

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4632652号
(P4632652)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 9/12 (2006.01) H O 4 L 9/00 6 3 1

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-351461 (P2003-351461)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成15年10月10日(2003.10.10)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2005-117512 (P2005-117512A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成17年4月28日(2005.4.28)	(74) 代理人	100109313
審査請求日	平成17年2月21日(2005.2.21)		弁理士 机 昌彦
審判番号	不服2008-7545 (P2008-7545/J1)	(74) 代理人	100121290
審判請求日	平成20年3月27日(2008.3.27)		弁理士 木村 明隆
		(74) 代理人	100160554
			弁理士 浅井 俊雄
		(72) 発明者	田島 章雄
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 量子暗号鍵配布システム及びそれに用いる同期方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信者ユニットにおいて受信者ユニットからの光パルスを変調し、その変調した光パルスの偏光をファラデーミラーを用いて90度回転させて前記受信者ユニット側に反射し、前記受信者ユニットにおいて前記送信者ユニットで反射された光パルスを位相変調した後、に干渉させて受信器で受信する量子暗号鍵生成システムの伝送路を含む量子暗号鍵配布システムであって、

前記受信者ユニットと前記送信者ユニットとの間において前記伝送路往復を用いて構成された位相同期ループを有し、

前記位相同期ループは、前記受信者ユニットを主クロック源とし、前記主クロック源から出力されるクロック信号を、前記送信者ユニットから、前記伝送路を介して前記受信者ユニットに送り返す構成であり、

前記送信者ユニットは、前記受信者ユニットから受取った前記クロック信号に従属して動作し、

前記受信者ユニットは、前記受信者ユニットから前記送信者ユニットへと送り出す前記クロック信号と前記送信者ユニットから前記受信者ユニットへと戻って入力する前記クロック信号との位相関係が一定となるように制御することを特徴とする量子暗号鍵配布システム。

【請求項2】

前記位相同期ループは、前記受信者ユニットから前記送信者ユニットを介して前記受信

者ユニットに戻る系で構成することを特徴とする請求項 1 記載の量子暗号鍵配布システム。

【請求項 3】

前記伝送路の遅延が変動しても前記伝送路の中のクロック数を常に一定の正数であるように前記主クロック源の周波数を制御することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の量子暗号鍵配布システム。

【請求項 4】

前記送信者ユニットからの光パルスだけを変調する位相変調器を前記受信者ユニットに含み、前記送信者ユニットと前記受信者ユニットとを同期して動作させることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載の量子暗号鍵配布システム。

10

【請求項 5】

前記主クロック源からのクロック信号を分周してフレームパルス生成する分周器を前記送信者ユニットに含み、前記分周器からの前記フレームパルスを前記クロック信号とは独立に前記受信者ユニットに送出することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか記載の量子暗号鍵配布システム。

【請求項 6】

送信者ユニットにおいて受信者ユニットからの光パルスを変調し、その変調した光パルスの偏光をファラデーミラーを用いて 90 度回転させて前記受信者ユニット側に反射し、前記受信者ユニットにおいて前記送信者ユニットで反射された光パルスを位相変調した後干渉させて受信器で受信する量子暗号鍵生成システムの伝送路を含む量子暗号鍵配布システムに用いる同期方法であって、

20

前記受信者ユニットと前記送信者ユニットとの間において前記伝送路往復を用いて位相同期ループを構成し、

前記位相同期ループは、前記受信者ユニットを主クロック源とし、前記主クロック源から出力されるクロック信号を、前記送信者ユニットから、前記伝送路を介して前記受信者ユニットに送り返す構成であり、

前記送信者ユニットは、前記受信者ユニットから受取った前記クロック信号に従属して動作し、

前記受信者ユニットは、前記受信者ユニットから前記送信者ユニットへと送り出す前記クロック信号と前記送信者ユニットから前記受信者ユニットへと戻って入力する前記クロック信号との位相関係が一定となるように制御することを特徴とする同期方法。

30

【請求項 7】

前記位相同期ループは、前記受信者ユニットから前記送信者ユニットを介して前記受信者ユニットに戻る系で構成することを特徴とする請求項 6 記載の同期方法。

【請求項 8】

前記伝送路の遅延が変動しても前記伝送路の中のクロック数を常に一定の正数であるように前記主クロック源の周波数を制御することを特徴とする請求項 6 または請求項 7 記載の同期方法。

【請求項 9】

前記受信者ユニット内の位相変調器で前記送信者ユニットからの光パルスだけを変調し、前記送信者ユニットと前記受信者ユニットとを同期して動作させることを特徴とする請求項 6 から請求項 8 のいずれか記載の同期方法。

40

【請求項 10】

前記送信者ユニット内の分周器で前記主クロック源からのクロック信号を分周してフレームパルス生成し、そのフレームパルスを前記クロック信号とは独立に前記受信者ユニットに送出することを特徴とする請求項 6 から請求項 9 のいずれか記載の同期方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は量子暗号鍵配布システム及びそれに用いる同期方法に関し、特に量子暗号通信

50

システムにおいて用いる量子暗号鍵の配布方法に関する。

【背景技術】

【0002】

量子暗号鍵配布システムでは、H i s e n b e r gの不確定性原理に基づいて送信者ユニット（以下、アリスとする）と受信者ユニット（以下、ボブとする）の間での盗聴を高い確率で検出することが可能である。よって、量子暗号鍵配布システムでは盗聴されたことを検出することができるので、配布した鍵が安全であるかどうかは明確にわかる。つまり、量子暗号鍵配布システムでは配布された安全な鍵を絶対安全性が証明されているバーナム（V e r n a m）暗号の鍵として用いることによって高度な安全性を得ることができる。

10

【0003】

次に、量子暗号鍵配布システムの鍵共有フローの一例として位相干渉を用いた場合（B B 8 4 : B e n n e t t B r a s s a r d 8 4）について簡単に説明する。ここで、量子チャネルとは、アリスからボブへ送信する光パワーが1 p h o t o n / b i t以下の微弱な状態の通信チャネルを示し、古典チャネルとは通常の光パワー領域での通信チャネルを示している。

【0004】

この鍵共有フローは、図4に示すように、

（1）アリスで暗号鍵の元データとなるランダムデータビットAと、変調時の基底（+基底、X基底）（基底情報A）となるランダムデータによって位相変調データを生成して記憶する。

20

（2）アリスで光パルス有位相変調データによって位相変調し、量子チャネルを介してボブに送信する。

（3）ボブでもランダムな基底（+基底、X基底）データに基づいてアリスからの光パルスを位相変調し、干渉計を経て受信する。

（4）ボブで受信することができた光データビットBとその時の基底とを記憶し（基底情報B）、アリスへ古典チャネルを介して送信する。

（5）アリスではボブから送られた基底情報Bと記憶していた基底情報Aとを比較し、ランダムデータビットAのうちの基底の合わないビットを破棄する。

（6）アリスからボブへ、ランダムデータビットAのうちの破棄されずに残ったビットのビット番号を古典チャネルを介して送信する。

30

（7）ボブではアリスから送られてきたビット番号以外の光データビットBを破棄する。

（8）アリスとボブとは暗号化鍵データを共有する。

【0005】

以上のように、アリスとボブとでは鍵データを共有するために、ビット単位での同期を確立することが必要である。しかしながら、量子暗号鍵配布システムは、従来の光通信と大きく異なり、光パワーレベルが単一光子（S i n g l e P h o t o n）レベルと微小であるため、量子チャネルを利用して従来の光通信のようなクロック抽出を行うことは不可能である。

40

【0006】

【特許文献1】特表平08-505019号公報

【特許文献2】特開昭63-107323号公報

【非特許文献1】“Automated ‘plug & play’ quantum key distribution” (G. Ribordy, J. D. Gautier, O. Guinnard and H. Zbinden, ELECTRONICS LETTERS 29th October 1998 Vol. 34 No. 22 pp. 2116 - 2117)

【非特許文献2】“Plug & Play” systems for quantum cryptography (A. Muller, T. Herzog, B. Hut

50

tner, W. Tittel, H. Zbinden and N. Gisin, Appl. Phys. Lett. 70 (7), 17 February 1997, pp. 793 - 795)

【非特許文献3】“interferometry with Faraday mirrors for quantum cryptography” (H. Zbinden, J. D. Gautier, N. Gisin, B. Huttner, A. Muller and W. Tittel, ELECTRONICS LETTERS 27th March 1997 Vol. 33 No. 7 pp. 586 - 588)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

量子暗号鍵配布システムのうち、上記の非特許文献1～3に記載され、ジュネーブ大で提案された Plug & Play方式 (図5参照) は、光ファイバ伝送路における偏光の揺らぎを補償することができるため、偏光に敏感な量子暗号鍵配布システムを実用化するための方式として期待されている。

【0008】

この Plug & Play方式では、ボブからアリスへ光パルスが送られてアリスで変調された後、ボブへファラデーミラーを用いて偏光を90度回転させて反射する。ボブではアリスから反射された光パルスを位相変調した後に干渉させて受信器で受信する。その際、ボブではアリスへ送る光パルスに対して変調を行わず、アリスから送られてきた光パルスのみを変調することが必要である。

20

【0009】

この方式では、

(1) ボブから送られた光パルスをパルスに合わせてアリスで変調する時 (光ファイバ伝送路の遅延変動に追従する必要)

(2) アリスから反射されてきた光パルスをボブで変調する時 (光ファイバ伝送路の遅延変動に追従する必要)、但し、同時にアリスへ送る光パルスは変調しない、すなわちボブ アリスの光パルスとアリス ボブの光パルスとはボブの位相変調器へ同じタイミングで入力しない

(3) ボブで光パルスを受信する時、受信器に印可するバイアスを受信光パルスに合わせる (ガイガーモードでの超高感度受信)

30

という同期が必要である。

【0010】

また、量子暗号鍵配布システムでは、基底情報のやりとりにおいてもビット単位での同期を確立することが必要である。しかしながら、量子暗号鍵配布システムでは、従来の光通信と大きく異なり、光パワーレベルが単一光子レベルと微少であるため、量子チャネルを利用して従来の光通信のようなクロック抽出を行うことは不可能である。

【0011】

そこで、古典チャネルを利用してビット同期やフレーム同期、その他システムの較正を行う方法が提案されている (例えば、特許文献1参照)。この方法では、図6に示すように、アリス700からボブ800に対して較正信号を送るため、ボブ800がアリス700に対して追従して同期することになる。

40

【0012】

しかしながら、Plug & Playシステムでは、上記の(2)で説明したように、ボブで位相変調するのはアリスから反射されてきた光パルスのみで、ボブからアリスへの光パルスは変調しない。

【0013】

上記の特許文献1の方法では、ボブがアリスに対して同期するため、伝送路の遅延変動が生じて、アリスから反射されてきた光パルスがボブへ到着するタイミングが変動しても、ボブで変調するタイミングでは変動に追従することができるが、ボブからアリスに送り

50

出す光パルスについては一切制御することができない。

【0014】

このため、伝送路の遅延量によってはボブ アリスの光パルスとアリス ボブの光パルスがボブの位相変調器へ同じタイミングで入力することがあるため、Plug & Play システムを実現することが不可能である。

【0015】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、送信者ユニットと受信者ユニットとの同期を確立し、受信者ユニットから出力する光パルスと送信者ユニットから受信者ユニットに返ってくる光パルスとの位相関係を常に一定とすることができる量子暗号鍵配布システム及びそれに用いる同期方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明による量子暗号鍵配布システムは、送信者ユニットにおいて受信者ユニットからの光パルスを変調し、その変調した光パルスの偏光をファラデーミラーを用いて90度回転させて前記受信者ユニット側に反射し、前記受信者ユニットにおいて前記送信者ユニットで反射された光パルスを位相変調した後に干渉させて受信器で受信する量子暗号鍵生成システムの伝送路を含む量子暗号鍵配布システムであって、

前記受信者ユニットと前記送信者ユニットとの間において前記伝送路往復を用いて構成された位相同期ループを備え、

前記位相同期ループは、前記受信者ユニットを主クロック源とし、前記主クロック源から出力されるクロック信号を、前記送信者ユニットから、前記伝送路を介して前記受信者ユニットに送り返す構成であり、

前記送信者ユニットは、前記受信者ユニットから受取ったクロック信号に従属して動作している。

【0017】

本発明による同期方法は、送信者ユニットにおいて受信者ユニットからの光パルスを変調し、その変調した光パルスの偏光をファラデーミラーを用いて90度回転させて前記受信者ユニット側に反射し、前記受信者ユニットにおいて前記送信者ユニットで反射された光パルスを位相変調した後に干渉させて受信器で受信する量子暗号鍵生成システムの伝送路を含む量子暗号鍵配布システムに用いる同期方法であって、

前記受信者ユニットと前記送信者ユニットとの間において前記伝送路往復を用いて位相同期ループを構成し、

前記位相同期ループは、前記受信者ユニットを主クロック源とし、前記主クロック源から出力されるクロック信号を、前記送信者ユニットから、前記伝送路を介して前記受信者ユニットに送り返す構成であり、

前記送信者ユニットは、前記受信者ユニットから受取ったクロック信号に従属して動作している。

【0018】

すなわち、本発明の量子暗号鍵配布システムは、受信者ユニットからの光パルスを送信者ユニットで変調し、その変調した光パルスの偏光をファラデーミラーを用いて90度回転させて反射し、受信者ユニットにおいて送信者ユニットで反射された光パルスを位相変調した後に干渉させて受信器で受信するPlug & Play量子暗号鍵生成システムの伝送路を含み、受信者ユニットと送信者ユニットとの全体で位相同期ループを構成している。本発明の量子暗号鍵配布システムは、上記の構成において、受信者ユニットが主クロック源となり、送信者ユニットが伝送路を介して受信者ユニットに従属することを特徴とする。

【0019】

また、本発明の量子暗号鍵配布システムでは、受信者ユニット 送信者ユニット 受信者ユニットという系で位相同期ループを構成し、伝送路の遅延が変動しても伝送路の中のクロック数(波数)が常に一定の正数であるように周波数を制御している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

これによって、本発明の量子暗号鍵配布システムでは、送信者ユニットと受信者ユニットとの同期を確立し、受信者ユニットから出力する光パルスと送信者ユニットから受信者ユニットに返ってくる光パルスとの位相関係を常に一定とすることが可能となる。

【 0 0 2 1 】

したがって、本発明の量子暗号鍵配布システムでは、送信者ユニットと受信者ユニットとが同期して動作する上に、受信者ユニットの中での位相変調器で送信者ユニットからの光パルスだけを変調することが可能となるので、P l u g & P l a y方式による量子暗号鍵生成システムが実現可能となる。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 2 2 】

本発明は、以下に述べるような構成及び動作とすることで、送信者ユニットと受信者ユニットとの同期を確立し、受信者ユニットから出力する光パルスと送信者ユニットから受信者ユニットに返ってくる光パルスとの位相関係を常に一定とすることができるという効果が得られる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 3 】

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例による量子暗号鍵配布システムの構成を示すブロック図である。図1において、本発明の一実施例による量子暗号鍵配布システムは送信側の量子ユニット[以下、アリス(Alice)]100と、受信側の量子ユニット[以下、ボブ(Bob)]200と、アリス100とボブ200とを接続する光ファイバ伝送路400と、周波数同期部300と、折り返し部500とによって構成されている。

20

【 0 0 2 4 】

アリス100とボブ200とは量子チャネル401を介して暗号鍵を生成する。周波数同期部300は電圧制御発信器[VCO(Voltage Controlled Oscillator)]301と、低域通過フィルタ[LPF(Low Pass Filter)]302と、位相検出器(Phase Det)303とによって構成されている。

【 0 0 2 5 】

30

周波数同期部300から出力される出力クロック信号304は光ファイバ伝送路400中の古典チャネル402を介してアリス100へ送られると同時に、折り返し部500から折り返されて再び光ファイバ伝送路400中の古典チャネル402を介してボブ200に送られる。

【 0 0 2 6 】

この時、ボブ200では出力クロック信号304とボブ200から折り返して返ってきた折り返しクロック信号305との位相差を位相検出器303において検出する。位相検出器303では検出した位相差に応じた信号を出力し、低域通過フィルタ302で高周波成分をカットし、電圧制御発信器301を制御する。

【 0 0 2 7 】

40

この系によって光ファイバ伝送路400を介して、アリス100とボブ200との同期、それもアリス100 - ボブ200間のクロック波数が一定の正数であるものを実現することができる。

【 0 0 2 8 】

図2に詳しい構成のブロック図を示す。この構成では量子チャネル401(波長 1)と同期クロック信号用古典チャネル402(波長 2, 3)とは別波長を用い、波長多重分離器601, 602を介して光ファイバ伝送路400に接続されている。

【 0 0 2 9 】

アリス100は位相変調器(Phase Mod. A)111と、変調器駆動回路(Drv.)112と、遅延調整回路(D)113と、ファラデーミラー(Faraday

50

Mirror) 120と、光減衰器(Att.) 130とによって構成されている。

【0030】

ボブ200はパルス光源であるレーザ[L D(L a s e r D i o d e)] 211と、レーザ駆動回路212と、光減衰器(Att.) 213と、光カップラ406と、光サーキュレータ250と、Short Path 404と、Long Path 405と、位相変調器(Phase Mod. B) 221と、変調器駆動回路(Drv.) 222と、遅延調整回路(D) 223と、PBS(Polarization Beam Splitter) 230と、APD(Avalanche Photo Diode) 241, 242と、APDバイアス回路(Drv.) 243と、遅延調整回路(D) 244とによって構成されている。尚、Short Path 404及びLong Path 405は偏波保存ファイバ、光サーキュレータ250、光カップラ406は偏波保存型である。

10

【0031】

パルス光源であるレーザ211は周波数同期部300から供給されるクロックに同期して光パルスを出力する。この光パルスは光カップラ406によってShort Path 404、Long Path 405に分離され、PBS 230によって合波され、波長合分波器602、光ファイバ伝送路400、波長合分波器601を経てアリス100へ到達する。この時、位相変調器221では光パルスに対して位相変調を行わないように、遅延調整部223が設定されている。

【0032】

アリス100ではボブ200のLong Path 405を経た光パルスのみを位相変調器111で変調する。位相変調器111を駆動する信号は、同期クロックの折り返し部500より供給されるクロックに同期している。このクロックはボブ200の周波数同期部300に同期し、光ファイバ伝送路400の遅延変動に追従しているため、到着した光パルスに同期して位相変調を行うことができる。

20

【0033】

光パルスはファラデーミラー120で位相が90°回転されて反射され、光減衰器130で1 photon/bit以下のパワーに減衰され、波長合分波器601を経て光ファイバ伝送路400へと送出される。光ファイバ伝送路400を通った光パルスは波長合分波器602を経てボブ200へと入力する。

【0034】

光パルスはPBS 230でShort Path 404、Long Path 405に分離されるが、ファラデーミラー120で位相が90°回転されているため、ボブ200からアリス100へ送る際に、Short Path 404を通った光パルスはLong Path 405を通り、Long Path 405を通った光パルスはShort Path 404を通る。

30

【0035】

位相変調器221はLong Path 405に挿入されているため、ボブ200からアリス100へと送る際に、Short Path 404を通った光パルスを位相変調器221で変調することになる。すなわち、ボブ200からアリス100へと送る際に、Long Path 405を通った光パルスはアリス100で位相変調、ボブ200からアリス100へと送る際に、Short Path 404を通った光パルスはボブ200で位相変調されることになる。

40

【0036】

ボブ200からアリス100へと送る際に、Long Path 405を通った光パルスも、Short Path 404を通った光も往復で通る経路長は同一なので、両者は同時に光カップラ406に入力されて干渉することになる。アリス100での変調位相とボブ200での変調位相とが同一であれば、光パルスはAPD 241へ出力され、位相差がπであれば、APD 242に出力されることになる。

【0037】

これらの状態はアリス100とボブ200との基底が一致していることになる。一方、

50

位相差が $\pi/2$ または $3\pi/2$ の時には出力がどうなるかが一意に定まらない。これらの状態はアリス 100 とボブ 200 との基底が不一致となっていることになる。

【0038】

ボブ 200 の位相変調器 221 を駆動する信号は、周波数同期部 300 に同期しているので、光ファイバ伝送路 400 における遅延変動を有する光パルスに同期して位相変調を行うことができる。ボブ 100 からアリス 200 へと送り出すクロック信号と、アリス 100 からボブ 200 へと戻って入力するクロック信号とのタイミングは常に一定となるように周波数制御を行う構成なので、位相変調器 221 では戻ってきた光のみに位相変調を行うように初期設定すれば、光ファイバ伝送路 400 の遅延が変動しても同じ状態を維持することができる。

10

【0039】

APD バイアス回路 243 もまた、周波数同期部 300 に同期しているので、光ファイバ伝送路 400 における遅延変動を有する光パルスに同期して APD 241, 242 にバイアスを加えることができる。

【0040】

このように、本実施例では、アリス 100 とボブ 200 との同期を確立し、ボブ 200 から出力する光パルスとアリス 100 からボブ 200 に帰ってくる光パルスとの位相関係を常に一定とすることができる。したがって、本実施例では、アリス 100 とボブ 200 とが同期して動作する上に、ボブ 200 中の位相変調器 221 でアリス 100 からの光パルスだけを変調することが可能となるので、Plug & Play 方式による量子暗号鍵生成システムを実現することができる。

20

【0041】

図 3 は本発明の他の実施例による量子暗号鍵配布システムの構成を示すブロック図である。図 3 において、本発明の他の実施例による量子暗号鍵配布システムは、クロック同期だけでなく、暗号鍵生成過程におけるフレーム同期を実現するための構成をとっている。

【0042】

つまり、本発明の他の実施例による量子暗号鍵配布システムは、アリス側に分周器 (1/N) 20 と量子暗号鍵生成器 11 とを追加し、ボブ側に量子暗号鍵生成器 12 を追加した以外は図 1 に示す本発明の一実施例による量子暗号鍵配布システムと同様の構成となっており、同一構成要素には同一符号を付してある。ここで、量子暗号鍵生成器 11, 12 は上述した量子暗号鍵配布方式 (BB84: Bennett Brassard 84) によるものである (図 4 参照)。

30

【0043】

本実施例ではクロック同期だけでなく、さらに図 4 に示すようなアリス - ボブ間での基底情報のやりとり、基底の一致しないビットの廃棄等の暗号鍵生成過程におけるフレーム同期 (どこのビットから比較するかを揃えるためのもの) が実現できるような構成である。

【0044】

また、本実施例では、図 1 で説明したような方法で同期したクロックをアリスの分周器 20 で分周してフレームパルスを作り出し、このフレームパルスをボブにクロックとは別に送ることで、フレーム同期を行っている。

40

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明は、防衛、外交、金融等のデータ通信上において高度な安全性が要求される分野に適用することが可能であり、基本周波数を N 分周したものの同士によって位相同期を検出する方法にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】本発明の一実施例による量子暗号鍵配布システムの構成を示すブロック図である。

50

【図2】本発明の一実施例による量子暗号鍵配布システムの詳細な構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の他の実施例によるクロック同期だけでなく、暗号鍵生成過程におけるフレーム同期を実現するための構成を示す図である。

【図4】量子暗号鍵配布システムの鍵共有フローの一例を示す図である。

【図5】Plug & Play方式の量子暗号鍵配布システムを説明するための図である。

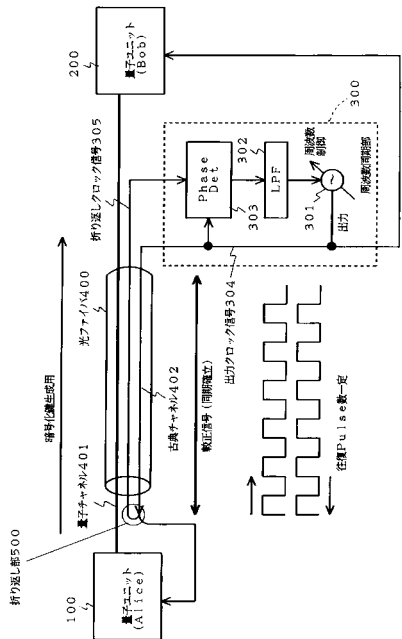
【図6】古典チャネルを利用してビット同期やフレーム同期、その他システムの較正を行う方法を示す図である。

【符号の説明】

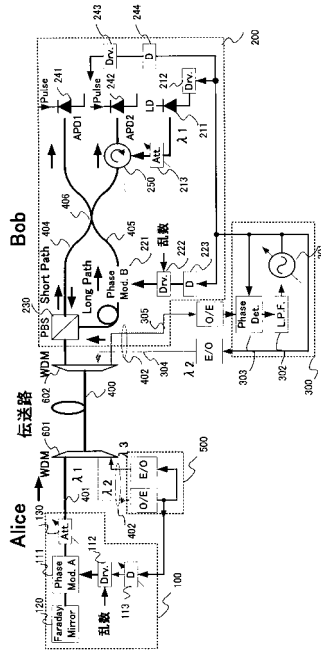
【0047】

	1 0 0	送信側の量子ユニット	
	1 1 1 , 2 2 1	位相変調器	
	1 1 2 , 2 2 2	変調器駆動回路	
1 1 3 , 2 2 3 , 2 4 4		遅延調整回路	
	1 2 0	ファラデーミラー	
1 3 0 , 2 1 3		光減衰器	
	2 0 0	受信側の量子ユニット	
	2 1 1	レーザ	
	2 1 2	レーザ駆動回路	
	2 3 0	P B S	20
2 4 1 , 2 4 2		A P D	
	2 4 3	A P D バイアス回路	
	2 5 0	光サーキュレータ	
	3 0 0	周波数同期部	
	3 0 1	電圧制御発信器	
	3 0 2	低域通過フィルタ	
	3 0 3	位相検出器	
	3 0 4	出力クロック信号	
	3 0 5	折り返しクロック信号	
	4 0 0	光ファイバ伝送路	30
	4 0 1	量子チャネル	
	4 0 2	古典チャネル	
	4 0 4	S h o r t P a t h	
	4 0 5	L o n g P a t h	
	4 0 6	光カップラ	
	5 0 0	折り返し部	
6 0 1 , 6 0 2		波長多重分離器	

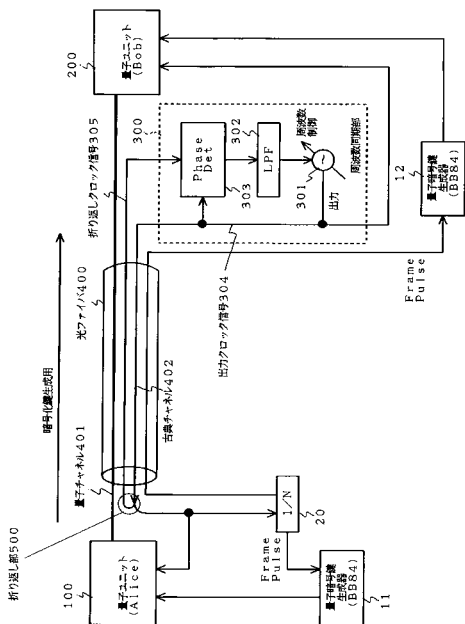
【図 1】



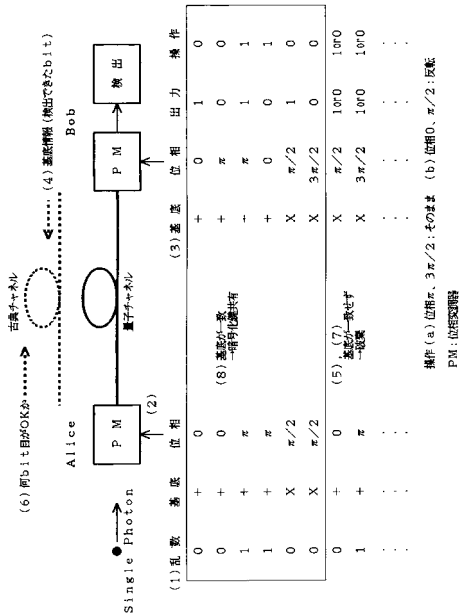
【図 2】



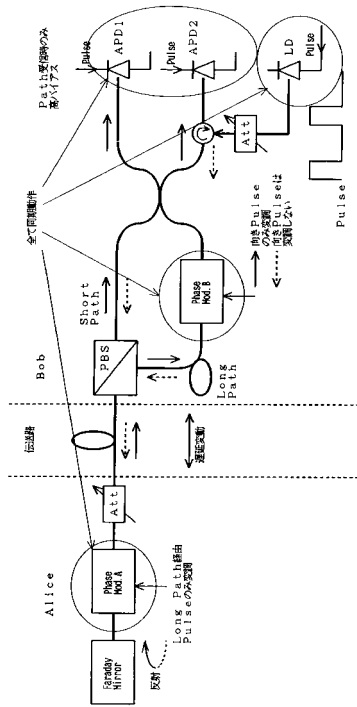
【図 3】



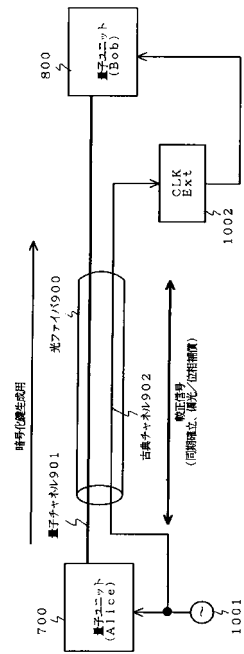
【図 4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

合議体

審判長 山崎 達也

審判官 清木 泰

審判官 富吉 伸弥

(56)参考文献 米国特許第6188768(US, B1)
特表平08-505019(JP, A)
特開昭63-107323(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 9/12