した受信光の中心と、入出射端面 6 a で反射した自装置の送信光の戻り光の中心がずれる。

【0068】

50

よって、戻り光のスポット径が最も小さくなる戻り光集光面Mでは、受信光のスポット径は戻り光のスポット径より大きく、かつ、戻り光のスポットの中心と、受信光のスポットの中心が分離される。

【0069】

図6は受信光のガウシアン分布と、受光素子の受光面における受信光と戻り光のスポットの関係を示す説明図である。光送受信装置1cでは、図6(a)に示すように、受光素子3の受光面3aが、戻り光は受信せず、受信光は受信する位置で、かつ、受信光の強度が強いガウシアン分布の中心部に位置するように、受光素子3を調軸することができる。

【0070】

これにより、第1の実施の形態および第2の実施の形態の光送受信装置と比較して、受光素子3と受信光の結合効率を大きくすることができる。 10

【0071】

また、送信光の光軸と、光ファイバ6の中心のずれの距離を調整することで、図6(b)に示すように、戻り光と受信光を完全に分離して、受信光の強度が強いガウシアン分布の中心部に受光面3aが位置するように、受光素子3を調軸することができる。

【0072】

図7は第4の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。第4の実施の形態の光送受信装置1dは、第1の実施の形態の光送受信装置1aと同様に、光ファイバ6が接続されると、レンズ4から光ファイバ6の入出射端面6aまでの長さが、レンズ4で集光される送信光の焦点距離 $f_1$ よりも短く、送信光の焦点位置 $F_1$ が、光ファイバ6の入出射端面6aより光軸方向奥方に入り込んだ位置となるように構成される。 20

【0073】

更に、光ファイバ6の入出射端面6aで反射した戻り光が、光ファイバ6の入出射端面6aから出射される受信光に対して傾斜するように、例えば、光ファイバ6の入出射端面6aに入射する送信光の光軸を傾斜させる。

【0074】

送信光の光軸を傾斜させるには、例えば、ビームスプリッタ5の光ファイバ6の光軸に対する傾斜を、45度より大きく、あるいは小さくする。

【0075】

送信光の光軸を傾斜させると、光ファイバ6の入出射端面6aで反射した戻り光の光軸が傾斜する。また、光ファイバ6の入出射端面6aにおいて中心からずれた位置に送信光が入射する。 30

【0076】

光ファイバ6の入出射端面6aから出射する受信光の光軸は、光ファイバ6の光軸と略平行であるので、図示しない接続相手の光送受信装置から出射され、光ファイバ6の入出射端面6aから出射した受信光の光軸に対して、入出射端面6aで反射した自装置の送信光の戻り光の光軸が傾斜する。

【0077】

これにより、戻り光のスポット径が最も小さくなる戻り光集光面Mでは、受信光の中心と戻り光の中心がずれ、かつ、受信光のスポット径は戻り光のスポット径より大きくなる。 40

【0078】

よって、光送受信装置1dでは、図6(a)、(b)に示すように、受光素子3の受光面3aが、戻り光は受信せず、受信光は受信する位置で、かつ、受信光の強度が強いガウシアン分布の中心部に位置するように、受光素子3を調軸することができる。

【0079】

これにより、第1の実施の形態および第2の実施の形態の光送受信装置と比較して、受光素子3と受信光の結合効率を大きくすることができる。

【0080】

なお、戻り光の光軸を受信光の光軸に対して傾斜させるため、送信光の光軸を傾斜させ 50

るには、発光素子 2 あるいはレンズ 4 を傾斜させても良い。また、光ファイバ 6 の入出射端面 6 a を傾斜させることでも、戻り光の光軸を受信光の光軸に対して傾斜させることができる。この場合は、送信光の光軸は傾斜していなくても良い。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明は、クロストークを低減させた光送受信装置を安価に提供できることから、家庭内やオフィス内に構築される光通信ネットワークに適用される。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図 1】第 1 の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。

10

【図 2】光通信システムの実施の形態の一例を示す概略構成図である。

【図 3】受光素子の受光面と、受信光および戻り光のスポット径の関係を示す説明図である。

【図 4】第 2 の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。

【図 5】第 3 の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。

【図 6】受信光のガウシアン分布と、受光素子の受光面における受信光と戻り光のスポット径の関係を示す説明図である。

【図 7】第 4 の実施の形態の光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。

【図 8】一芯双方向全二重光ファイバ通信を行う光通信システムの概略構成例を示す説明図である。

20

【図 9】従来 of 光送受信装置の概略構成例を示す平面図である。

【図 10】クロストークの発生原理を示す説明図である。

【図 11】従来における受光素子の受光面と、受信光および戻り光の関係を示す説明図である。

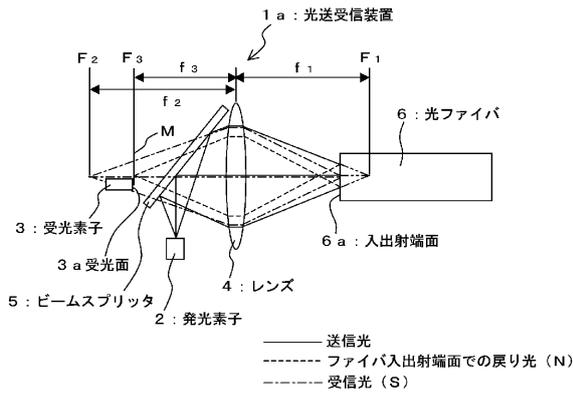
【符号の説明】

【0083】

1 a・・・光送受信装置、2・・・発光素子、3・・・受光素子、3 a・・・受光面、4・・・レンズ、5・・・ビームスプリッタ、6・・・光ファイバ、6 a・・・入出射端面、11・・・光通信システム

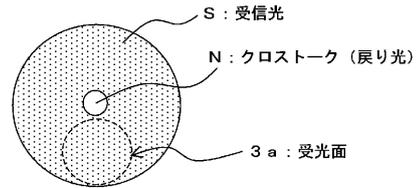
【 図 1 】

第 1 の実施の形態の光送受信装置の一例



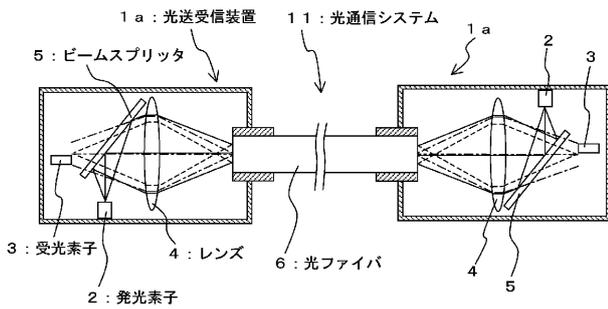
【 図 3 】

受光素子の受光面での受信光と戻り光のスポット径の関係



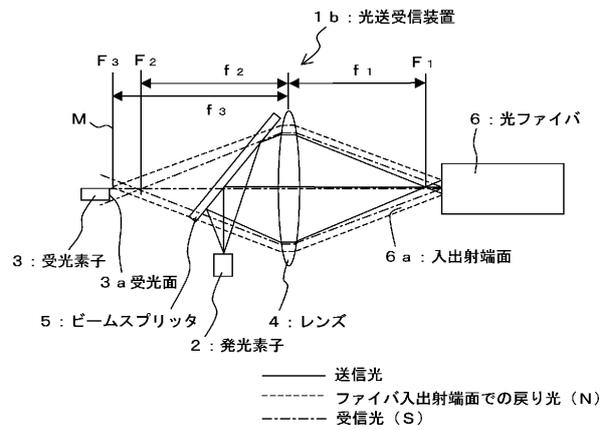
【 図 2 】

本実施の形態の光通信システムの一部



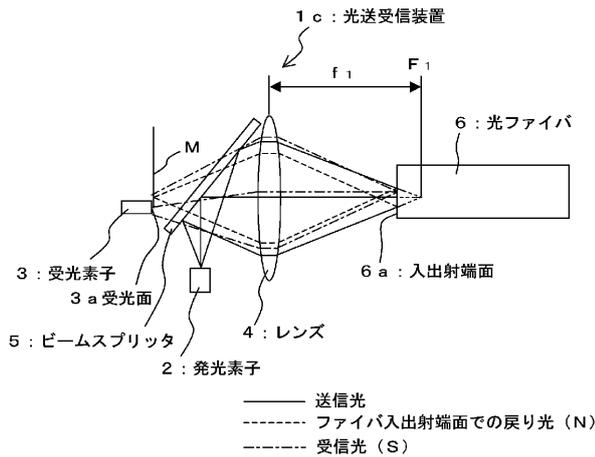
【 図 4 】

第 2 の実施の形態の光送受信装置の一例



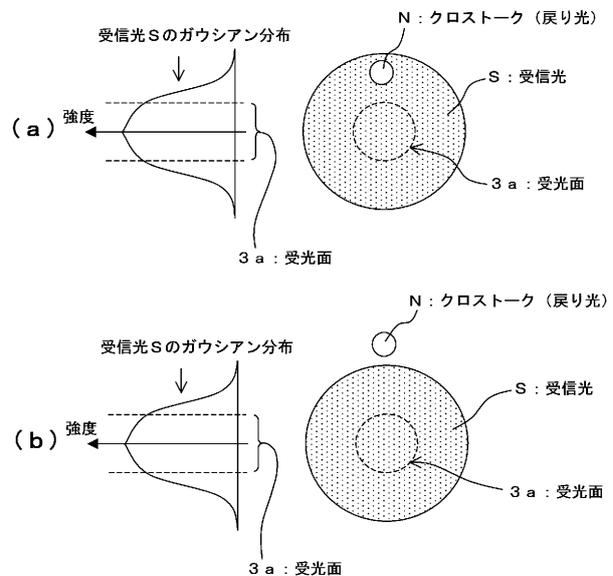
【 図 5 】

第 3 の実施の形態の光送受信装置の一例

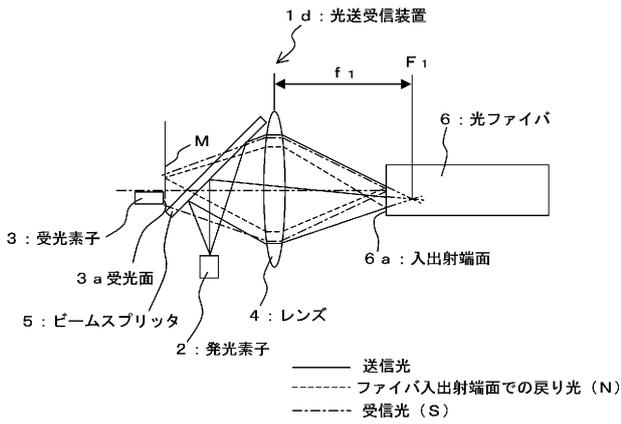


【 図 6 】

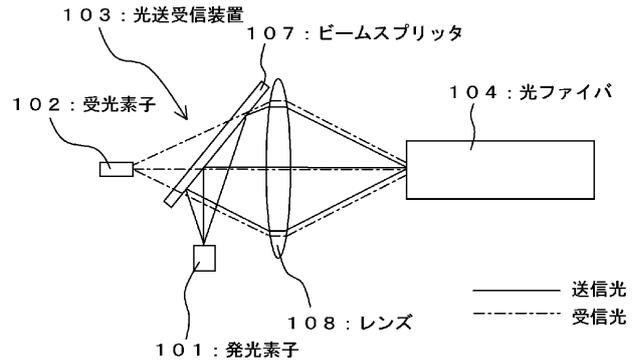
受信光のガウシアン分布と受光面における受信光と戻り光のスポットの関係



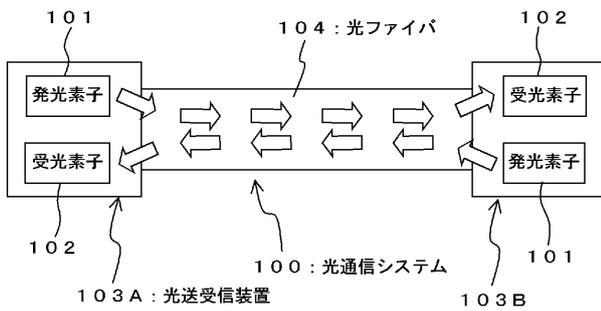
【 図 7 】  
第 4 の実施の形態の光送受信装置の一例



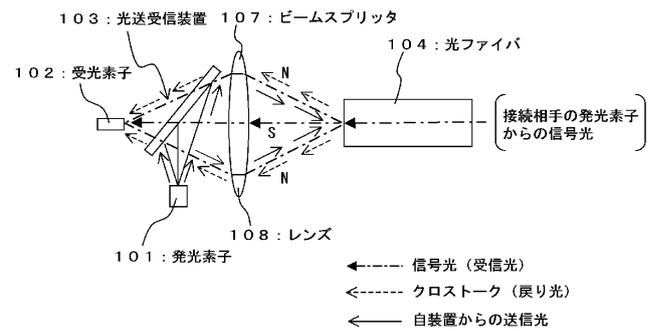
【 図 9 】  
従来の光送受信装置の一例



【 図 8 】  
光通信システムの概略構成例



【 図 10 】  
クロストークの発生原理



【 図 11 】  
受光素子の受光面における従来の受信光と戻り光のスポット径の関係

