

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月8日(08.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/150347 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/073 (2013.01) *H04B 10/61* (2013.01)
G01M 11/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/006926
- (22) 国際出願日: 2017年2月23日(23.02.2017)
- (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 2016-038152 2016年2月29日(29.02.2016) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人情報通信研究機構
(NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND
COMMUNICATIONS TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒
1848795 東京都小金井市貫井北町4-2-1
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 稲垣 恵三(INAGAKI Keizo); 〒1848795 東
京都小金井市貫井北町4-2-1 国立研究開
発法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP). 川西 哲
也(KAWANISHI Tetsuya); 〒1848795 東京都小金井
市貫井北町4-2-1 国立研究開発法人情報
通信研究機構内 Tokyo (JP). 菅野 敦史(KANNO
Atsushi); 〒1848795 東京都小金井市貫井北町4-
2-1 国立研究開発法人情報通信研究機構内
Tokyo (JP). 山本 直克(YAMAMOTO Naokatsu); 〒

1848795 東京都小金井市貫井北町4-2-1
国立研究開発法人情報通信研究機構内 Tokyo
(JP).

(74) 代理人: 廣瀬 隆行(HIROSE Takayuki); 〒1040042
東京都中央区入船3-8-7 ザ・ロワイヤル
ビル3階 廣瀬国際特許事務所内 Tokyo (JP).

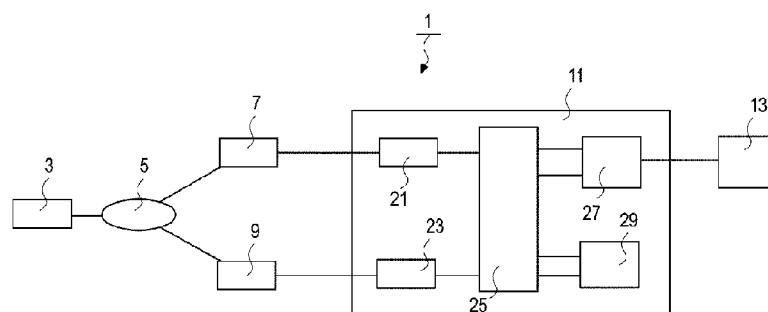
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,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

(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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: COMMON MODE REJECTION RATIO MEASUREMENT DEVICE FOR COHERENT OPTICAL RECEIVER, AND MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: コヒーレント光受信器の同相除去比測定装置、及び測定方法



(57) Abstract: [Problem] To provide a method and device capable of easily measuring the CMRR vs. frequency characteristics of an optical receiver. [Solution] Light having a measurement frequency (ω [hz]) is split into two different paths, and a first optical two-tone signal, which is signal light and has a frequency difference ($\omega - \Delta\omega$ [hz]), and a second optical two-tone signal, which is local light and has a frequency difference ($\omega + \Delta\omega$ [hz]), are obtained and input into a coherent receiver to be measured, wherein electrical signals output from the receiver are measured to obtain both the ratio of the intensity of a signal component having the frequency $\omega - \Delta\omega$ [hz] to the intensity of a signal component having the frequency ω [hz], which corresponds to the CMRR on the signal light side, and the ratio of the intensity of a signal component having the frequency $\omega + \Delta\omega$ [hz] to the intensity of the signal component having the frequency ω [hz], which corresponds to the CMRR on the local light side.

(57) 要約: 【解決課題】 光受信器のCMRRの周波数特性を簡単に測定できる方法や装置を提供する。【解決手段】 測定周波数 (ω [hz]) を有する光を分岐し、周波数差 ($\omega - \Delta\omega$ [hz]) を有する信号光である第1の光2トーン信号と、周波数差 ($\omega + \Delta\omega$ [hz]) を有する局発光である第2の光2トーン信号を得て、測定対象となるコヒーレント受信器に入力し、この受信器から出力される電気信号を測定すれば、周波数 ω [hz] の成分に対する周波数 $\omega - \Delta\omega$ [hz] の成分の信号強度比が、信号光側CMRRを与え、周波数 ω [hz] の成分に対する周波数 $\omega + \Delta\omega$ [hz] の成分の信号強度比が、局所光側CMRRを与える。

WO 2017/150347 A1

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

コヒーレント光受信器の同相除去比測定装置、及び測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、光２トーン光を用いたコヒーレント光受信器の同相除去比測定装置や方法に関する。

背景技術

[0002] 近年の光通信用コンポーネント開発は業界団体のO I F (Optical Internetworking Forum) の規格に沿って進められる。O I Fの最新の100Gbps用偏波多重集積型コヒーレント受信器規格(下記非特許文献1)内で定義されているCMRRは、バランス型PDを接続する前に個々のPDからの出力を測定し、定められた式で計算することとなっている。

[0003] キーサイト(旧アジレント)社は、コヒーレント測定技術のフォーラムにて、CMRRの周波数特性測定の必要性は認識しながら、具体的な測定ソリューションは未だ提供できていない(下記非特許文献2)。

[0004] 国際公開WO2013-057967号パンフレット(下記特許文献1)は、測定技術に関するものではないが、バランス型PDの後段の差動型トランスインピーダンスアンプ(TIA)の利得を自動調整し、CMRRの優れた光受信器に関するものである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開WO2013-057967号パンフレット

特許文献2：特開2012-37493号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Optical Internetworking Forum, "Implementation Agreement for Integrated Dual Polarization Intradyne Coherent Receivers," IA

OIF-DPC-RX-01.2, Nov. 2013.

非特許文献2：川上育夫、「アジレントに全部おまかせ！コヒーレント測定・完全解説」、Agilent Measurement Forum 2013, 1D6, July 2013.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] O I F の最新の 1 0 0 G b p s 用偏波多重集積型コヒーレント受信器規格は、個々の P D の出力を測定した後にバランス型 P D を後段の差動型トランスインピーダンスアンプ (T I A) に接続する。このため、T I A から出力される信号の C M R R は、接続部の誤差や差動 T I A の特性による影響を受けるので、測定値と異なるという問題がある。

[0008] 国際公開 W O 2 0 1 3 - 0 5 7 9 6 7 号パンフレットに記載された光受信器は、自動的に差動 T I A の利得を調整し、C M R R を高く保つものであるものの、差動 T I A の振幅のみを調整するものであるため、遅延時間差を調整できないという問題がある。

[0009] そこで、本発明は、光受信器の C M R R の周波数特性を簡単に測定できる方法や装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、測定対象であるコヒーレント光受信器内で振幅及び遅延時間を調整する方法や装置を提供し、これにより広帯域にわたり良好な C M R R 特定を有する光受信器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

[0010] 本発明は、基本的には、以下の知見に基づくものである。

測定周波数 (ω [h z]) を有する光を分岐し、周波数差 ($\omega - \Delta \omega$ [h z]) を有する信号光である第 1 の光 2 トーン信号と、周波数差 ($\omega + \Delta \omega$ [h z]) を有する局発光である第 2 の光 2 トーン信号を得て、測定対象となるコヒーレント受信器に入力し、この受信器から出力される電気信号を測定すれば、周波数 ω [h z] の成分に対する周波数 $\omega - \Delta \omega$ [h z] の成分の信号強度比が、信号光側 C M R R を与えること。

また、周波数 ω [h z] の成分に対する周波数 $\omega + \Delta \omega$ [h z] の成分の

信号強度比が、局所光側CMRRを与えること。

測定周波数 (ω [Hz]) を変化させながら、信号光側CMRR又は局所光側CMRRの測定を繰り返すことで、受信器のCMRR特性がわかること。

発明の効果

[0011] 本発明は、光受信器のCMRRの周波数特性を簡単に測定できる方法や装置を提供できる。

また、本発明は、測定対象であるコヒーレント光受信器内で振幅及び遅延時間を調整する方法や装置を提供し、これにより広帯域にわたり良好なCMRR特定を有する光受信器を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本発明のコヒーレント光受信器の同相除去比測定装置を示すブロック図である。

[図2]図2は、第1の光2トーン信号 (Sig) と第2の光2トーン信号 (LO) を概念的に記載した図である。

[図3]図3は、1チャンネル側の2トーン光を示す概念図である。

[図4]図4は、コヒーレント光受信器内のバランス型PDから出力される電気信号のスペクトルを示す概念図である。

[図5]図5は、バランス型PDから出力される電気信号に基づく1チャンネルの出力スペクトルを示す。

[図6]図6は、実施例における実験系の構成を示す概念図である。

[図7]図7は、可変遅延線の調整前 (before) と調整後 (after) の信号光側CMRR と局発光側CMRRの測定結果を示す図面に替るグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を用いて本発明を実施するための形態について説明する。本発明は、以下に説明する形態に限定されるものではなく、以下の形態から当業者が自明な範囲で適宜修正したものも含む。

[0014] 図1は、本発明のコヒーレント光受信器の同相除去比測定装置を示すブロック図である。本発明の第1の側面は、コヒーレント光受信器の同相除去比測定装置に関する。同相除去比(CMR R)は、同相信号除去比ともよばれ、差動増幅回路などでの2つの入力に共通する入力信号を除去する傾向の尺度である。

[0015] コヒーレント光受信器は、コヒーレント受信機、及びコヒーレント光受信モジュール(財団法人機械システム振興協会発行「コヒーレント光通信システムに関する調査研究報告書など」ともよばれる光受信器である。このコヒーレント光受信器は、国際公開WO 2012-086831 A1パンフレットにも記載される通り、公知の光受信器である。

[0016] コヒーレント光受信器は、たとえば、以下の構成を有するものがあげられる。この光受信器は、信号光が入力する信号光入力部21と局所光が入力する局所光入力部23と、90°光ハイブリッド25、及びバランス型PD(光検出器)27、29を有する。そして、入手された信号光及び局所光は、それぞれ分岐部により分岐される。分岐された信号光と分岐された局所光は、カプラなどの合波部で合波され、Iチャネル側では2トーン光が同相及び逆相で合成された光信号となる。一方、分岐された局所光の残りの分岐光は、90°位相が変換され、信号光の残りの分岐光と導波され、Qチャネル側の2トーン光となる。そして、これらの2トーン光は、バランス型PD(光検出器)により検波される。

[0017] 測定周波数(ω [Hz])におけるコヒーレント光受信器の同相除去比測定装置1は、任意の波長 ω における光受信器の同相除去比を測定する装置である。 ω [Hz]は、通常1MHz以上500GHz以下であり、10MHz以上100GHz以下であってもよい。測定周波数(ω [Hz])の光はレーザー光源から発せられるものが好ましく、連続光(CW光)であるものが好ましい。また、レーザー光源は、波長を掃引又は変化させることができるものが好ましい。

[0018] この装置は、レーザー光源3からの測定周波数(ω [Hz])を有する光

を分岐する分岐部 5 と、第 1 の光 2 トーン発生装置 7 と、第 2 の光 2 トーン発生装置 9 と、コヒーレント光受信器 11 から出力される出力電気信号を測定し、解析する電気信号測定装置 13 とを含む。

[0019] 分岐部は、入力する光を分岐するものであれば、公知の分岐装置を用いることができる。分岐部の例は、入力する光を強度分割するカプラ、ビームスプリッタ (BS)、及び変更ビームスプリッタ (PBS) である。

[0020] 第 1 の光 2 トーン発生装置 7 は、分岐部 5 により分岐された第 1 の分岐光を受け取り、信号光である第 1 の光 2 トーン信号を発生する装置である。第 1 の光 2 トーン信号は、測定周波数より低い周波数差 ($\omega - \Delta\omega$ [Hz]) を有する。通常、周波数差は、上側側帯 (USB) 信号の周波数から下側側帯 (LSB) 信号の周波数を引いて求められるものである。

[0021] 測定周波数 ω に対して、特性が大きく変化しない程度に $\Delta\omega$ を小さく選定することが好ましく、測定時間があまりかからない程度に $\Delta\omega$ を大きく選定することが好ましい。 $\Delta\omega$ は、たとえば、 ω の 100 万分の 1 以上 1000 分の 1 以下であり、10 万分の 1 以上 1 万分の 1 以下でもよい。たとえば、 ω が 1 GHz 以上の場合、 $\Delta\omega$ は、100 kHz 以上 1 MHz 以下が好ましい。

[0022] 光 2 トーン発生装置 7、9 は、基準となる周波数から所定の周波数ずれた 2 つの光信号を発生できるものであれば公知の光 2 トーン発生装置を用いることができる。光 2 トーン発生装置は、たとえば、DSB (両側側帯) 変調器を用いてもよいし、DSB-SC 変調器を用いてもよい。光 2 トーン光は、2 つの光信号の強度が同程度であることが好ましい。

[0023] 第 2 の光 2 トーン発生装置 9 は、分岐部 5 により分岐された第 2 の分岐光を受け取り、局発光である第 2 の光 2 トーン信号を発生する装置である。第 2 の光 2 トーン信号は、測定周波数より高い周波数差 ($\omega + \Delta\omega$ [Hz]) を有する。第 1 の光 2 トーン信号と第 2 の光 2 トーン信号の光強度は、同程度であることが好ましい。特に、第 1 の光 2 トーン信号を構成する 2 つの光信号と、第 2 の光 2 トーン信号を構成する 2 つの光信号の強度はいずれも同

程度であることが好ましい。

[0024] 電気信号測定装置 13 は、同相除去比 (CMRR) の測定対象となるコヒーレント光受信器 11 から出力される出力電気信号を受け取って、たとえば、光強度を測定し、これを用いて CMRR を解析する装置である。電気信号測定装置 13 の例は、公知のスペクトルアナライザーであるが、コヒーレント光通信において用いられる電気信号測定装置を用いることが好ましい。

[0025] 電気信号測定装置 13 は、信号光である第 1 の光 2 トーン信号と局発光である第 2 の光 2 トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω [Hz] に対応する電気信号の強度 I_ω と、信号光である第 1 の光 2 トーン信号のみが有する周波数 ($\omega - \Delta\omega$ [Hz]) に対応する電気信号の強度 $I_{\omega - \Delta\omega}$ との強度比から、信号光側の同相除去比 (CMRR) を求める機能を有する。

[0026] 電気信号測定装置 13 は、信号光である第 1 の光 2 トーン信号と局発光である第 2 の光 2 トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω [Hz] に対応する電気信号の強度 I_ω と、局発光である第 2 の光 2 トーン信号のみが有する周波数差 ($\omega + \Delta\omega$ [Hz]) に対応する電気信号の強度 $I_{\omega + \Delta\omega}$ との強度比から、局発光側の同相除去比 (CMRR) を求める機能をさらに有するものが好ましい。

[0027] 上記は、たとえば、単一偏波 (例えば X 偏波) の 1 信号成分に対する同相信号除去比の測定装置として利用されうる。

[0028] 以下、本発明の同相除去比を求める方法について説明する。

分岐部 5 が、レーザー光源 3 から発せられた測定周波数 (ω [Hz]) のレーザー光を分岐し、第 1 の分岐光及び第 2 の分岐光を得る。この際、第 1 の分岐光及び第 2 の分岐光は、レーザー光を強度分離された光 (特に同じ強度で分離された光) であることが好ましい。

[0029] 第 1 の光 2 トーン発生装置 7 は、分岐部 5 により分岐された第 1 の分岐光を受け取り、信号光 (Sig) である第 1 の光 2 トーン信号を発生する。第 1 の光 2 トーン信号は、測定周波数より低い周波数差 ($\omega - \Delta\omega$ [Hz]) を有する。

[0030] 第2の光2トーン発生装置9は、分岐部5により分岐された第2の分岐光を受け取り、局発光（LO）である第2の光2トーン信号を発生する。第2の光2トーン信号は、測定周波数より高い周波数差（ $\omega + \Delta\omega$ [Hz]）を有する。光2トーン信号の発生装置は、たとえば、特開2012-37493号公報に記載された通り、公知である。この方法は、2つのサブMZMに高周波信号（ f_1 及び f_2 ）を印加し、メインMZMのバイアス電圧を調整して、2つのサブMZM（マッハツェンダー変調器）から出力されるDSB-SC変調信号の位相差を $\pi/2$ とする。そして、高速光検出器で二乗検波する。すると、クロスターム成分（ $f_1 - f_2$ 及び $f_1 + f_2$ ）が抑圧された高周波信号の2倍周波数成分（ $2f_1$ 及び $2f_2$ ）からなる光2トーン信号を得ることができる。DSB-SC（両側波帯一抑圧搬送波）変調は公知であり、DSB-SC信号を光2トーン信号として利用することができる。

[0031] 図2は、第1の光2トーン信号（Sig）と第2の光2トーン信号（LO）を概念的に記載した図である。なお、図2において $\Delta\omega$ は単に Δ と記載されている。第1の光2トーン信号（Sig）と第2の光2トーン信号（LO）の中央周波数領域に存在する信号は、搬送波成分（ ω [Hz]）である。

[0032] 図3は、Iチャネル側の2トーン光を示す概念図である。コヒーレント光受信器11は、第1の光2トーン信号（Sig）と第2の光2トーン信号（LO）とを受け取り、これらの入力光を90°ハイブリッドにより混合する。I₊信号は、第1の光2トーン信号（Sig）と第2の光2トーン信号（LO）とが同相で合成されたものを示す。図中A_S及びA_Rは、図2における光信号A_S及びA_Rを意味する。I₋信号は、第1の光2トーン信号（Sig）と第2の光2トーン信号（LO）とが逆相で合成されたものを示す。分岐された局所光の残りの分岐光は、90°位相が変換され、信号光の残りの分岐光と導波され、Qチャネル側の2トーン光となる。

[0033] 図4は、コヒーレント光受信器内のバランス型PDから出力される電気信号のスペクトルを示す概念図である。図4に示される通り、2トーン光が、バランス型PDにそれぞれ入力され、二乗検波される。そして、信号項側同

相信号 (Common Mode in Sig) が $\omega - \Delta\omega$ に、局所光側同相信号 (Common Mode in LO) が $\omega + \Delta\omega$ に、差動信号 (Diff. Mode) が ω に出力される。

[0034] 図5は、バランス型PDから出力される電気信号に基づく1チャンネルの出力スペクトルを示す。図5に示されるように、PD同相及びPD逆相信号の差分をとることで、同相成分が減算されるとともに、逆相成分が加算され、図5に示すスペクトルが得られることとなる。もっとも、同相成分の振幅及び位相には、多少のアンバランスがあるため完全には打ち消されずに残留することとなる。このため、出力電気信号をスペクトルアナライザなどで観測することで、周波数 ω の光信号の信号強度に対する $\omega - \Delta\omega$ の周波数を有する信号の強度比が信号光側のCMRRとして測定できることとなる。また、周波数 ω の光信号の信号強度に対する $\omega + \Delta\omega$ の周波数を有する信号の強度比が局所光側のCMRRとして測定できることとなる。

[0035] すなわち、信号光である第1の光2トーン信号と局発光である第2の光2トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω [Hz] に対応する電気信号の強度 I_ω と、信号光である第1の光2トーン信号のみが有する周波数 $(\omega - \Delta\omega)$ [Hz] に対応する電気信号の強度 $I_{\omega - \Delta\omega}$ との強度比から、信号光側の同相除去比 (CMRR) を求めることができる。

[0036] また、信号光である第1の光2トーン信号と局発光である第2の光2トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω [Hz] に対応する電気信号の強度 I_ω と、局発光である第2の光2トーン信号のみが有する周波数 $(\omega + \Delta\omega)$ [Hz] に対応する電気信号の強度 $I_{\omega + \Delta\omega}$ との強度比から、局発光側の同相除去比 (CMRR) を求めることができる。

[0037] 測定周波数を繰り返し変化させ、変化させた周波数範囲に対応した同相除去比 (CMRR) の周波数特性を求めることで、コヒーレント光受信器の周波数特性を求めることができる。コヒーレント光受信器の周波数特性は、対象となる周波数が変化した場合に、同相除去比 (CMRR) がどのように変動するかといったコヒーレント光受信器の特性を意味する。

[0038] なお、本発明は、単一偏波（例えばX偏波）のI信号成分に対する同相信号除去比の測定装置や方法のみならず、より複雑な態様についても応用できる。たとえば、I信号成分と、このI信号成分と時間軸上で位相が90度異なるQ信号成分を光2トーンとして扱うことで、信号光側の同相除去比（CMRR）や局発光側の同相除去比（CMRR）を求めることができる。

実施例

[0039] 図6に実施例における実験系の構成を示す。この構成は、レーザー光源（Laser）、2つの光2トーン信号発生装置（Two-tone 1, Two-tone 2）、2つの変調信号源（ $(\omega - \Delta)/2$, $(\omega + \Delta)/2$ ）、光90度ハイブリッド（90-deg Hybrid）、バランス型PD（Balanced PD）、コヒーレント光受信器（Coherent Receiver under Test）、及びスペクトルアナライザ（SPA）を含む。光90度ハイブリッドとバランス型PDを可変光アッテネータおよび可変光遅延線を介して接続したコヒーレント光受信器を構成し、40GHzまで2GHz毎の信号光側CMRRおよび局発光側CMRRの周波数特性を測定した。

[0040] 図7は、可変遅延線の調整前（before）と調整後（after）の信号光側CMRRと局発光側CMRRの測定結果を示す図面に替るグラフである。縦軸はCMRR（デシベル）、横軸は周波数（Frequency [GHz]）を示す。まず2GHzでのCMRRが最大となるよう可変光アッテネータを調整し、周波数特性を測定した信号光側のCMRR及び局所光側のCMRRを、それぞれSig-CMRR before及びLO-CMRR beforeとして示す。光路長差のためCMRRが周期的に大幅に劣化していることがわかる。次に可変遅延線も調整してから周波数特性を測定した信号光側のCMRR及び局所光側のCMRRを、それぞれSig-CMRR after及びLO-CMRR afterとして示す。図から、可変遅延線の遅延量を量精した結果、周期的な劣化はなくなり、40GHzにおいても15dB以上の良好なCMRRが得られたことがわかる。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明は、光通信の分野で利用されうる。

符号の説明

- [0042] 1 同相除去比測定装置
- 3 レーザー光源
- 5 分岐部
- 7 第1の光2トーン発生装置
- 9 第2の光2トーン発生装置
- 11 コヒーレント光受信器
- 13 電気信号測定装置

請求の範囲

- [請求項1] 測定周波数 (ω [h z]) におけるコヒーレント光受信器の同相除去比測定装置 (1) であって、
- レーザー光源 (3) からの前記測定周波数 (ω [h z]) を有する光を分岐する分岐部 (5) と、
- 前記分岐部 (5) により分岐された第1の分岐光を受け取り、信号光である第1の光2トーン信号を発生する第1の光2トーン発生装置 (7) と、
- 前記分岐部 (5) により分岐された第2の分岐光を受け取り、局発光である第2の光2トーン信号を発生する第2の光2トーン発生装置 (9) と、
- 同相除去比 (CMRR) の測定対象となるコヒーレント光受信器 (11) から出力される出力電気信号を測定し、解析する電気信号測定装置 (13) と、
- を有し、
- 第1の光2トーン信号は、前記測定周波数より低い周波数差 ($\omega - \Delta\omega$ [h z]) を有し、
- 第2の光2トーン信号は、前記測定周波数より高い周波数差 ($\omega + \Delta\omega$ [h z]) を有し、
- 前記電気信号測定装置 (13) は、
- 前記信号光である第1の光2トーン信号と局発光である第2の光2トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω [h z] に対応する電気信号の強度 I_ω と、前記信号光である第1の光2トーン信号のみが有する周波数 ($\omega - \Delta\omega$ [h z]) に対応する電気信号の強度 $I_{\omega - \Delta\omega}$ との強度比から、前記信号光側の同相除去比 (CMRR) を求める機能を有する、
- コヒーレント光受信器の同相除去比測定装置 (1) 。
- [請求項2] 請求項1に記載のコヒーレント光受信器の同相除去比測定装置であ

って、

前記電気信号測定装置（１３）は、

前記信号光である第１の光２トーン信号と局発光である第２の光２トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω 〔h z〕に対応する電気信号の強度 I_{ω} と、前記局発光である第２の光２トーン信号のみが有する周波数差（ $\omega + \Delta\omega$ 〔h z〕）に対応する電気信号の強度 $I_{\omega + \Delta\omega}$ との強度比から、前記局発光側の同相除去比（CMRR）を求める機能をさらに有する、

コヒーレント光受信器の同相除去比測定装置。

[請求項3]

同相除去比を求める方法であって、

レーザー光源（３）からの測定周波数（ ω 〔h z〕）の光を分岐し、第１の分岐光及び第２の分岐光を得る工程と、

第１の分岐光を受け取り、信号光である第１の光２トーン信号を発生する工程であって、第１の光２トーン信号は、前記測定周波数より低い周波数差（ $\omega - \Delta\omega$ 〔h z〕）を有する工程と、

第２の分岐光を受け取り、局発光である第２の光２トーン信号を発生する工程であって、第２の光２トーン信号は、前記測定周波数より高い周波数差（ $\omega + \Delta\omega$ 〔h z〕）を有する工程と、

同相除去比（CMRR）の測定対象となるコヒーレント光受信器（１１）から出力される出力電気信号を測定し、解析する工程であって、前記信号光である第１の光２トーン信号と局発光である第２の光２トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω 〔h z〕に対応する電気信号の強度 I_{ω} と、前記信号光である第１の光２トーン信号のみが有する周波数（ $\omega - \Delta\omega$ 〔h z〕）に対応する電気信号の強度 $I_{\omega - \Delta\omega}$ との強度比から、前記信号光側の同相除去比（CMRR）を求める工程と、

を含む、

コヒーレント光受信器の同相除去比を求める方法。

[請求項4] 請求項3に記載のコヒーレント光受信器の同相除去比を求める方法であって、

前記測定周波数を繰り返し変化させ、変化させた周波数範囲に対応した同相除去比（CMRR）の周波数特性を求める工程をさらに含む、

コヒーレント光受信器の同相除去比を求める方法。

[請求項5] 請求項3又は4に記載のコヒーレント光受信器の同相除去比を求める方法であって、

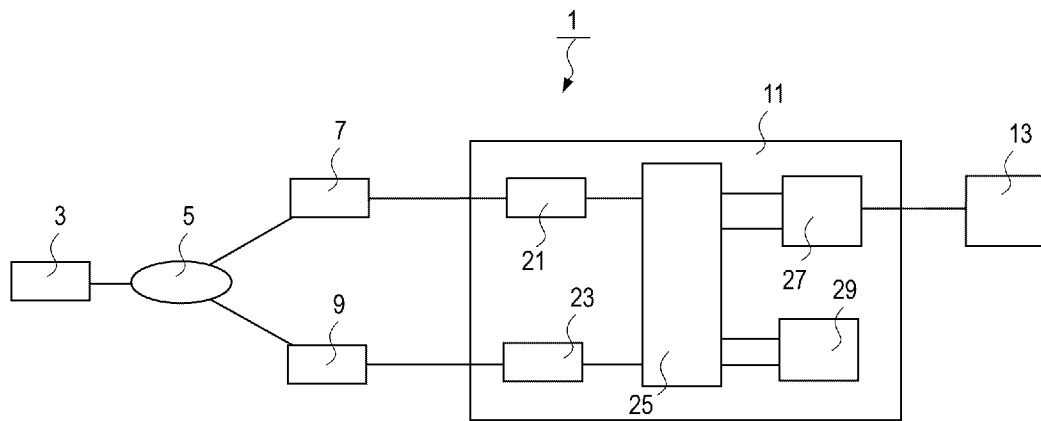
前記出力電気信号を測定し、解析する工程は、

前記信号光である第1の光2トーン信号と局発光である第2の光2トーン信号の差動成分として出力される周波数 ω [Hz]に対応する電気信号の強度 I_{ω} と、前記局発光である第2の光2トーン信号のみが有する周波数（ $\omega + \Delta\omega$ [Hz]）に対応する電気信号の強度 $I_{\omega + \Delta\omega}$ との強度比から、前記局発光側の同相除去比（CMRR）を求める工程をさらに有する、

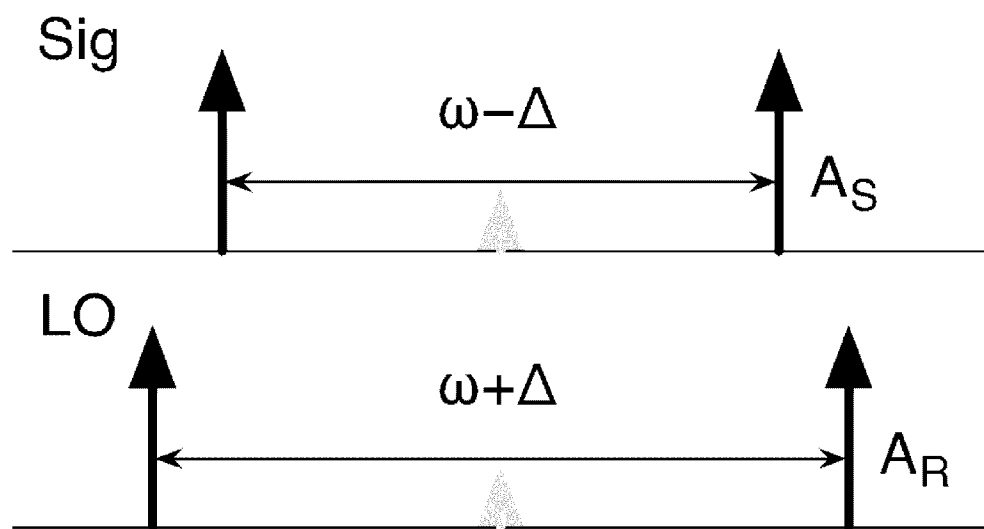
コヒーレント光受信器の同相除去比を求める方法。

[請求項6] 好ましくは、信号光である第1の光2トーン信号と局発光である第2の光2トーン信号の強度が等しい、同相除去比測定装置あるいは同相除去比を求める方法。

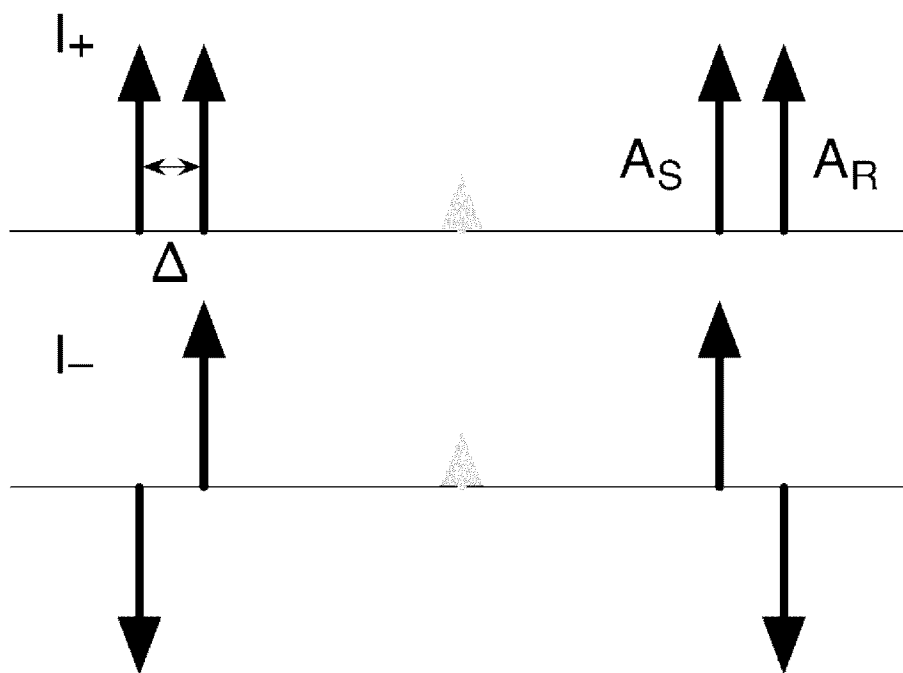
[図1]



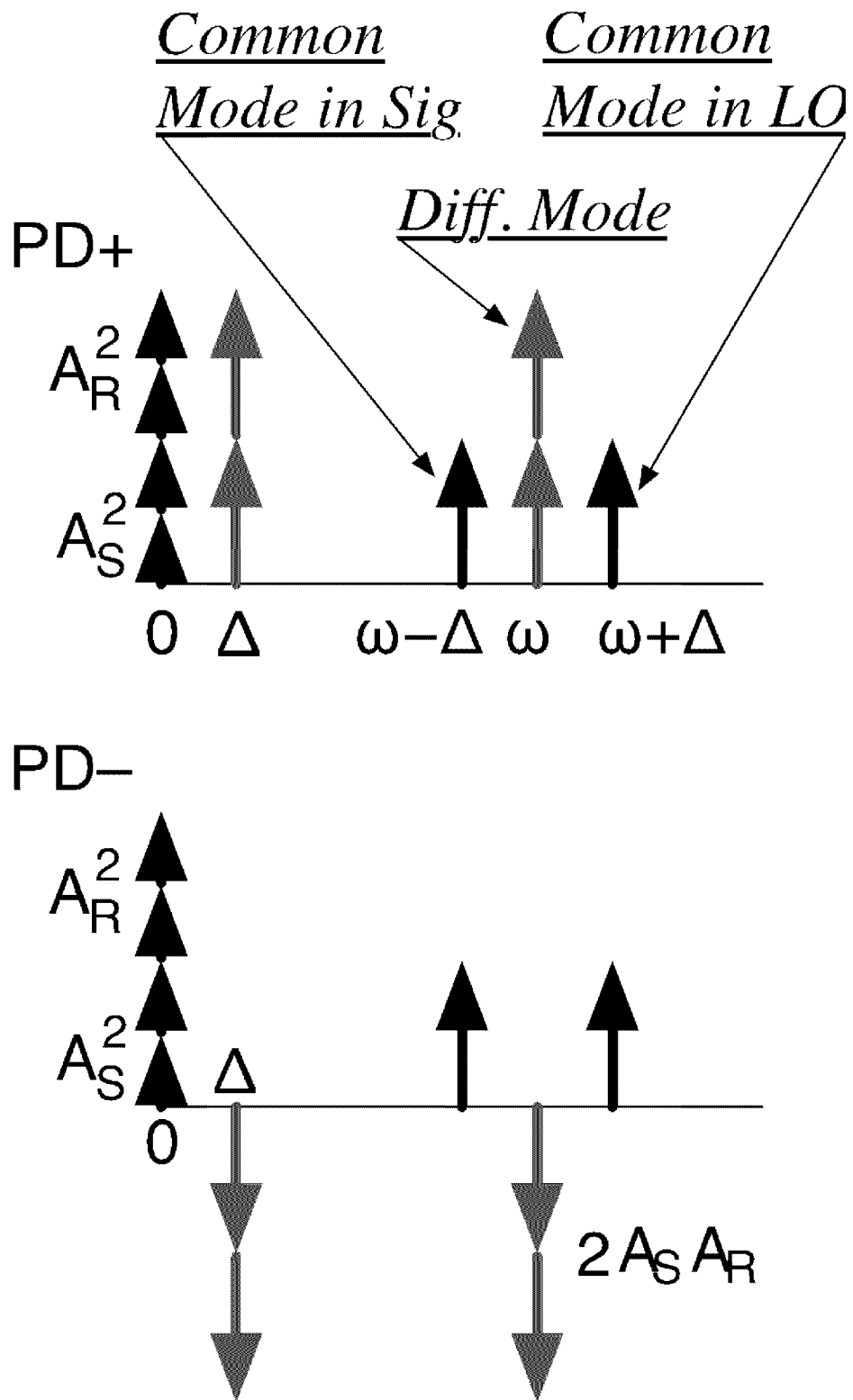
[図2]



[図3]

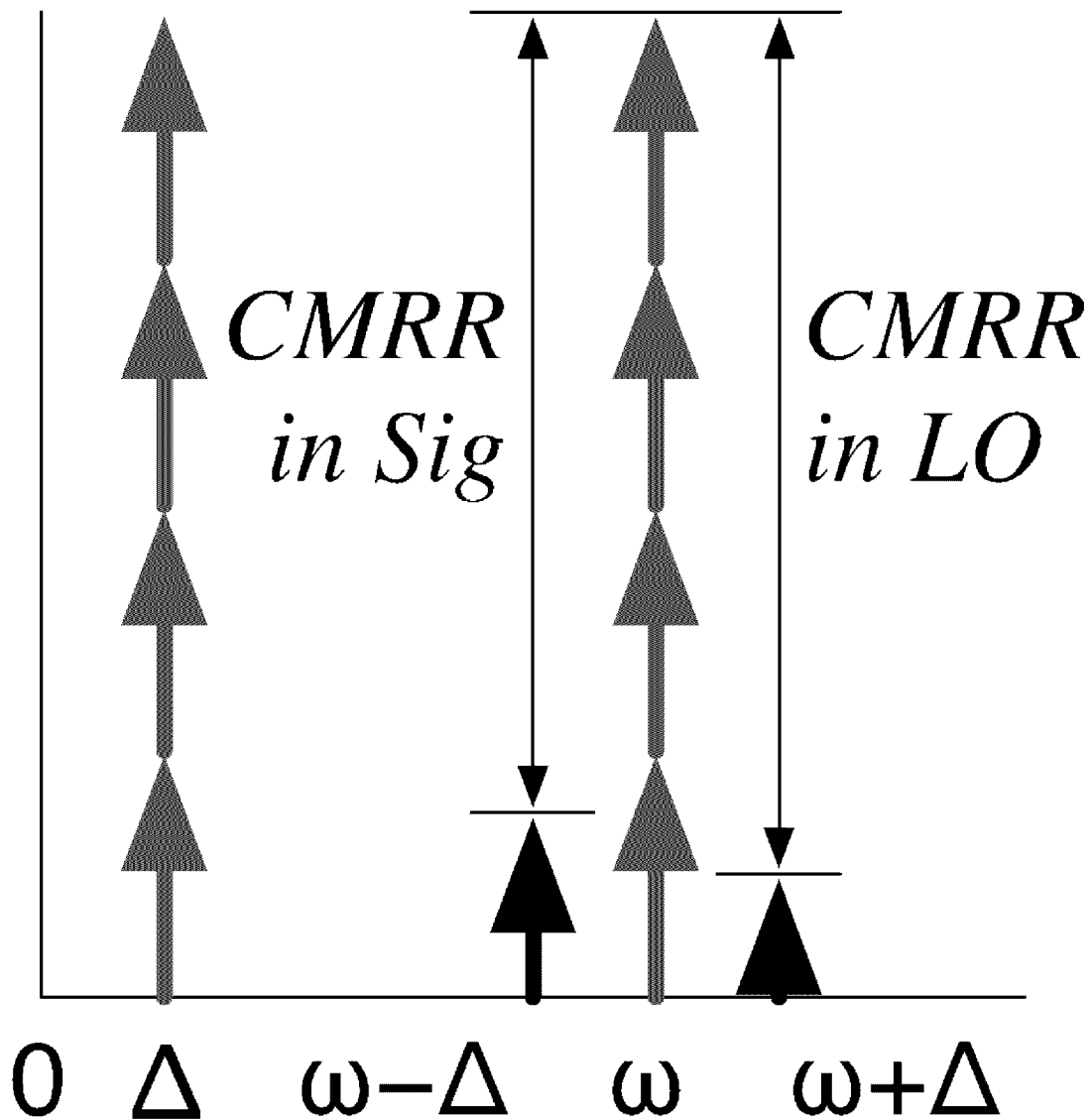


[図4]

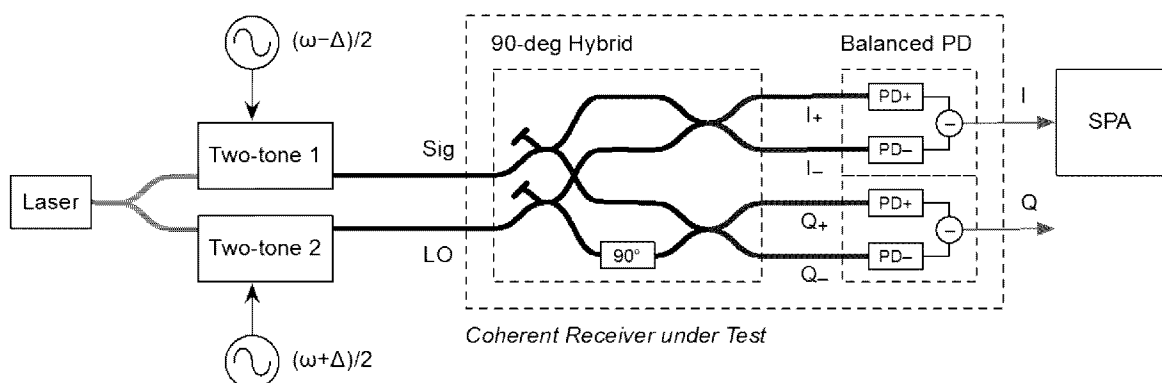


[図5]

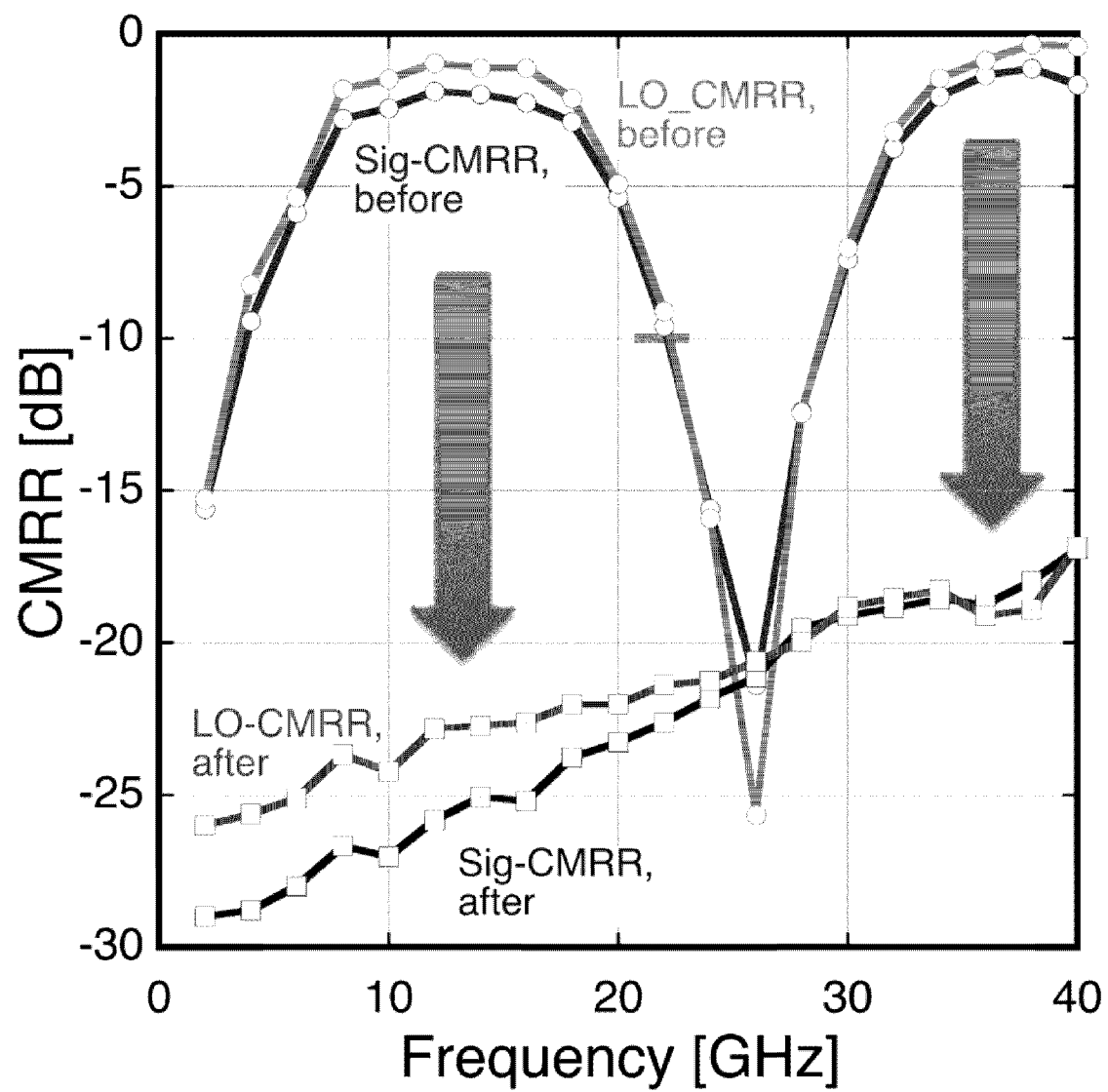
I-ch Output



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B10/073(2013.01)i, G01M11/02(2006.01)i, H04B10/61(2013.01)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)

H04B10/073, G01M11/02, H04B10/61

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-37493 A (National Institute of Information and Communications Technology), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0026] to [0032] (Family: none)	1-6
A	JP 2015-37276 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 23 February 2015 (23.02.2015), paragraphs [0046] to [0056]; fig. 4 (Family: none)	1-6
A	US 2014/0341564 A1 (EXFO INC.), 20 November 2014 (20.11.2014), paragraphs [0063] to [0104] & CN 104168068 A paragraphs [0067] to [0128]	1-6



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

"I" 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
24 April 2017 (24.04.17)

Date of mailing of the international search report
09 May 2017 (09.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006926

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 6
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
(See extra sheet)

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006926

Continuation of Box No.II-2 of continuation of first sheet(2)

The invention of claim 6 only specifies that a first optical two-tone signal, which is signal light, and a second optical two-tone signal, which is local light, have equal intensities; therefore, it is not possible to perform common mode rejection ratio measurement.

Because it is considered that statement such that the invention of claim 6 refers to any one of claims 3, 4 and 5 has been forgotten, our opinion has been indicated on the assumption that said invention refers to claim 3.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B10/073(2013.01)i, G01M11/02(2006.01)i, H04B10/61(2013.01)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. H04B10/073, G01M11/02, H04B10/61

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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）

IEEE Xplore

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 請求項の番号
A	JP 2012-37493 A（独立行政法人情報通信研究機構）2012.02.23, 段落[0026]-[0032]（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2015-37276 A（日本電信電話株式会社）2015.02.23, 段落[0046]-[0056], 図4（ファミリーなし）	1-6
A	US 2014/0341564 A1 (EXFO INC.) 2014.11.20, 段落[0063]-[0104] & CN 104168068 A, 段落[0067]-[0128]	1-6

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

24.04.2017

国際調査報告の発送日

09.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

前田 典之

5 K

9073

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求項 6 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
請求項6に係る発明は、信号光である第1の光2トーン信号と局発光である第2の光2トーン信号の強度が等しいことしか特定されておらず、同相除去比測定を行うことができない。請求項3, 4, 5のいずれかを引用することを記載し忘れたものと解されるので、請求項3を引用するものとして見解を示した。
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。