

(43) 国際公開日
2008年7月24日 (24.07.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/087809 A1

(51) 国際特許分類:

G01J 11/00 (2006.01) H04B 10/08 (2006.01)
G01M 11/02 (2006.01) H04B 10/142 (2006.01)
G02F 1/015 (2006.01) H04B 10/152 (2006.01)
H04B 10/04 (2006.01) H04B 10/18 (2006.01)
H04B 10/06 (2006.01)

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大谷 昭仁 (OTANI, Akihito) [JP/JP]. 谷本 隆生 (TANIMOTO, Takao) [JP/JP].

(74) 代理人: 鈴江 武彦, 外(SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目12番9号 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2007/073877

(22) 国際出願日:

2007年12月11日 (11.12.2007)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願2007-005761 2007年1月15日 (15.01.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アンリツ株式会社 (ANRITSU CORPORATION) [JP/JP]; 〒2438555 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 Kana-gawa (JP).

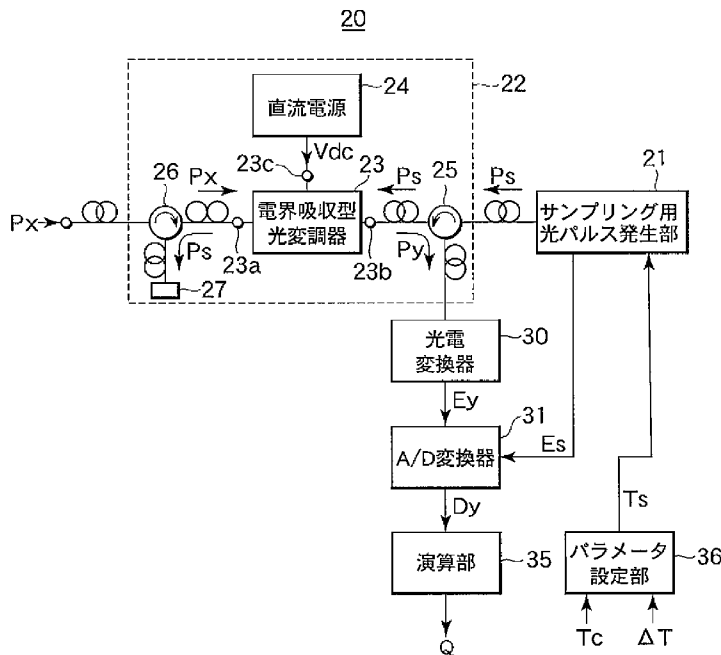
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SIGNAL QUALITY MONITORING DEVICE AND ITS METHOD

(54) 発明の名称: 光信号品質モニタ装置及びその方法

[図1]



24. DC POWER SUPPLY
23. ELECTROABSORPTION OPTICAL MODULATOR
21. SAMPLING OPTICAL PULSE GENERATING SECTION
30. PHOTOELECTRIC CONVERTER
31. A/D CONVERTER
35. COMPUTING SECTION
36. PARAMETER SETTING SECTION

(57) Abstract: A sampling optical pulse generating section emits sampling optical pulses of a period different from an integral multiple of the clock cycle for a data signal modulating an optical signal which is the object of monitoring by a predetermined offset time. An optical sampling section samples the optical signal by using an electroabsorption optical modulator, which has a characteristic that the absorptivity to the light propagating through the optical path varies with the magnitude of the electric field. The optical signal is made to enter one of the two optical terminals of the electroabsorption optical modulator. The sampling optical pulses are made to enter the other optical terminal through an optical coupler. Because of the mutual absorption saturation characteristic of the electroabsorption optical modulator caused when the sampling optical pulses enter the other terminal, the absorptivity to the optical signal is decreased, and thus the optical signal undergoes sampling. As a result, the optical pulse signal is made to exit from the other optical terminal through the optical coupler.

[続葉有]

WO 2008/087809 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: サンプリング用光パルス発生部は、監視対象の光信号を変調しているデータ信号のクロック周期の整数倍に対して所定オフセット時間だけ異なる周期を有するサンプリング用光パルスを出射する。光サンプリング部は、電界吸収型光変調器を用いて監視対象の光信号をサンプリングする。前記電界吸収型光変調器は、光路を伝搬する光に対する吸収率が電界の大きさに応じて変化する特性を有している。監視対象の光信号は、前記電界吸収型光変調器の2つの光端子のうち的一方に入射される。また、前記2つの光端子のうちの他方の光端子には、サンプリング用光パルスを光カブラを介して入射させる。このサンプリング用光パルスが入射したときに生じる前記電界吸収型光変調器の相互吸収飽和特性により前記監視対象の光信号に対する吸収率を低下させて前記監視対象の光信号をサンプリングすることにより、前記2つの光端子のうちの他方の光端子から前記光カブラを介して光パルス信号を出射させる。

明 細 書

光信号品質モニタ装置及びその方法

技術分野

[0001] 本発明は光信号品質モニタ装置及びその方法に係り、特に、高速のデータ信号で変調された光信号の品質を正確にモニタできるようにした光信号品質モニタ装置及びその方法に関する。

背景技術

[0002] データ信号で変調された光信号によるネットワークを構成するにあたり、光信号品質モニタ装置によりネットワーク上を伝搬する光信号の品質の監視することが必要になる。

[0003] 一般的に、光信号品質モニタ装置は、伝送路上の信号の波形情報を取得し、その波形情報から信号品質を表す値を算出して、その算出結果を出力するものであって、数10Gb/sという極めて高いビットレート of データ信号で変調された光信号を直接受光器で受けてその波形情報を取得することは極めて困難である。

[0004] そこで、従来の光信号品質モニタ装置では、このような高速な光信号の波形情報を得るために等価時間サンプリング方式が用いられている。

[0005] この等価時間サンプリング方式は、図6の(a)に示すように、周期 T_a で同一波形が繰り返される光信号Pに対して、図6の(b)に示すように、周期 T_a のN倍(Nは整数)に対して僅かな時間 ΔT だけ長い周期 $T_s = N \cdot T_a + \Delta T$ のサンプリングパルスSでサンプリングを行うことにより、図6の(c)に示すように、光信号Pの繰り返し波形内で ΔT ずつ異なる位置の瞬時振幅値(瞬時強度)を取得する。

[0006] そして、この取得した瞬時振幅値を結ぶ包絡線が描く波形P'は、光信号Pの波形を時間軸上で $T_s / \Delta T$ 倍に拡大された波形であり、元の光信号Pの波形の特徴を保持している。

[0007] したがって、この等価時間サンプリングで得られた波形情報に対して、例えば、2値レベルの一方を表す振幅と他方を表す振幅の確率分布を求め、その標準偏差を算出することにより、信号品質を表すQ値を得ることができる。

[0008] 上記のように光信号に対する等価時間サンプリングを行い、得られた波形情報から信号品質を表すQ値を算出する技術は、次の特許文献1に開示されている。

特許文献1: 日本国特許第3796357号公報

[0009] 上記特許文献1では、光信号を等価時間サンプリングするための素子として、通常、非線形光学材が用いられている。

[0010] この非線形光学材は、一般的に、サンプリング効率が悪い(波長変換現象を用いたサンプリング効率、つまり波長変換効率が-20dB以下)ため、強い光信号の波形情報については高S/Nで得ることができるものの、弱い光信号の波形情報については十分なS/Nを得ることができない。

[0011] そこで、非線形光学材に比べて格段に透過損失が少ない、言い換えれば実質的にサンプリング効率が高い電界吸収型光変調器を光信号を等価時間サンプリングするための素子として用いることが考えられる。

[0012] この電界吸収型光変調器は、2つの光端子間を結ぶ光路内に与える電界の大きさに応じてその光路を通過する光に対する吸収率が変化する特性を持っており、一方の光端子に光信号を入射し、電源端子に電気のサンプリング用パルス信号を与えて、そのサンプリング用パルス信号が入力しているときだけ、光信号に対する吸収率を低下させて他方の光端子から出射させることにより、光信号に対するサンプリングを行う。

[0013] このように電界吸収型光変調器の電源端子に電気のサンプリング用パルス信号を与えることによって光信号に対するサンプリングを行う技術は、例えば、次の特許文献2に開示されている。

特許文献2: 特開2004-222252公報

[0014] ところが、上記特許文献2では、電気のサンプリング用パルス信号は、高周波のインピーダンス整合を必要とし、そのパルス幅を安定に且つリンギングなく狭くすることが極めて困難であり、上記のような数10Gb/sで変調された光信号の波形情報を十分な分解能で精度よく取得することができないという新たな問題を生じる。

発明の開示

[0015] 本発明の目的は、上記従来技術の問題を解決し、高いサンプリング効率をもち、高

速な光信号の波形情報を十分な分解能で精度よくサンプリングすることができるようにし、以て、該光信号の品質を正確にモニタすることができるようにした光信号品質モニタ装置及びその方法を提供することである。

[0016] 前記目的を達成するために、本発明の第1の態様によると、

監視対象の光信号(P_x)を変調しているデータ信号のクロック周期(T_c)の整数(N)倍に対して所定オフセット時間(ΔT)だけ異なる周期(T_s)を有するサンプリング用光パルス(P_s)を出射するサンプリング用光パルス発生部(21)と、

前記サンプリング用光パルス発生部(21)から出射される前記サンプリング用光パルス(P_s)を用いて前記監視対象の光信号(P_x)をサンプリングすることによって得られた光パルス信号(P_y)を出力する光サンプリング部(22)と、

前記光サンプリング部(22)によって出力された前記光パルス信号(P_y)を受光して電気信号(E_y)に変換して出力する光電変換器(30)と、

前記光電変換器(30)からの前記電気信号(E_y)に基づいて、前記監視対象の光信号(P_x)の品質を表す値を算出する演算部(35)とを有する光信号品質モニタ装置であって、

前記光サンプリング部(22)は、

光を入出射するための2つの光端子(23a、23b)と、該2つの光端子(23a、23b)間を結ぶ光路に電界を与えるための電源端子(23c)とを有し、前記光路を伝搬する光に対する吸収率が前記電界の大きさに応じて変化する特性を有し、前記2つの光端子(23a、23b)の一方で前記監視対象の光信号(P_x)を受け取る電界吸収型光変調器(23)と、

前記電界吸収型光変調器(23)の前記電源端子(23c)に、前記監視対象の光信号(P_x)に対して前記電界吸収型光変調器(23)が高い吸収率を示す所定の直流電圧(V_{dc})を与える直流電源(24)と、

前記光信号サンプリング装置(100)のサンプリング用光パルス発生部(21)によって出射される前記サンプリング用光パルス(P_s)を受けて前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の他方の光端子に入射させると共に、該電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記他方の光端子から出

射される前記監視対象の光信号(P_x)を受けて前記光パルス信号(P_y)として前記光電変換器(30)へ入射させる光カップラ(25)とを含み、

前記サンプリング用光パルス(P_s)の入射によって前記電界吸収型光変調器(23)の相互吸収飽和特性により吸収率を低下させ、前記監視対象の光信号(P_x)を前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記他方の光端子側へ通過させることにより、サンプリングを行うように構成されていることを特徴とする光信号品質モニタ装置が提供される。

[0017] 前記目的を達成するために、本発明の第2の態様によると、

前記光サンプリング部(22)は、前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記他方の光端子に入射されるサンプリング用光パルス(P_s)が前記監視対象の光信号(P_x)の伝送路へ漏れるのを防ぐために、

前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記一方の光端子に挿入されている第2の光カップラ(26)と、

前記サンプリング用光パルス(P_s)を前記第2の光カップラ(26)を介して終端する光終端器(27)とをさらに含むことを特徴とする第1の態様に従う光信号品質モニタ装置が提供される。

[0018] 前記目的を達成するために、本発明の第3の態様によると、

前記サンプリング用光パルス発生部(21)は、

前記サンプリング用光パルス(P_s)の周期に対応した周期(T_s)を有する安定な信号(R_a)を生成するシンセサイザ構成の基準信号発生器(21a)と、

前記基準信号発生器(21a)によって生成される前記周期(T_s)を有する安定な信号(R_a)を M (M は複数)通倍した信号(R_b)として出力する通倍器(21b)と、連続光(P_{cw})を出射する光源(21d)と、

前記通倍器(21b)から出力される前記 M 通倍した信号(R_b)によって前記光源(21d)から出射される前記連続光(P_{cw})を変調することにより、周期(T_s/M)を有する光パルス(P_a)を出射する光変調器(21c)と、

前記光変調器(21c)から出射される前記光パルス(P_a)を $1/M$ に間引いて、周期(T_s)を有する光パルス(P_b)に変換する光ゲート回路(21e)と、

前記光ゲート回路(21e)により変換された前記周期(T_s)を有する光パルス(P_b)についてそのパルス幅をさらに狭めて、前記サンプリング用光パルス(P_s)として出射する分散減少ファイバ(21f)とを含むことを特徴とする第1の態様に従う光信号品質モニタ装置が提供される。

[0019] 前記目的を達成するために、本発明の第4の態様によると、

前記監視対象の光信号(P_x)を変調している前記データ信号のクロック周期(T_c)又はそのビットレートと前記所定オフセット時間(ΔT)の情報を受けて、前記サンプリング用光パルス(P_s)のサンプリング周期 T_s を、

$$T_s = N \cdot T_c + \Delta T$$

(ここで、 N の値は、前記データ信号のクロック周期(T_c)と前記サンプリング用光パルス発生部(21)が出力可能な信号の周波数可変範囲によって決まる)

の演算で求めて、前記サンプリング用光パルス発生部(21)に設定するパラメータ設定部(28)をさらに含むことを特徴とする第1の態様に従う光信号品質モニタ装置が提供される。

[0020] 前記目的を達成するために、本発明の第5の態様によると、

前記光電変換器(30)と前記演算部(35)との間に挿入され、前記光電変換器(30)からの電気信号(E_y)を前記サンプリング用光パルス(P_s)と同期したサンプリングクロック(E_s)によってサンプリングすることにより、デジタル値に変換して前記演算部(35)にデータ信号(D_y)として出力するアナログ／デジタル(A/D)変換器(31)をさらに含むことを特徴とする第1の態様に従う光信号品質モニタ装置が提供される。

[0021] 前記目的を達成するために、本発明の第6の態様によると、

前記サンプリングクロック(E_s)は、前記サンプリング用光パルス発生部(21)により前記サンプリング用光パルス(P_s)と同期して出力されることを特徴とする第5の態様に従う光信号品質モニタ装置が提供される。

[0022] 前記目的を達成するために、本発明の第7の態様によると、

監視対象の光信号(P_x)を変調しているデータ信号のクロック周期(T_c)の整数(N)倍に対して所定オフセット時間(ΔT)だけ異なる周期(T_s)を有するサンプリング用光パルス(P_s)を出射するサンプリング用光パルス発生段階と、

前記サンプリング用光パルス発生段階によって出射される前記サンプリング用光パルス(P_s)を用いて前記監視対象の光信号(P_x)をサンプリングすることによって得られた光パルス信号(P_y)を出力する光サンプリング段階と、

前記光サンプリング段階によって出力された前記光パルス信号(P_y)を受光して電気信号(E_y)に変換して出力する光電変換段階と、

前記光電変換段階によって出力された前記電気信号(E_y)に基づいて、前記監視対象の光信号(P_x)の品質を表す値を算出する演算段階とを有する光信号品質モニタ方法であって、

前記光サンプリング段階は、

光を入出射するための2つの光端子(23a、23b)と、該2つの光端子(23a、23b)間を結ぶ光路に電界を与えるための電源端子(23c)とを有し、前記光路を伝搬する光に対する吸収率が前記電界の大きさに応じて変化する特性を有し、前記2つの光端子(23a、23b)の一方で前記監視対象の光信号(P_x)を受ける電界吸収型光変調器(23)を準備する段階と、

前記電界吸収型光変調器(23)の前記電源端子(23c)に、前記監視対象の光信号(P_x)に対して前記電界吸収型光変調器(23)が高い吸収率を示す所定の直流電圧(V_{dc})を与える直流電源(24)を準備する段階と、

前記サンプリング用光パルス発生段階によって出射される前記サンプリング用光パルス(P_s)を受けて前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の他方の光端子に入射させると共に、該電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記他方の光端子から出射される前記監視対象の光信号(P_x)を受けて前記光電変換段階で前記電気信号(E_y)に変換して出力する前記光パルス信号(P_y)として出射させる光カブラ(25)を準備する段階とを含み、

前記サンプリング用光パルス(P_s)の入射によって前記電界吸収型光変調器(23)の相互吸収飽和特性により吸収率を低下させ、前記監視対象の光信号(P_x)を前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記他方の光端子側へ通過させることにより、サンプリングを行うことを特徴とする光信号品質モニタ方法が提供される。

- [0023] 前記目的を達成するために、本発明の第8の態様によると、
前記光サンプリング段階は、前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記他方の光端子に入射されるサンプリング用光パルス(P_s)が前記監視対象の光信号(P_x)の伝送路へ漏れるのを防ぐために、
前記電界吸収型光変調器(23)の前記2つの光端子(23a、23b)の前記一方の光端子に挿入されている第2の光カップラ(26)を準備する段階と、
前記サンプリング用光パルス(P_s)を前記第2の光カップラ(26)を介して終端する光終端器(27)を準備する段階とをさらに含むことを特徴とする第7の態様に従う光信号品質モニタ方法が提供される。
- [0024] 前記目的を達成するために、本発明の第9の態様によると、
前記サンプリング用光パルス発生段階は、
前記サンプリング用光パルス(P_s)の周期に対応した周期(T_s)を有する安定な信号(R_a)を生成するシンセサイザ構成の基準信号発生器(21a)を準備する段階と、
前記基準信号発生器(21a)によって生成される前記周期(T_s)を有する安定な信号(R_a)を M (M は複数)逡倍した信号(R_b)として出力する逡倍器(21b)を準備する段階と、
連続光(P_{cw})を出射する光源(21d)を準備する段階と、
前記逡倍器(21b)から出力される前記 M 逡倍した信号(R_b)によって前記光源(21d)から出射される前記連続光(P_{cw})を変調することにより、周期(T_s/M)を有する光パルス(P_a)を出射する光変調器(21c)を準備する段階と、
前記光変調器(21c)から出射される前記光パルス(P_a)を $1/M$ に間引いて、周期(T_s)を有する光パルス(P_b)に変換する光ゲート回路(21e)を準備する段階と、
前記光ゲート回路(21e)により変換された前記周期(T_s)を有する光パルス(P_b)についてそのパルス幅をさらに狭めて、前記サンプリング用光パルス(P_s)として出射する分散減少ファイバ(21f)を準備する段階とを含むことを特徴とする第7の態様に従う光信号品質モニタ方法が提供される。
- [0025] 前記目的を達成するために、本発明の第10の態様によると、
前記監視対象の光信号(P_x)を変調している前記データ信号のクロック周期(T_c)

又はそのビットレートと前記所定オフセット時間 (ΔT) の情報を受けて、前記サンプリング用光パルス (P_s) のサンプリング周期 T_s を、

$$T_s = N \cdot T_c + \Delta T$$

(ここで、 N の値は、前記データ信号のクロック周期 (T_c) と前記サンプリング用光パルス発生段階で出力可能な信号の周波数可変範囲によって決まる)

の演算で求めて、前記サンプリング用光パルス発生部 (21) に設定するパラメータ設定部 (28) を準備する段階さらに含むことを特徴とする第7の態様に従う光信号品質モニタ方法が提供される。

[0026] 前記目的を達成するために、本発明の第11の態様によると、

前記光電変換段階によって出力された前記電気信号 (E_y) を前記サンプリング用光パルス (P_s) と同期したサンプリングクロック (E_s) によってサンプリングすることにより、デジタル値に変換してデータ信号 (D_y) として出力するアナログ／デジタル (A/D) 変換段階をさらに含み、

前記演算段階は、前記A/D変換段階により出力される前記データ信号 (D_y) に基づいて、前記監視対象の光信号 (P_x) の品質を表す値を算出することを特徴とする第7の態様に従う光信号品質モニタ方法が提供される。

[0027] 前記目的を達成するために、本発明の第12の態様によると、

前記演算段階は、前記データ信号 (D_y) を所定のしきい値と比較して、データ「1」に属するサンプル値と、データ「0」に属するサンプル値とに分け、それぞれのデータについてのサンプル値群の平均値、標準偏差を求め、その平均値の差 (μ) と標準偏差の和 (γ) の比 (μ / γ) を品質値 (Q) として求めることを特徴とする第11の態様に従う光信号品質モニタ方法が提供される。

[0028] 以上のように、本発明の光信号品質モニタ装置及びその方法は、サンプリング用の素子として電界吸収型光変調器を用い、その一方の光端子に監視対象の光信号を入射させ、電源端子にはその監視対象の光信号に対して高い吸収率を示す所定の直流電圧を与えておき、サンプリング用光パルスを光カップラを介して電界吸収型光変調器の他方の光端子へ入射させ、そのサンプリング用光パルスが入射したときに生じる相互吸収飽和特性により監視対象の光信号に対する吸収率を低下させて他

方の光端子から監視対象の光信号を出射させるようにしている。

- [0029] このため、サンプリング用として狭い幅の光パルスを使用することができると共に、監視対象の光信号に対するサンプリング効率を高くすることができ、監視対象の光信号が弱い光信号であってもその波形情報を精度よく得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]図1は、本発明による光信号品質モニタ装置及びその方法の実施形態の構成を説明するために示すブロック図である。
- [図2]図2は、図1の要部の構成例を説明するために示すブロック図である。
- [図3]図3は、図1の要部の特性例を説明するために示す図である。
- [図4]図4は、図1の構成による実施形態の動作として繰り返し波形の光信号に対する動作を説明するために示す波形図である。
- [図5]図5は、図1の構成による実施形態の動作として繰り返し波形でない光信号に対する動作を説明するために示す波形図である。
- [図6]図6は、従来の光信号品質モニタ装置に採用されている等価時間サンプリング方式を説明するために示す波形図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0031] 以下、図面を参照して本発明による光信号品質モニタ装置及びその方法の実施形態について説明する。
- [0032] 図1は、本発明による光信号品質モニタ装置20及びその方法の実施形態の構成を説明するために示すブロック図である。
- [0033] 本発明による光信号品質モニタ装置20の基本的な構成は、監視対象の光信号 P_x を変調しているデータ信号のクロック周期 T_c の整数 N 倍に対して所定オフセット時間 ΔT だけ異なる周期 T_s を有するサンプリング用光パルス P_s を出射するサンプリング用光パルス発生部21と、前記サンプリング用光パルス発生部21から出射される前記サンプリング用光パルス P_s を用いて前記監視対象の光信号をサンプリングすることによって得られた光パルス信号 P_y を出力する光サンプリング部22と、前記光サンプリング部22によって出力された前記光パルス信号 P_y を受光して電気信号 E_y に変換して出力する光電変換器30と、前記光電変換器30からの電気信号 E_y に基づいて、前記

監視対象の光信号 P_x の品質を表す値を算出する演算部35とを有する光信号品質モニタであって、前記光サンプリング部22は、光を入出射するための2つの光端子23a、23bと、該2つの光端子23a、23b間を結ぶ光路に電界を与えるための電源端子23cとを有し、前記光路を伝搬する光に対する吸収率が前記電界の大きさに応じて変化する特性を有し、前記2つの光端子23a、23bの一方で前記監視対象の光信号を受ける電界吸収型光変調器23と、前記電界吸収型光変調器23の前記電源端子23cに、前記監視対象の光信号 P_x に対して前記電界吸収型光変調器23が高い吸収率を示す所定の直流電圧 V_{dc} を与える直流電源24と、前記サンプリング用光パルス発生部21によって出射される前記サンプリング用光パルス P_s を受けて前記電界吸収型光変調器23の前記2つの光端子23a、23bの他方の光端子に入射させると共に、該電界吸収型光変調器23の前記2つの光端子23a、23bの前記他方の光端子から出射される前記監視対象の光信号 P_x を受けて前記光パルス信号 P_y として前記光電変換器30へ入射させる光カプラ25とを含み、前記サンプリング用光パルス P_s の入射によって前記電界吸収型光変調器23の相互吸収飽和特性により吸収率を低下させ、前記監視対象の光信号 P_x を前記電界吸収型光変調器23の前記2つの光端子23a、23bの前記他方の光端子側へ通過させることにより、サンプリングを行うように構成されていることを特徴としている。

[0034] また、本発明による光信号品質モニタ方法の基本的な構成は、監視対象の光信号 P_x を変調しているデータ信号のクロック周期 T_c の整数 N 倍に対して所定オフセット時間 ΔT だけ異なる周期 T_s を有するサンプリング用光パルス P_s を出射するサンプリング用光パルス発生段階と、前記サンプリング用光パルス発生段階によって出射される前記サンプリング用光パルス P_s を用いて前記監視対象の光信号 P_x をサンプリングすることによって得られた光パルス信号 P_y を出力する光サンプリング段階と、前記光サンプリング段階によって出力された前記光パルス信号 P_y を受光して電気信号 E_y に変換して出力する光電変換段階と、前記光電変換段階によって出力された前記電気信号 E_y に基づいて、前記監視対象の光信号 P_x の品質を表す値を算出する演算段階とを有する光信号品質モニタ方法であって、前記光サンプリング段階は、光を入出射するための2つの光端子23a、23bと、該2つの光端子23a、23b間を結ぶ光

路に電界を与えるための電源端子23cとを有し、前記光路を伝搬する光に対する吸収率が前記電界の大きさに応じて変化する特性を有し、前記2つの光端子23a、23bの一方で前記監視対象の光信号Pxを受ける電界吸収型光変調器23を準備する段階と、前記電界吸収型光変調器23の前記電源端子23cに、前記監視対象の光信号Pxに対して前記電界吸収型光変調器23が高い吸収率を示す所定の直流電圧Vdcを与える直流電源24を準備する段階と、前記サンプリング用光パルス発生段階によって出射される前記サンプリング用光パルスPsを受けて前記電界吸収型光変調器23の前記2つの光端子23a、23bの他方の光端子に入射させると共に、該電界吸収型光変調器23の前記2つの光端子23a、23bの前記他方の光端子から出射される前記監視対象の光信号Pxを受けて前記光電変換段階で前記電気信号Eyに変換して出力する前記光パルス信号Pyとして出射させる光カプラ25を準備する段階とを含み、前記サンプリング用光パルスPsの入射によって前記電界吸収型光変調器23の相互吸収飽和特性により吸収率を低下させ、前記監視対象の光信号Pxを前記電界吸収型光変調器23の前記2つの光端子23a、23bの前記他方の光端子側へ通過させることにより、サンプリングを行うことを特徴としている。

[0035] 具体的には、以下に、本発明を適用した光信号品質モニタ装置20及びその方法について説明される。

[0036] 本発明を適用した光信号品質モニタ装置20及びその方法では、図示しない光ネットワーク上に伝送される所定クロック周期Tcのデータ信号で変調された光信号Pxを監視対象としているものである。

[0037] サンプリング用光パルス発生部21は、その監視対象の光信号Pxを変調しているデータ信号のクロック周期Tcの整数N倍に対して所定のオフセット時間 ΔT だけ異なる周期Tsのサンプリング用光パルスPsを生成して光サンプリング部22に入射する。

[0038] サンプリング用光パルス発生部21は、前記したように幅の狭い光パルスを指定された周期Tsで生成できるものであればその構成は任意である。

[0039] 図2は、サンプリング用光パルス発生部21の一例を示すブロック図である。

[0040] このサンプリング用光パルス発生部21は、前記サンプリング用光パルスPsの周期に対応した周期Tsを有する安定な信号Raを生成するシンセサイザ構成の基準信号

発生器21aと、前記基準信号発生器21aによって生成される前記周期 T_s (周波数 F_s) を有する安定な信号 R_a を M (M は複数次) 通倍した信号 R_b として出力する通倍器21bと、連続光 P_{cw} を出射する光源21dと、前記通倍器21bから出力される前記 M 通倍した信号 R_b によって前記光源21dから出射される前記連続光 P_{cw} を変調することにより、周期 T_s/M を有する光パルス P_a を出射する光変調器21cと、前記光変調器21cから出射される前記光パルス P_a を $1/M$ に間引いて、周期 T_s を有する光パルス P_b に変換する光ゲート回路21eと、前記光ゲート回路21eにより周期 T_s を有する光パルス P_b に変換された前記光パルス P_b についてそのパルス幅をさらに狭めて、前記サンプリング用光パルス P_s として出射する分散減少ファイバ21fとを含んでいる。

[0041] すなわち、シンセサイザ構成の基準信号発生器21aにより後述するパラメータ設定部28から指定された周期 T_s (周波数 F_s) の安定な信号 R_a が生成され、通倍器21bに入力されて M (M は複数次) 通倍された後、その出力信号 R_b が光変調器21cに入力されて、光源21dから出射される連続光 P_{cw} を変調し、周期 T_s/M の光パルス P_a が生成される。

[0042] この光パルス P_a のパルス幅は、信号 R_a で連続光 P_{cw} を直接変調した場合に比べて $1/M$ に狭められている。

[0043] そして、この光パルス P_a は、光ゲート回路21eにより $1/M$ に間引かれて、周期 T_s の光パルス P_b に変換された後、分散減少ファイバ21fに入射されてそのパルス幅がさらに狭められ、最終的にサンプリング用光パルス P_s として出射される。

[0044] 一方、光サンプリング部22は、サンプリング用光パルス発生部21から出射されたサンプリング用光パルス P_s により、監視対象の光信号 P_x をサンプリングし、そのサンプリングで得られた光パルス信号 P_y を出射する。

[0045] この光サンプリング部22は、電界吸収型光変調器23、直流電源24およびサーキュレータ型の光カップラ25を有している。

[0046] 電界吸収型光変調器23は、前記したように、光を入出射するための2つの光端子23a、23bおよび両光端子間の光路に電界を与えるための電源端子23cを有し、その光路を伝搬する光に対する吸収率が光路に与えられた電界の大きさに応じて変化する特性を有している。

- [0047] 通常、電界吸収型光変調器は、前記特許文献2に開示されているように、電源端子23cに電気のサンプリング用パルス信号が与えられる。
- [0048] しかるに、電気のサンプリング用パルス信号の場合には、前記したように数10Gb/sの波形情報の取得に必要な狭い幅を有する電気のサンプリング用パルス信号として生成することが極めて困難である。
- [0049] そこで、この発明では、図1に示しているように、電界吸収型光変調器23の一方の光端子23aに光信号Pxを入射させ、その光信号Pxに対して高い吸収率を示すような所定の直流電圧Vdを直流電源24から電源端子23cに与えた状態で、前記した幅の狭いサンプリング用光パルスPsを、光カップラ25を介して他方の光端子23bに入射して、このサンプリング用光パルスPsにより電界吸収型光変調器23の相互吸収飽和特性を利用して吸収率を変化させ、サンプリング用光パルスPsが入射したときだけ監視対象の光信号Pxに対する吸収率を低下させて該監視対象の光信号Px他方の光端子23bへ通過させることにより、光のサンプリング用パルス信号でもってサンプリングを行うようにしている。
- [0050] なお、このように光信号をサンプリングする素子として電界吸収型光変調器23を用いて光のサンプリング用パルス信号でもってサンプリングを行うようにしたときのサンプリング効率は、電界吸収型光変調器23の挿入損失で決定される。
- [0051] 電界吸収型光変調器23の挿入損失は、約-10dB程度であるので、本発明によるサンプリング効率は約-10dB程度となる。
- [0052] これは、前記特許文献1のように、光信号をサンプリングする素子として非線形光学材を用いた場合の約-20dB以下と比較して本発明によるサンプリング効率の方が約10dB以上、向上していることを示している。
- [0053] ここで、例えば、電界吸収型光変調器23の電界に対する吸収率の変化特性が図3のFで示される場合、電界吸収型光変調器23の電源端子23cに吸収率が大きな値 α （例えば、20dB）となる電界に対応した直流電圧Vdcを与えておくものとする。
- [0054] そして、電界吸収型光変調器23の他方の光端子23bには、相互吸収飽和特性により実質的に電界が図3の矢印A方向に変化して、吸収率が小さい値 β （例えば、3dB）となるようなピーク強度を持つサンプリング用光パルスPsを入射させる。

- [0055] なお、図3の特性Fは模式的なものである。
- [0056] すなわち、電界吸収型光変調器23の他方の光端子23bにサンプリング用光パルスPsが入射したとき、電界吸収型光変調器23の相互吸収飽和特性により電界吸収型光変調器23の吸収率が低下される。
- [0057] これにより、この状態下で、電界吸収型光変調器23の一方の光端子23aに入射されている監視対象の光信号Pxは、そのときの瞬時強度から電界吸収型光変調器23の挿入損失相当分だけ低いレベルのピーク値を持つ光パルス信号Pyとして電界吸収型光変調器23内を通過することが許容されるようになる。
- [0058] このようにして電界吸収型光変調器23内を通過した監視対象の光信号Pxが電界吸収型光変調器23の他方の光端子23bから光サンプリング部22の光カプラ25を介して光パルス信号Pyとして出射される。
- [0059] ここで、光サンプリング部22の光カプラ25は、光の入射方向に応じて光路を振り分けるサーキュレータ型のものだけでなく、波長の違いによって光路を振り分ける分光型のものであってもよく、その場合には光信号Pxと異なる波長のサンプリング用光パルスPsが用いられる。
- [0060] なお、電界吸収型光変調器23の一方の光端子23aに挿入されているサーキュレータ型の光カプラ26は、他方の光端子23bに入射されて一方の光端子23aから出射されるサンプリング用光パルスPsを光終端器27で終端して、監視対象の光信号Pxの伝送路へ入射(漏洩)するのを防ぐためのものである。
- [0061] また、サンプリング用光パルス発生部21が出力するサンプリング用光パルスPs及びサンプリングクロックEsの周期Tsは、パラメータ設定部28により設定される。
- [0062] このパラメータ設定部28は、監視対象の光信号Pxを変調しているデータ信号のクロック周期Tc(ビットレートでもよい)とオフセット時間ΔTの情報を受け、サンプリング周期Tsを、
$$Ts = N \cdot Tc + \Delta T$$
の演算で求め、サンプリング用光パルス発生部21に設定する。
- [0063] ここで、Nの値は、データ信号のクロック周期Tcとサンプリング用光パルス発生部21が出力可能な信号の周波数可変範囲によって決まる。

- [0064] 例えば、 ΔT が T_s に対して無視できる程小さく、 T_c が約0.1ns(10GHz)で、 T_s が0.1 μ s(10MHz)の近傍で可変できるものとするれば、 N の値は大凡 $T_s/T_c=1000$ となる。
- [0065] そして、前述したようにして光サンプリング部22の光カプラ25を介して出射される光パルス信号 P_y は、光電変換器30に入射されることにより、該光電変換器30により電気信号 E_y に変換されて出力される。
- [0066] 光電変換器30からの電気信号 E_y は、アナログ／デジタル(A/D)変換器31によりサンプリングされてデジタル値に変換されて、データ信号 D_y として出力される。
- [0067] このA/D変換器31によるサンプリングは、サンプリング用光パルス P_s と同期したサンプリングクロック E_s によって行われる。
- [0068] この実施形態では、この電気のサンプリングクロック E_s もサンプリング用光パルス発生部21(前記した基準信号発生器21a)から出力されるものとする。
- [0069] 演算部40は、データ信号 D_y に基づいて、監視対象の光信号 P_x の品質を表す値を算出する。
- [0070] この演算部40による監視対象の光信号 P_x の品質を表す値を算出するための演算手法は任意であるが、例えば、前記特許文献1に記載されているように、波形メモリ39に書き込まれたデータ信号 D_y を所定のしきい値と比較して、データ「1」に属するサンプル値と、データ「0」に属するサンプル値とに分け、それぞれのデータについてのサンプル値群の平均値、標準偏差を求め、その平均値の差 μ と標準偏差の和 γ の比 μ/γ を品質値 Q として求める。
- [0071] なお、この Q 値が大きい程、監視対象の光信号 P_x の品質が高いことを示している。
- [0072] この品質値 Q の算出は、例えば、所定時間毎に行われ、その結果が所定タイミングに別装置へ通知される。
- [0073] また、信号品質を表す値は上記 Q 値に限定されるものではなく、他の統計量であってもよい。
- [0074] なお、サンプリング用光パルス発生部21が出力するサンプリング用光パルス P_s 及びサンプリングクロック E_s の周期 T_s は、パラメータ設定部36により設定される。
- [0075] パラメータ設定部36は、監視対象の光信号 P_x を変調しているデータ信号のクロック

ク周期 T_c (ビットレートでもよい)とオフセット時間 ΔT の情報を受け、サンプリング周期 T_s を、

$$T_s = N \cdot T_c + \Delta T$$

の演算で求め、サンプリング用光パルス発生部21に設定する。

[0076] ここで N の値は、データ信号のクロック周期 T_c とサンプリング用光パルス発生部21が出力可能な信号の周波数可変範囲によって決まる。

[0077] 例えば、 ΔT が T_s に対して無視できる程小さく、 T_c が約 0.1 ns (10 GHz)で、 T_s が $0.1 \mu \text{ s}$ (10 MHz)の近傍で可変できるものとすれば、 N の値は大凡 $T_s / T_c = 1000$ となる。

[0078] 次に、監視対象の光信号 P_x の波形と、演算部35によるその取得タイミングとの関係について説明する。

[0079] 監視対象の光信号 P_x が試験用であって、図4の(a)に示すように、所定ビット長 L の所定符号列で繰り返し変調されている場合、図4の(b)に示すように、サンプリング用光パルス P_s の周期 T_s を決める N の値がビット長 L の整数 K 倍に等しくなるようにすることにより、監視対象の光信号 P_x の繰り返し波形に対するサンプリングを図4の(c)に示すように ΔT 時間毎に時系列に行うことができる。

[0080] そして、このサンプリングを、例えば、 $U \cdot T_c / \Delta T$ 回(U は整数)連続して行うことにより、サンプリング開始タイミングから U ビット分の波形データを時系列に得ることができる。

[0081] 光ネットワーク上に実際に伝送されているような光信号 P_x は、前述の図4の(a)に示したような単純な繰り返し波形とならないで、図5の(a)に示すような複雑な波形となっている。

[0082] しかし、このような単純な繰り返し波形とならない光信号 P_x に対して、図5の(b)に示すように $N \cdot T_c + \Delta T$ の周期 T_s でサンプリングを行った場合、光信号 P_x の N ビットおきのデータについて ΔT ずつ異なるタイミングでサンプリングを行っていることから、そのサンプリングによって得られる値は、図5の(c)に示すように、データ「1」、「0」に対応した振幅あるいはその間の遷移状態における振幅となり、光信号 P_x の一定期間の連続した波形に対するサンプリング結果とはならない。

- [0083] ただし、そのサンプリングを前記のように複数ビット分連続して行い、前記統計量を得ることにより、品質値 Q を求めることができる。
- [0084] また、本発明は同期サンプリングに適用した場合には、複数ビット分のサンプリング結果を1ビット幅に重ね合わせるることにより、図5の(d)に示すようなアイパターンが得られ、このアイパターンから信号品質を求めるようにしてもよい。
- [0085] また、本発明を非同期サンプリングに適用した場合には、重ね合わせて得られる観測波形が流れてしまい、アイパターンを観測することはできない。
- [0086] しかし、上記サンプリングを所定期間行うことにより、前記統計量を得て、品質値 Q を求めることができる。
- [0087] したがって、以上詳述したように、本発明によれば、上記従来技術の問題を解決し、高いサンプリング効率をもち、高速な光信号の波形情報を十分な分解能で精度よくサンプリングすることができるようにし、以て、該光信号の品質を正確にモニタすることができるようにした光信号品質モニタ装置及びその方法を提供することができる。

請求の範囲

- [1] 監視対象の光信号を変調しているデータ信号のクロック周期の整数倍に対して所定オフセット時間だけ異なる周期を有するサンプリング用光パルスを出射するサンプリング用光パルス発生部と、
- 前記サンプリング用光パルス発生部から出射される前記サンプリング用光パルスを用いて前記監視対象の光信号をサンプリングすることによって得られた光パルス信号を出力する光サンプリング部と、
- 前記光サンプリング部によって出力された前記光パルス信号を受光して電気信号に変換して出力する光電変換器と、
- 前記光電変換器からの前記電気信号に基づいて、前記監視対象の光信号の品質を表す値を算出する演算部とを有する光信号品質モニタ装置であって、
- 前記光サンプリング部は、
- 光を入出射するための2つの光端子と、該2つの光端子間を結ぶ光路に電界を与えるための電源端子とを有し、前記光路を伝搬する光に対する吸収率が前記電界の大きさに応じて変化する特性を有し、前記2つの光端子の一方で前記監視対象の光信号を受ける電界吸収型光変調器と、
- 前記電界吸収型光変調器の前記電源端子に、前記監視対象の光信号に対して前記電界吸収型光変調器が高い吸収率を示す所定の直流電圧を与える直流電源と、
- 前記光信号サンプリング装置のサンプリング用光パルス発生部によって出射される前記サンプリング用光パルスを受けて前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の他方の光端子に入射させると共に、該電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記他方の光端子から出射される前記監視対象の光信号を受けて前記光パルス信号として前記光電変換器へ入射させる光カプラとを含み、
- 前記サンプリング用光パルスの入射によって前記電界吸収型光変調器の相互吸収飽和特性により吸収率を低下させ、前記監視対象の光信号を前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記他方の光端子側へ通過させることにより、サンプリングを行うように構成されていることを特徴とする光信号品質モニタ装置。
- [2] 前記光サンプリング部は、前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記他

方の光端子に入射されるサンプリング用光パルスが前記監視対象の光信号の伝送路へ漏れるのを防ぐために、

前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記一方の光端子に挿入されている第2の光カプラと、

前記サンプリング用光パルスを前記第2の光カプラを介して終端する光終端器とをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の光信号品質モニタ装置。

[3] 前記サンプリング用光パルス発生部は、

前記サンプリング用光パルスの周期に対応した周期 T_s を有する安定な信号を生成するシンセサイザ構成の基準信号発生器と、

前記基準信号発生器によって生成される前記周期 T_s を有する安定な信号を M (M は複数) 逡倍した信号として出力する逡倍器と、

連続光を出射する光源と、

前記逡倍器から出力される前記 M 逡倍した信号によって前記光源から出射される前記連続光を変調することにより、周期 T_s/M を有する光パルスを出射する光変調器と、

前記光変調器から出射される前記光パルスを $1/M$ に間引いて、周期 T_s を有する光パルスに変換する光ゲート回路と、

前記光ゲート回路により変換された前記周期を有する光パルスについてそのパルス幅をさらに狭めて、前記サンプリング用光パルスとして出射する分散減少ファイバとを含むことを特徴とする請求項1に記載の光信号品質モニタ装置。

[4] 前記監視対象の光信号を変調している前記データ信号のクロック周期 T_c 又はそのビットレートと前記所定オフセット時間 ΔT の情報を受けて、前記サンプリング用光パルスのサンプリング周期 T_s を、

$$T_s = N \cdot T_c + \Delta T$$

(ここで、 N の値は、前記データ信号のクロック周期 T_c と前記サンプリング用光パルス発生部が出力可能な信号の周波数可変範囲によって決まる)

の演算で求めて、前記サンプリング用光パルス発生部に設定するパラメータ設定部をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の光信号品質モニタ装置。

- [5] 前記光電変換器と前記演算部との間に挿入され、前記光電変換器からの電気信号を前記サンプリング用光パルスと同期したサンプリングクロックによってサンプリングすることにより、デジタル値に変換して前記演算部にデータ信号として出力するアナログ／デジタル(A/D)変換器をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の光信号品質モニタ装置。
- [6] 前記サンプリングクロックは、前記サンプリング用光パルス発生部により前記サンプリング用光パルスと同期して出力されることを特徴とする請求項5に記載の光信号品質モニタ装置。
- [7] 監視対象の光信号を変調しているデータ信号のクロック周期の整数倍に対して所定オフセット時間だけ異なる周期を有するサンプリング用光パルスを出射するサンプリング用光パルス発生段階と、
前記サンプリング用光パルス発生段階によって出射される前記サンプリング用光パルスを用いて前記監視対象の光信号をサンプリングすることによって得られた光パルス信号を出力する光サンプリング段階と、
前記光サンプリング段階によって出力された前記光パルス信号を受光して電気信号に変換して出力する光電変換段階と、
前記光電変換段階によって出力された前記電気信号に基づいて、前記監視対象の光信号の品質を表す値を算出する演算段階とを有する光信号品質モニタ方法であって、
前記光サンプリング段階は、
光を入出射するための2つの光端子と、該2つの光端子間を結ぶ光路に電界を与えるための電源端子とを有し、前記光路を伝搬する光に対する吸収率が前記電界の大きさに応じて変化する特性を有し、前記2つの光端子の一方で前記監視対象の光信号を受ける電界吸収型光変調器を準備する段階と、
前記電界吸収型光変調器の前記電源端子に、前記監視対象の光信号に対して前記電界吸収型光変調器が高い吸収率を示す所定の直流電圧を与える直流電源を準備する段階と、
前記サンプリング用光パルス発生段階によって出射される前記サンプリング用光パ

ルスを受けて前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の他方の光端子に入射させると共に、該電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記他方の光端子から出射される前記監視対象の光信号を受けて前記光電変換段階で前記電気信号に変換して出力する前記光パルス信号として出射させる光カプラを準備する段階とを含み、

前記サンプリング用光パルスの入射によって前記電界吸収型光変調器の相互吸収飽和特性により吸収率を低下させ、前記監視対象の光信号を前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記他方の光端子側へ通過させることにより、サンプリングを行うことを特徴とする光信号品質モニタ方法。

- [8] 前記光サンプリング段階は、前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記他方の光端子に入射されるサンプリング用光パルスが前記監視対象の光信号の伝送路へ漏れるのを防ぐために、

前記電界吸収型光変調器の前記2つの光端子の前記一方の光端子に挿入されている第2の光カプラを準備する段階と、

前記サンプリング用光パルスを前記第2の光カプラを介して終端する光終端器を準備する段階とをさらに含むことを特徴とする請求項7に記載の光信号品質モニタ方法。

- [9] 前記サンプリング用光パルス発生段階は、

前記サンプリング用光パルスの周期に対応した周期 T_s を有する安定な信号を生成するシンセサイザ構成の基準信号発生器を準備する段階と、

前記基準信号発生器によって生成される前記周期 T_s を有する安定な信号を M (M は複数) 逡倍した信号として出力する逡倍器を準備する段階と、

連続光を出射する光源を準備する段階と、

前記逡倍器から出力される前記 M 逡倍した信号によって前記光源から出射される前記連続光を変調することにより、周期 T_s/M を有する光パルスを出射する光変調器を準備する段階と、

前記光変調器から出射される前記光パルスを $1/M$ に間引いて、周期 T_s を有する光パルスに変換する光ゲート回路を準備する段階と、

前記光ゲート回路により変換された前記周期を有する光パルスについてそのパルス幅をさらに狭めて、前記サンプリング用光パルスとして出射する分散減少ファイバを準備する段階とを含むことを特徴とする請求項7に記載の光信号品質モニタ方法。

- [10] 前記監視対象の光信号を変調している前記データ信号のクロック周期 T_c 又はそのビットレートと前記所定オフセット時間 ΔT の情報を受けて、前記サンプリング用光パルスのサンプリング周期 T_s を、

$$T_s = N \cdot T_c + \Delta T$$

(ここで、 N の値は、前記データ信号のクロック周期 T_c と前記サンプリング用光パルス発生段階で出力可能な信号の周波数可変範囲によって決まる)

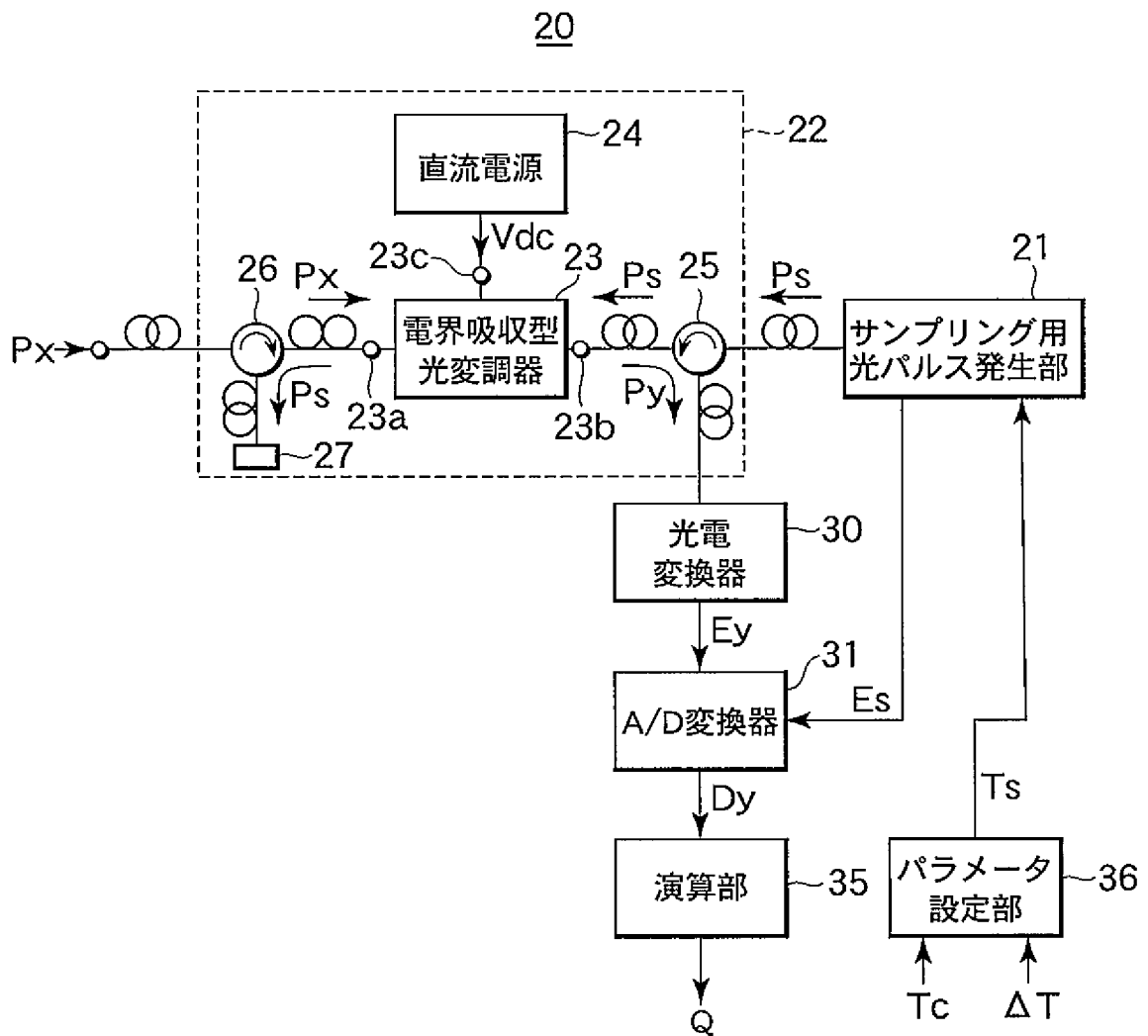
の演算で求めて、前記サンプリング用光パルス発生部に設定するパラメータ設定部を準備する段階さらに含むことを特徴とする請求項7に記載の光信号品質モニタ方法。

- [11] 前記光電変換段階によって出力された前記電気信号を前記サンプリング用光パルスと同期したサンプリングクロックによってサンプリングすることにより、デジタル値に変換してデータ信号として出力するアナログ／デジタル(A/D)変換段階をさらに含み、

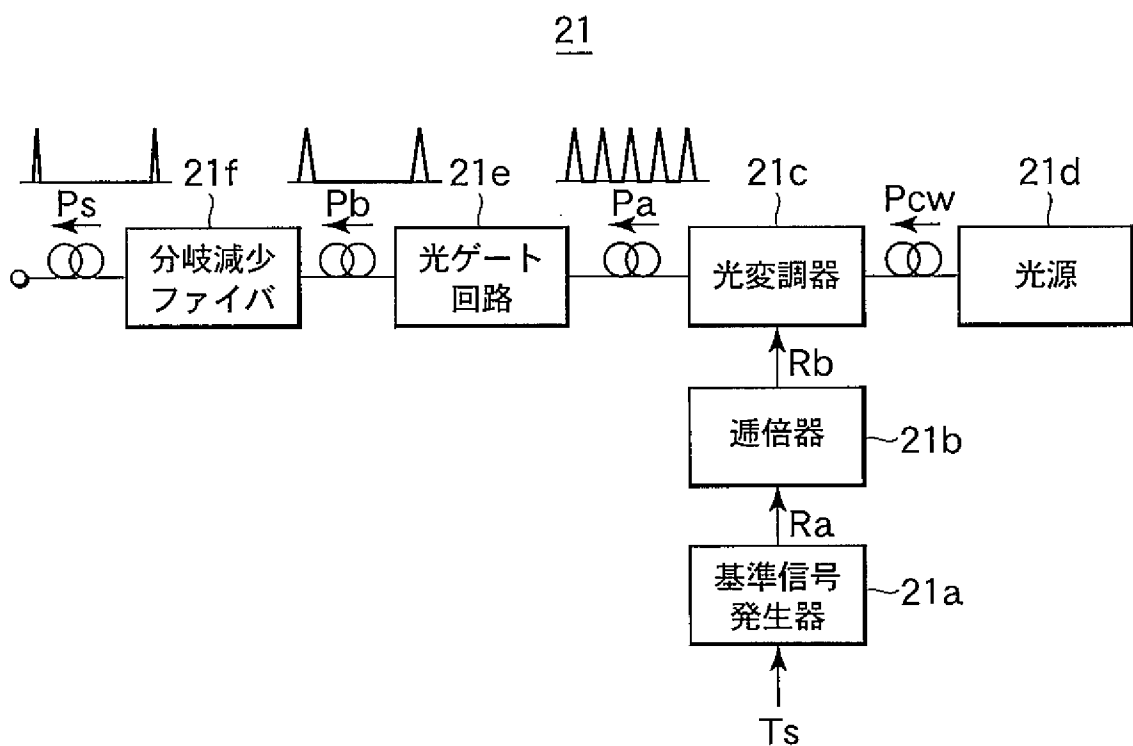
前記演算段階は、前記A/D変換段階により出力される前記データ信号に基づいて、前記監視対象の光信号の品質を表す値を算出することを特徴とする請求項7に記載の光信号品質モニタ方法。

- [12] 前記演算段階は、前記データ信号を所定のしきい値と比較して、データ「1」に属するサンプル値と、データ「0」に属するサンプル値とに分け、それぞれのデータについてのサンプル値群の平均値、標準偏差を求め、その平均値の差 μ と標準偏差の和 γ の比 μ / γ を品質値 Q として求めることを特徴とする請求項11に記載の光信号品質モニタ方法。

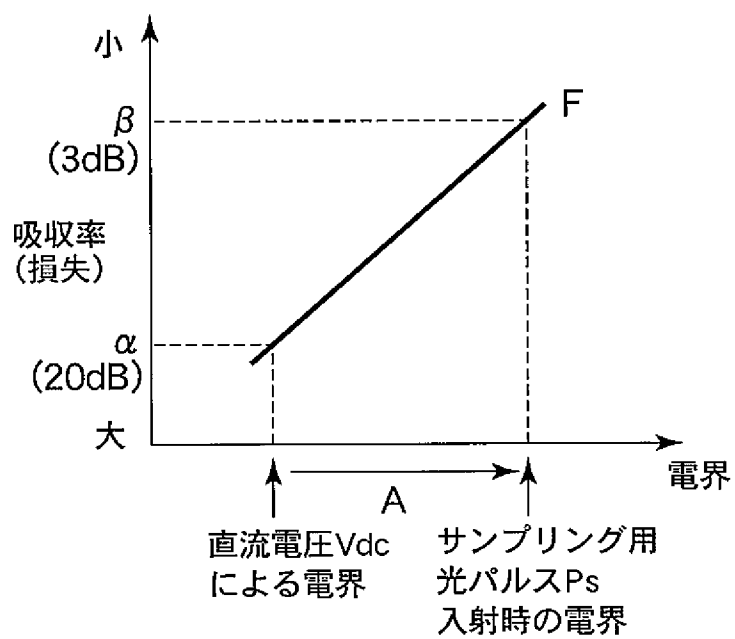
[図1]



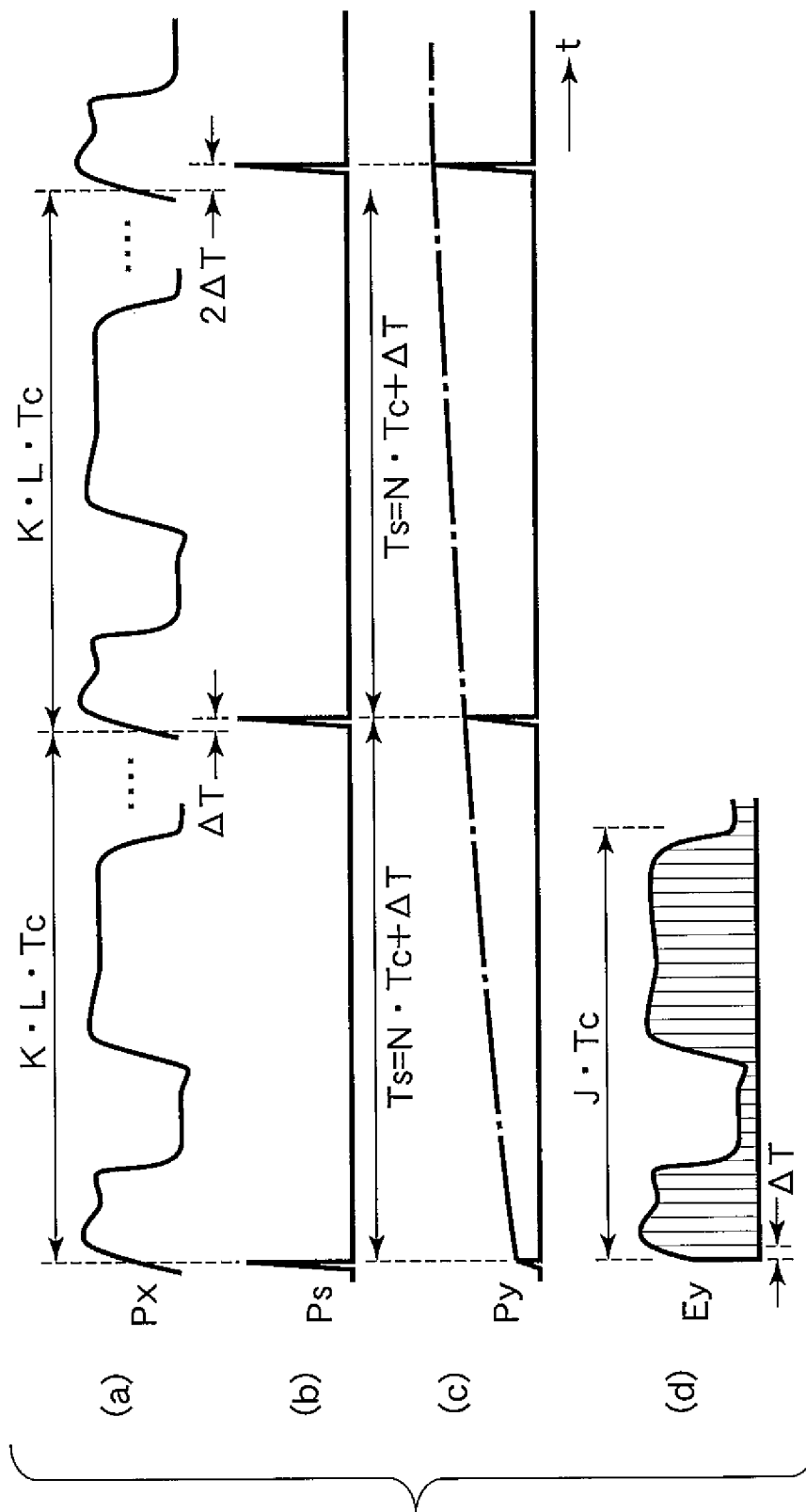
[図2]



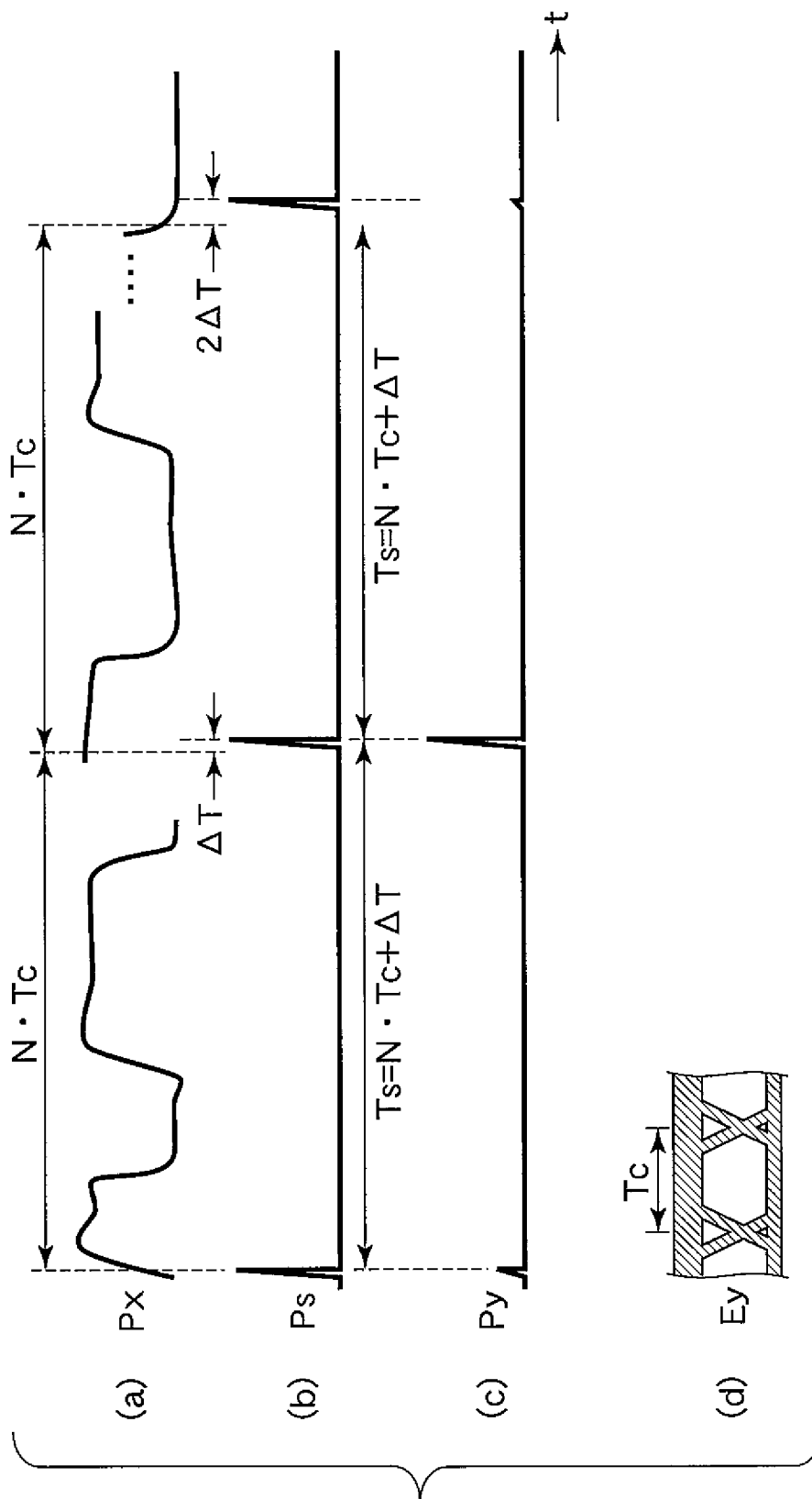
[図3]



[図4]

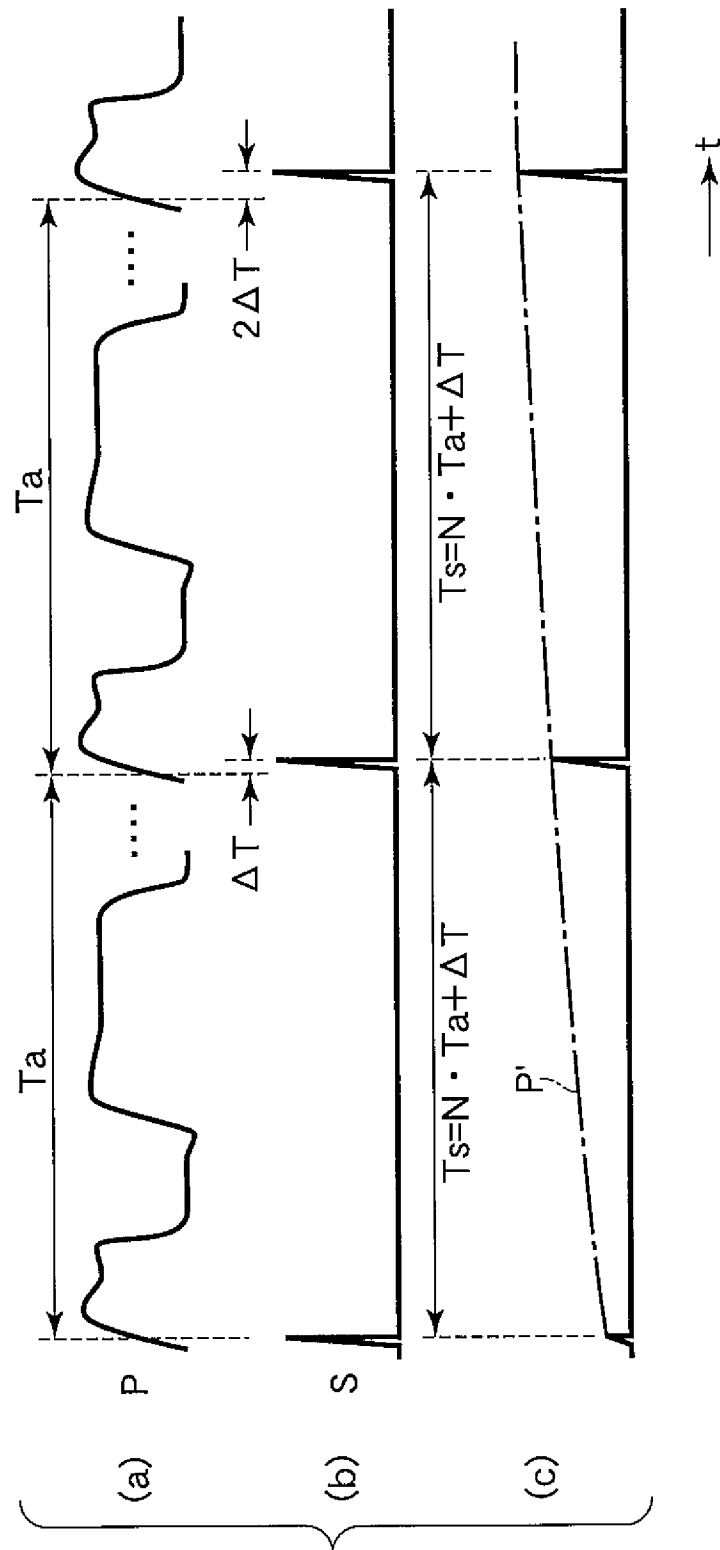


[図5]



[図6]

(従来技術)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/073877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J11/00(2006.01)i, G01M11/02(2006.01)i, G02F1/015(2006.01)i H04B10/02(2006.01)i, H04B10/04(2006.01)i, H04B10/06(2006.01)i, H04B10/08(2006.01)i, H04B10/142(2006.01)i, H04B10/152(2006.01)i, H04B10/18(2006.01)i

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)

G01J11/00, G01J1/00-1/02, G01J1/42-1/44, G01M11/00-11/02, G01R13/34, G01R29/02, G02F1/015, H04B3/46, H04B10/02, H04B10/04, H04B10/06, H04B10/08, H04B10/142, H04B10/152, H04B10/18, H04B17/00-17/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
Y	JP 2004-286511 A (Anritsu Corp.), 14 October, 2004 (14.10.04), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none)	1-12
Y	JP 2005-70698 A (National Institute of Information and Communications Technology), 17 March, 2005 (17.03.05), Full text; Figs. 1 to 4 & US 2005/0047788 A1	1-12
Y	JP 2003-90766 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 28 March, 2003 (28.03.03), Full text; Figs. 1 to 17 & US 2003/0011837 A1 & EP 1276253 A2	11-12



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
29 February, 2008 (29.02.08)

Date of mailing of the international search report
18 March, 2008 (18.03.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/073877

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-222252 A1 (NEC Corp.), 05 August, 2004 (05.08.04), Full text; Figs. 1 to 25 & US 2004/0131369 A1	1-12
A	JP 11-223575 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 17 August, 1999 (17.08.99), Full text; Figs. 1 to 20 & US 6396601 B1 & EP 920150 A2	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01J 11/00(2006.01)i, G01M 11/02(2006.01)i, G02F 1/015(2006.01)i, H04B 10/02(2006.01)i, H04B 10/04(2006.01)i, H04B 10/06(2006.01)i, H04B 10/08(2006.01)i, H04B 10/142(2006.01)i, H04B 10/152(2006.01)i, H04B 10/18(2006.01)i

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))

Int.Cl. G01J 11/00, G01J 1/00-1/02, G01J 1/42-1/44, G01M 11/00-11/02, G01R 13/34, G01R 29/02, G02F 1/015, H04B 3/46, H04B 10/02, H04B 10/04, H04B 10/06, H04B10/08, H04B 10/142, H04B 10/152, H04B 10/18, H04B 17/00-17/02

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 1971-2008年
日本国実用新案登録公報 1996-2008年
日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号
Y	J P 2004-286511 A (アンリツ株式会社) 2004.10.14, 全文, 第1-14図 (ファミリーなし)	1-12
Y	J P 2005-70698 A (独立行政法人情報通信研究機構) 2005.03.17, 全文, 第1-4図 & US 2005/0047788 A1	1-12

☒ 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。

* 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矛盾するものではなく、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

29.02.2008

国際調査報告の発送日

18.03.2008

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

平田 佳規

2W

9807

電話番号 03-3581-1101 内線 3291

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-90766 A (日本電信電話株式会社) 2003.03.28, 全文, 第1-17図 & US 2003/0011837 A1 & EP 1276253 A2	11-12
A	JP 2004-222252 A1 (日本電気株式会社) 2004.08.05, 全文, 第1-25図 & US 2004/0131369 A1	1-12
A	JP 11-223575 A (日本電信電話株式会社) 1999.08.17, 全文, 第1-20図 & US 6396601 B1 & EP 920150 A2	1-12