(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
2021年7月15日(15.07.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/140618 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/00 (2006.01) *H01S 5/026* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/000477

(22) 国際出願日： 2020年1月9日(09.01.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 白崎 昭生 (**SHIRASAKI Akio**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

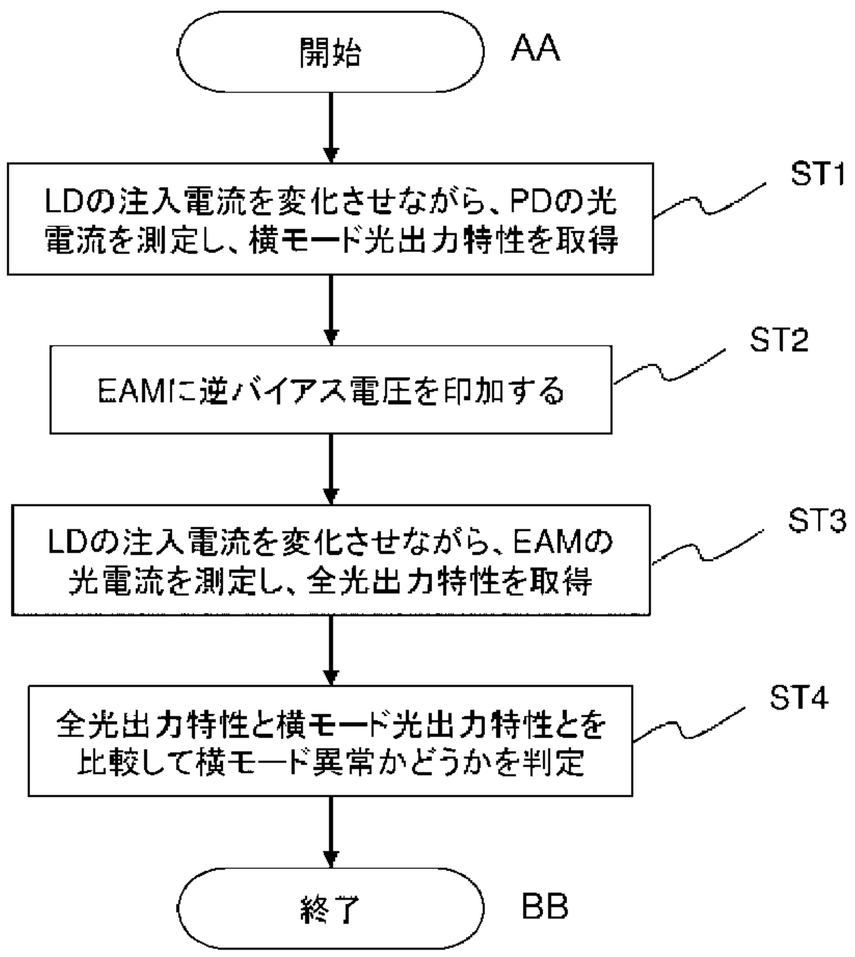
(74) 代理人: 特許業務法人ぱるも特許事務所 (**PALMO PATENT FIRM, P.C.**); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘３丁目３５番８号 Hyogo (JP).

(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, JO, JP, 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,

(54) **Title:** INSPECTION METHOD FOR SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND INSPECTION DEVICE FOR SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) 発明の名称： 半導体レーザ装置の検査方法、および半導体レーザ装置の検査装置

図7



ST1 Measure optical current of PD while changing injection current of LD, and acquire transverse mode optical output characteristic
ST2 Apply reverse bias voltage to EAM
ST3 Measure optical current of EAM while changing injection current of LD, and acquire total optical output characteristic
ST4 Compare total optical output characteristic with transverse mode optical output characteristic to determine whether or not there is transverse mode abnormality
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** The present invention is an inspection method for a semiconductor laser device, which inspects the semiconductor laser device in which a semiconductor laser (1), an electric field absorption-type modulator (2) to which the output of the semiconductor laser is input, and a photodetector (4) for detecting a part of the laser beam intensity of the laser beam output by the semiconductor laser are integrated, the method comprising: a step (ST1) for acquiring a transverse mode optical output characteristic, which is the relationship between the injection current of the semiconductor laser and

［続葉有］

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), 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))

the output of the photodetector (4); a step (ST3) for applying a reverse bias voltage to the electric field absorption-type modulator (2), and acquiring a total optical output characteristic, which is the relationship between the injection current of the semiconductor laser (1) and the optical current output by the electric field absorption-type modulator (2); and a step (ST4) for comparing the total optical output characteristic and the transverse mode optical output characteristic to determine whether or not the semiconductor laser device (100) to be inspected has a transverse mode abnormality.

(57) 要約：半導体レーザ（１）と、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器（２）と、半導体レーザが出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器（４）とが集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、半導体レーザの注入電流と光検出器（４）の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップ（ＳＴ１）と、電界吸収型変調器（２）に逆バイアス電圧を印加するとともに、半導体レーザ（１）の注入電流と電界吸収型変調器（２）が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得するステップ（ＳＴ３）と、全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置（１００）が横モード異常であるかどうかを判定するステップ（ＳＴ４）と、を備えた。

明　細　書

発明の名称 ：

半導体レーザ装置の検査方法、および半導体レーザ装置の検査装置

技術分野

[0001] 本願は、半導体レーザ装置の検査方法および半導体レーザ装置の検査装置に関する。

背景技術

[0002] 光通信における信号送信光源として、高速な電気信号に応答できる半導体レーザ装置が用いられる。半導体レーザ装置は入力された電気信号に応じて強度変調されたレーザ光を出力する。このレーザ光は集光レンズを介して光ファイバへと導入され、光ファイバを通じて光信号が送信される。光信号の品質を保つため、光通信分野では通常、シングルモードファイバが用いられる。従って、シングルモードファイバとの高い光結合が得られるよう、半導体レーザ装置に供えられた半導体レーザも、出力するレーザ光がシングルモードとなるように設計される。

[0003] 半導体レーザはその製造ばらつきにより、注入電流（Iop）を大きくしていくことでキンクと呼ばれる発振モードの乱れが発生することがある。例えば、利得導波型の導波構造を有する半導体レーザの場合、横方向に光を閉じ込める屈折率差が無いため、横モードが不安定になりやすい。このような構造の半導体レーザにおいてIopを大きくしていくと、キャリアの消費が激しい発光領域付近における利得分布が崩れ、横モードがマルチモード化してしまう。低電流駆動時ではシングルモードであっても、高電流駆動時では複数のピークを持つマルチモードになってしまう。シングルモードからマルチモードに変動すると、レーザビームのＦＦＰ（Far Field Pattern）が変動する。実使用範囲内のIopでＦＦＰが変動してしまうと、半導体レーザ装置の出力とシングルモードファイバとの光結合効率の変動を招き、光信号の品質が低下する。このため、半導体レーザを内蔵した半導体レーザ装置の製造工程におい

ては、ウエハプロセスによる半導体レーザ装置の製造が完了後、直ちに横モードの品質を確認する検査を実施し、横モードが異常な半導体レーザ装置は半導体パッケージへの組み込みを行うアセンブリ工程の前段階で予め不良品として除去しておくことが望ましい。これにより、アセンブリ工程あるいはその後のテスト工程で発生するであろう部材費および加工費の無駄を削減することができる。

[0004] このような横モードが異常な半導体レーザを除去する手段として、特許文献１には拡散する半導体レーザの出射光の一部を受光するように光検出器を配置し、光出力のIop依存性（Ｐ－Ｉカーブ）を測定することで、横モードの変動を検出する手法が開示されている。光検出器は半導体レーザが出射した拡散光の一部のみを受光しているので、横モードが安定な半導体レーザを測定した場合は線形なＰ－Ｉカーブが得られるが、横モードが不安定な半導体レーザを測定した場合は全出射光に占める光検出器での受光分の割合が変動するため非線形なＰ－Ｉカーブとなり、ＦＦＰの変動を検出することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平１０－２８４７８０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に開示されている、横モードが不安定で異常な半導体レーザを判別する方法においては、検査装置として、半導体レーザの出射光の一部を受光するように配置した光検出器を必要とする。このため、検査対象の半導体レーザ装置を、光検出器と一定の関係となる位置に配置する必要があり、検査の手順が煩雑となる。また、半導体レーザによっては、横モードがシングルモードのままであっても、光出力のIop依存性が完全に線形とならず、拡散光の一部のＰ－Ｉカーブのみで、精度よく横モードが異常な半導体レーザ

装置であることを判定できないことがある。

[0007] 本願は、上記の問題点を解決するための技術を開示するものであり、横モードが異常な半導体レーザ装置を精度よく判定できる半導体レーザ装置の検査方法および半導体レーザ装置の検査装置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

[0008] 本願に開示される半導体レーザ装置の検査方法は、半導体レーザと、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器と、記半導体レーザが出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器とが集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、半導体レーザの注入電流と光検出器の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップと、電界吸収型変調器に逆バイアス電圧を印加するとともに、半導体レーザの注入電流と電界吸収型変調器が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得するステップと、全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するステップと、を備えたものである。

[0009] 本願に開示される半導体レーザ装置の検査装置は、半導体レーザと、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器と、半導体レーザが出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器が集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査装置であって、半導体レーザに注入電流を供給する半導体レーザ電源と、電界吸収型変調器に逆バイアス電圧を供給する電界吸収型変調器電源と、光検出器に逆バイアス電圧を供給する光検出器電源と、半導体レーザ電源、電界吸収型変調器電源、および光検出器電源を制御して、半導体レーザの注入電流と光検出器の出力との関係である横モード光出力特性、および半導体レーザの注入電流と電界吸収型変調器が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得して、全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するよう構成されている検査制御器とを備えたものである。

[0010] 本願に開示される半導体レーザ装置の第二の検査方法は、半導体レーザと、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器とが集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、半導体レーザの注入電流と、検査対象の半導体レーザ装置が出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップと、電界吸収型変調器に逆バイアス電圧を印加するとともに、半導体レーザの注入電流と電界吸収型変調器が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得するステップと、全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するステップと、を備えたものである。

[0011] 本願に開示される半導体レーザ装置の第三の検査方法は、半導体レーザを備えた半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、半導体レーザの注入電流と、検査対象の半導体レーザ装置が出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップと、半導体レーザの注入電流と、検査対象の半導体レーザ装置が出力するレーザ光の全部のレーザ光強度を検出する光検出器の出力との関係である全光出力特性を取得するステップと、全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するステップと、を備えたものである。

発明の効果

[0012] 本願によれば、横モードが変動する半導体レーザ装置を精度よく判定する半導体レーザ装置の検査方法および半導体レーザ装置の検査装置を提供できる効果がある。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態１による半導体レーザ装置の検査装置と、検査対象である半導体レーザ装置の構成を示す概略図である。

[図2]実施の形態１によるレーザ装置の検査装置の検査対象である半導体レー

ザ装置の上面図である。

[図3]横モードが正常な半導体レーザ装置のレーザ光の放射角特性を示す図である。

[図4]横モードが異常な半導体レーザ装置のレーザ光の放射角特性を示す図である。

[図5]横モードが正常な半導体レーザ装置のレーザ光の全光出力特性および横モード出力特性を示す図である。

[図6]横モードが異常な半導体レーザ装置のレーザ光の全光出力特性および横モード出力特性を示す図である。

[図7]実施の形態１による半導体レーザ装置の検査方法の手順を説明するフロー図である。

[図8]実施の形態２による半導体レーザ装置の検査装置と、検査対象である半導体レーザ装置の構成を示す概略図である。

[図9]実施の形態３による半導体レーザ装置の検査方法を説明するための特性図である。

[図10]実施の形態４による半導体レーザ装置の検査方法を説明するための特性図である。

[図11]実施の形態５による半導体レーザ装置の検査方法を説明するための図である。

[図12]実施の形態６による半導体レーザ装置の検査装置と、検査対象である半導体レーザ装置の構成を示す概略図である。

[図13]実施の形態７による半導体レーザ装置の検査装置と、検査対象である半導体レーザ装置の構成を示す概略図である。

[図14]実施の形態７による半導体レーザ装置の検査方法の手順を説明するフロー図である。

[図15]本願の検査制御器のハードウエア構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] 実施の形態１．

図１は、実施の形態１による半導体レーザ装置の検査装置１１と、検査対象である半導体レーザ装置１００の構成を示す概略図である。半導体レーザ装置の検査装置１１はブロック図で示し、半導体レーザ装置１００は概略の側面断面図で示している。図２は、半導体レーザ装置１００の上面図を示しており、図１の半導体レーザ装置１００は、図２のＡ－Ａ‘の位置での断面図として示している。半導体レーザ装置１００は、半導体レーザ（ＬＤとも称する）１と電界吸収型変調器（ＥＡＭとも称する）２とがモノリシックに集積され、両者の光導波路は結合されている。このため、ＬＤ１が出力するレーザ光はＥＡＭ２へ低損失で導入される。また、ＥＡＭ２の出力側、すなわちＥＡＭ２側のチップ端面（前端面）近傍にはＥＡＭ２よりも屈折率が低い窓構造３１が形成されている。ＬＤ１が出力するレーザ光はＥＡＭ２を通過し、窓構造３１へ拡散しながら放射される。この拡散光の一部を受光するように、窓構造３１の近傍に光モニタである光検出器（ＰＤとも称する）４が形成されている。

[0015] ＥＡＭ２とＰＤ４は、どちらも逆バイアス電圧を印加することで入射された光を吸収し、光電流を出力する。以後、ＥＡＭ２が出力する光電流をIea、ＰＤ４が出力する光電流をImとする。半導体レーザ装置の検査装置１１は、ＬＤ１に注入電流を供給するためのＬＤ（半導体レーザ）電源５、ＥＡＭ２に逆バイアス電圧を供給するためのＥＡＭ（電界吸収型変調器）電源６、およびＰＤ４へ逆バイアス電圧を供給するためのＰＤ（光検出器）電源７を備えている。ＬＤ電源５はＬＤ１に流れる電流であるＬＤ注入電流Iopを検出する電流検出器５１を備えており、ＥＡＭ電源６はIeaを検出する光電流検出器６１を備えている。さらにＰＤ電源７はImを検出する光電流検出器７１を備えている。これらの電流検出器５１、光電流検出器６１、光電流検出器７１は、それぞれの電源とは別に設けられていてもよいのは言うまでもない。半導体レーザ装置の検査装置１１は、さらに、ＬＤ電源５、ＥＡＭ電源６、ＰＤ電源７を制御して、Iop、Iea、Imの各データを取得する検査制御器１０を

備えている。

[0016] 通常の場合、ＥＡＭ２およびＰＤ４が出力する光電流量は、入力される光パワーと比例関係になるように設計される。従って、ＥＡＭ２及びＰＤ４に入射される光パワーが線形に増加すれば、両者が出力する光電流IeaおよびImも線形に増加することになる。

[0017] ＥＡＭ２とＬＤ１の光導波路は連続的に形成され、両者は低損失で結合していることから、ＥＡＭ２はＬＤ１が出力するレーザ光の大部分を吸収することになる。一方で、ＰＤ４は窓構造３１内を拡散するレーザ光の一部を受光するため、ＬＤ１が出力するレーザ光の横モードの一部のみを吸収することになる。

[0018] 図３Ａおよび図３Ｂに、Iopに依って横モードが変動しない、横モードが正常な半導体レーザ装置の場合の、低電流駆動時と高電流駆動時の出力レーザ光の放射角を示す。横モードが正常な場合、低電流駆動時と高電流駆動時で放射角の変動が無く、ＦＦＰも変動しない。図４Ａおよび図４Ｂに、Iopに依って横モードが変動する、横モードが異常な半導体レーザ装置の場合の、低電流駆動時と高電流駆動時の出力レーザ光の放射角を示す。横モードが異常の場合、低電流駆動時はシングルモードであるが、高電流駆動時にマルチモードとなり光の放射パターンが低電流駆動時から変動し、ＦＦＰが変動する。

[0019] 図５Ａおよび図５Ｂに、横モードが正常な場合のIeaのIop依存性（以後、Iea-Iカーブ、または全光出力特性と称する）およびImのIop依存性（以後、Im-Iカーブ、または横モード光出力特性と称する）をそれぞれ示す。Iopによって横モードが変動しない場合は、全レーザ出力に対するＥＡＭ２が受光する割合と光検出器ＰＤ４が受光する割合は変化しないので、Iea-IカーブとIm-Iカーブは類似の波形が得られる。図５Ａ、図５Ｂでは、例として、発光効率が高電流域で飽和する半導体レーザでのIea-IカーブとIm-Iカーブを示しているが、どちらも低電流域では線形、高電流域では非線形であり、類似の波形となっている。

[0020] 図６Ａおよび図６Ｂに横モードが異常な場合の、Iea-Iカーブと Im-Iカーブの一例をそれぞれ示す。ＥＡＭ２は横モードの大部分を受光しているので、横モードが変動しても全レーザ出力に対するＥＡＭ２が受光する割合は変化が小さい。一方、光検出器ＰＤ４は横モードの一部しか受光しないので、横モードが変動すると全レーザ出力に対する光検出器ＰＤ４が受光する割合が大きく変動する。従って、Iea-Iカーブと Im-Iカーブは異なる波形が得られる。図６Ａおよび図６Ｂには、図５Ａおよび図５Ｂと同様に、ＬＤ１の発光効率が高電流域で飽和する半導体レーザの場合のIea-Iカーブと Im-Iカーブを示している。図６Ａに示すIea-Iカーブは図５Ａと同じく高電流域のみ非線形な波形となるが、図６Ｂに示すIm-Iカーブは、より小さい電流域で非線形性が現れ、両者は異なる波形となっている。

[0021] 以上から、Iea-Iカーブと Im-Iカーブの双方を測定し、両者の差異が大きい素子を横モードが異常であると判定することで、Iopに依って横モードが変動する横モードが異常な半導体レーザ装置を除去することができる。

[0022] 図７は、実施の形態１による半導体レーザ装置の検査方法をまとめて示すフロー図である。図１および図２で示す半導体レーザ装置１００が検査対象である。まず、検査制御器１０が、ＬＤ電源５を制御して、ＬＤの注入電流Iopを変化させながら、ＰＤ４の出力である光電流Imを測定し、横モード光出力特性であるIm-Iカーブを取得する（ステップＳＴ１）。このとき、ＥＡＭ２をレーザ光が通過するよう、ＥＡＭ２には逆バイアス電圧を印加しない、またはレーザ光を大きく吸収しない程度の逆バイアス電圧を印加した状態にしておく。次に、検査制御器１０が、ＥＡＭ電源６を制御して、ＥＡＭ２に光を吸収する程度の逆バイアス電圧を印加する（ステップＳＴ２）。ＥＡＭ２に逆バイアス電圧を印加した状態で、検査制御器１０が、ＬＤ電源５を制御してＬＤの注入電流Iopを変化させながら、ＥＡＭ２の出力である光電流Ieaを測定し、全光出力特性であるIea-Iカーブを取得する（ステップＳＴ３）。次に、取得した横モード光出力特性と全光出力特性を比較して、検査対象の半導体レーザ装置のＬＤが横モード異常であるかどうかを判定する（ステ

ップＳＴ４）。なお、ステップＳＴ２、ステップＳＴ３を、ステップＳＴ１の前に行っても良い。この場合、ステップＳＴ１を実行するときに、ＥＡＭ２は、ＥＡＭ２をレーザ光が通過するよう、逆バイアス電圧を印加しない、またはレーザ光を大きく吸収しない程度のバイアス電圧を印加した状態にしておくことは言うまでもない。

[0023] 上記の各ステップは、実際には、例えば、図１５に示すように、演算処理装置２１、記憶装置２２、および入出力インターフェース２３を備えた検査制御器１０において、記憶装置２２に記憶されたプログラムを演算処理装置２１が実行することで実現できる。すなわち、検査制御器１０は、入出力インターフェース２３を通じて、各電源に制御信号を送信し、各電流値などのデータを取得して、横モード異常を判定する。

[0024] 以上のように、図１に示す半導体レーザ装置の検査装置を用いて、図７に示す検査方法により、検査対象の半導体レーザ装置１００のＬＤ１が横モード異常であるかどうかを、精度よく判定できる。特に、半導体レーザ装置１００が有している光検出器であるＰＤ４により、半導体レーザＬＤ１が出力するレーザ光の一部の強度を測定して横モード光出力特性を取得し、半導体レーザ装置１００が有している電界吸収型変調器ＥＡＭ２を利用して全レーザ光の出力に相当する全光出力特性を取得する。このため、検査装置として追加の光検出器を用いる必要が無い。また、ＬＤ１が横モード正常素子であって、Iea-Iカーブ、すなわち全光出力特性が飽和領域以外でも非線形な特性を有する半導体レーザを集積した半導体レーザ装置の場合、横モード光出力特性のみで、正常か異常かを判定すると、横モードが正常である場合も横モード異常であると判定する恐れがある。しかし、このような半導体レーザ装置であっても、全光出力特性と横モード光出力特性を比較することにより、横モード異常であるかどうかを精度良く判定することができる。

[0025] 実施の形態２．

図８は、実施の形態２による半導体レーザ装置の検査装置１１と、検査対象である半導体レーザ装置１０１の構成を示す概略図である。本実施の形態

２では、半導体レーザ装置の検査装置１１の構成は、実施の形態１と同様である。検査対象である半導体レーザ装置１０１はＬＤ１とＥＡＭ２とがモノリシックに集積され、両者の光導波路は低損失で結合されている。また、ＬＤ１側のチップ端面（後端面）近傍にはＬＤ１よりも屈折率が低い窓構造３２が形成されている。ＬＤ１が出力するレーザ光は窓構造３２へ拡散しながら放射される。この拡散光の一部を受光するように、窓構造３２の近傍に光検出器であるＰＤ４を形成する。

[0026] 実施の形態２でも、ＥＡＭ２はＬＤ１が出力するレーザ光の横モードの大部分を受光する一方、ＰＤ４は横モードの一部しか受光しない。従って、実施の形態１と同様にIea-Iカーブと Im-Iカーブの双方を測定し、両者の差異が大きい半導体レーザ装置を横モード異常であると判定して除去すれば、Iopに依って横モードが変動する横モードが異常な半導体レーザ装置を除去することができる。実施の形態２による半導体レーザ装置の検査方法における手順は、図７と同様である。

[0027] 実施の形態１による半導体レーザ装置の検査装置の検査対象である半導体レーザ装置１００に対する、実施の形態２の検査対象である半導体レーザ装置１０１のメリットについて述べる。実施の形態１の検査対象である半導体レーザ装置１００はＰＤ４がＥＡＭ２の出力光を受光する構造であるために、ＡＰＣ（Auto Power Control）制御が複雑になる課題がある。ＡＰＣ制御とは、モニタが出力する光電流（すなわち受光量）が一定となるようにＬＤ１への注入電流にフィードバックをかけることである。この制御により、半導体レーザＬＤ１が出力する光信号強度の経時変化を抑制することができる。ここで、光通信システムに半導体レーザ装置が組み込まれたとき、半導体レーザ装置は常に光信号を出力しているわけではなく、タイミングによっては動作を一時休止することもある。このときに光信号強度をゼロに近づけるような電気信号がＥＡＭ２に印可されると、実施の形態１における検査対象の半導体レーザ装置１００ではＰＤ４の光電流（受光量）が急激に低下するため、ＡＰＣ制御によりＬＤ１への注入電流が急激に上昇し、ＬＤ１が故障

してしまう問題が考えられる。これを避けるためには、一時休止時はＥＡＭ２だけでなくＬＤ１も同時に停止処理をするような制御を行わなければならない。一方、実施の形態２の検査対象である半導体レーザ装置１０１では、ＰＤ４はＬＤ１の出力光を直接受光するので、ＥＡＭ２側に一時休止のための電気信号が印可されてもＰＤ４の受光量は変わらず、ＬＤ１への注入電流が急激に変化することはなく、前述のような問題は生じない。このため、簡便なＡＰＣ制御を適用できる。

[0028] 実施の形態１に示した半導体レーザ装置１００でも、実施の形態２に示した半導体レーザ装置１０１でも、ＬＤ１が出力するレーザ光の横モードにより生じる空間分布の一部のレーザ光をＰＤ４が検出するように構成されているため、ＰＤ４により、横モードの変動を検出することができる。このため、実施の形態１に示した半導体レーザ装置１００も、実施の形態２に示した半導体レーザ装置１０１も、半導体レーザ装置の検査装置１１、および実施の形態１で説明した半導体レーザ装置の検査方法による検査対象とすることができる。

[0029] 実施の形態３．

本実施の形態３から実施の形態５では、横モードが異常な半導体レーザ装置を判定する具体的な方法を説明する。図９Ａおよび図９Ｂは、実施の形態３による半導体レーザ装置の検査方法を説明するための図である。検査対象として、横モードが不安定で異常な半導体レーザ装置である場合に取得されたIea-Iカーブ（図９Ａ）およびIm-Iカーブ（図９Ｂ）を示している。図９Ａに示すように、全光出力特性であるIea-Iカーブにおいては、飽和による極値が見られる。一方、横モード光出力特性であるIm-Iカーブにおいては、横モードが不安定になることにより、図９Ｂに示すように、複数の極値が見られることがある。横モードが安定な場合は、例えば図５Ｂで示したように、Im-Iカーブにおいても極値の数がIea-Iカーブと同じ数になる。したがって、Iea-IカーブおよびIm-Iカーブのそれぞれについて、極値の数を比較し、両者が一致すれば横モードは安定、一致しなければ横モードは不安定であるとみな

す。ここで、極値は、特性曲線の微分値の符号が反転する位置の値として特定できる。図９Ａおよび図９Ｂの例では、図９ＡにおけるIea-Iカーブは極値数が１であるが、図９ＢにおけるIm-Iカーブは極値数が３であり、両者は一致しないため、このような特性を有する半導体レーザ装置は横モードが異常な半導体レーザ装置であると判定できる。

[0030] 実施の形態４.

図１０Ａおよび図１０Ｂは、実施の形態４による半導体レーザ装置の検査方法を説明するための図である。検査対象として、横モードが異常な半導体レーザ装置である場合に取得された、全光出力特性であるIea-Iカーブ（図１０Ａ）および横モード光出力特性であるIm-Iカーブ（図１０Ｂ）を示している。図１０Ａに示すように、Iea-Iカーブにおいては、飽和による極値が見られ、Im-Iカーブにおいては、横モードが不安定になることにより、Iea-Iカーブの極値に対応した注入電流Iopよりも小さい注入電流Iopにおいて極値が見られることがある。横モードが安定な場合は、Im-Iカーブの極値もIea-Iカーブの極値と同じIopの位置で現れる。したがって、Iea-IカーブとIm-Iカーブのそれぞれについて、極値が現れるIopを測定し、両者が一致すれば横モードは安定、一致しなければ横モードは不安定であるとみなすことができる。図１０の例ではIea-Iカーブに極値が現れるIopはIop1、Im-Iカーブに極値が現れるIopはIop2とする。Iop1とIop2が一致すれば、検査対象の半導体レーザ装置の横モードは安定しているので良品と判定して良い。一方、Iop1とIop2が一致しない場合は、検査対象の半導体レーザ装置は横モード異常であると判定できる。

[0031] 実施の形態３の図９Ｂで示したようなIm-Iカーブにおいては、極値が複数存在するため、極値の位置を特定するのが難しい。一方、図１０Ｂで示したようなIm-Iカーブにおいては極値の数が１であるため、このような特性を有する半導体レーザ装置を、実施の形態３で説明した横モード異常の判定方法で判定すると、横モード異常であると判定できない。したがって、実施の形態３および実施の形態４を併用して横モード異常を判定するのが好ましい。

[0032] 実施の形態５．

図１１Ａから図１１Ｅは、実施の形態５による半導体レーザ装置の検査方法を説明するための図である。図１１Ａは、検査対象として、横モードが不安定な半導体レーザ装置である場合に取得された全光出力特性であるIea-Iカーブ、および図１１Ｂは横モード光出力特性であるIm-Iカーブを示している。また、図１１ＣはIea-Iカーブの微分値の曲線、図１１ＤはIm-Iカーブの微分値の曲線、図１１ＥはIea-Iカーブの微分値とIm-Iカーブの微分値との積の値の曲線を示す。本実施の形態５では、Iea-IカーブとIm-Iカーブのそれぞれの微分値の積を求め、ＬＤ１がレーザ発振を始める注入電流であるしきい値電流（Ith）以上の領域において、その符号が正であるときは横モードは安定、負であるときは横モードは不安定であると判定する。

[0033] 例えば、横モードが安定しIea-IカーブとIm-Iカーブの双方が類似の線形波形であるならば、微分値の積はIth以上の領域では常に正の値を取る。しかし、横モードが不安定であり、図１１ＢのようにIm-IカーブがIea-Iカーブと異なる非線形な波形になった場合は、図１１ＥのようにIth以上の領域で、微分値の積は常には正とならず、負の値となる領域が生じる。このような特性を有する半導体レーザ装置は横モード異常であると判定できる。

[0034] 本実施の形態５によれば、実施の形態３のような、Iea-IカーブとIm-Iカーブとで極値の数が異なる場合も、実施の形態４のような、Iea-IカーブとIm-Iカーブとで極値の数は同じであるが、極値の位置が異なる場合も、どちらの場合でも横モード異常と判定できるメリットがある。

[0035] 実施の形態６．

図１２は、実施の形態６による半導体レーザ装置の検査装置１２と、検査対象である半導体レーザ装置１０２の構成を示す概略図である。本実施の形態６は、光検出器を備えない半導体レーザ装置１０２を検査対象とする実施の形態である。半導体レーザ装置１０２は、半導体レーザ（ＬＤ）１と電界吸収型変調器（ＥＡＭ）２とがモノリシックに集積され、両者の光導波路は結合されている。半導体レーザ装置１０２には光検出器を備えていない。こ

のため、半導体レーザ装置の検査装置１２に光検出器（ＰＤ）４０を備え、ＰＤ４０を、半導体レーザ装置１０２が出力するレーザ光の空間分布の一部のみ、すなわち横モードの一部を受光する位置に配置する。ＰＤ４０は、光電流検出器７１を備えたＰＤ電源７０で制御される。

[0036] この構成により、ＰＤ４０が出力する光電流は、実施の形態１および実施の形態３から５で述べた光検出器（ＰＤ）４の光電流Imと同等の振る舞いをする。したがって、ＥＡＭ２の光電流IeaとＰＤ４０の光電流を比較すれば、実施の形態１および実施の形態３から５で説明したのと同様の手法により横モードが異常な半導体レーザ装置１０２を判定することができる。

[0037] 本実施の形態６によれば、半導体レーザ装置の検査装置１２として１個の光検出器を必要とするが、ＥＡＭ２を備えるが光検出器を備えていない半導体レーザ装置１０２を検査対象として、ＥＡＭ２の光電流を測定することで全光出力特性を得ることができる。このため、全光出力特性と横モード光出力特性を比較することにより、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを精度良く判定することができる。

[0038] 実施の形態７．

図１３は、実施の形態７による半導体レーザ装置の検査装置１３と、検査対象である半導体レーザ装置１０３の構成を示す概略図である。本実施の形態７は、電界吸収型変調器（ＥＡＭ）も光検出器も備えない、発光素子としての半導体レーザ（ＬＤ）１のみを備える半導体レーザ装置１０３を検査対象とする実施の形態である。検査対象に光検出器を備えないため、半導体レーザ装置の検査装置１３に、半導体レーザ装置１０３の前端面から出射されるレーザ光の空間分布の一部のみ、すなわち横モードの一部を受光する位置に配置された第一光検出器（第一ＰＤ）４１を備える。また、第一ＰＤ４１に逆バイアス電圧を印加し、光電流検出器７４を備えた第一ＰＤ電源７３を備える。さらに、検査対象にＥＡＭを備えないため、半導体レーザ装置の検査装置１３に、半導体レーザ装置１０３の後端面から出射されるレーザ光の全部を受光する位置に配置された第二光検出器（第二ＰＤ）４２を備える。

また、第二ＰＤ４２に逆バイアス電圧を印加し、光電流検出器７６を備え第二ＰＤ電源７５を備える。

[0039] 以上の構成により、ＰＤ４１が出力する光電流は、実施の形態１および実施の形態３から５で述べたＰＤ４の光電流Imと同等の振る舞いをする。また、ＰＤ４２が出力する光電流は実施の形態１および実施の形態３から５で述べたＥＡＭ２の光電流Ieaと同等の振る舞いをする。したがって、図１４のフロー図に示すように、検査制御器１０によりＬＤ電源５を制御してＬＤ１への注入電流Iopを変化させながら、第一ＰＤ４１および第二ＰＤ４２の光電流を測定することにより、横モード光出力特性および全光出力特性を得る（ステップＳＴ１１）ことができる。さらに、実施の形態１および実施の形態３から５で説明したのと同様の手法により、全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して横モード異常かどうかを判定する（ステップＳＴ４）ことができる。

[0040] 本実施の形態７によれば、半導体レーザ装置の検査装置１３として２個の光検出器を必要とするが、ＥＡＭも光検出器も備えていない半導体レーザ装置１０３を検査対象として、全光出力特性と横モード光出力特性を比較することにより、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを精度良く判定することができる。

[0041] 本願には、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、１つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも１つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも１つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

[0042] １　半導体レーザ（ＬＤ）、２　電界吸収型変調器（ＥＡＭ）、４、４０

光検出器（ＰＤ）、４１　第一ＰＤ、４２　第二ＰＤ、５　ＬＤ（半導体レーザ）電源、６　ＥＡＭ（電界吸収型変調器）電源、７、７０　ＰＤ（光検出器）電源、７３　第一ＰＤ電源、７５　第二ＰＤ電源、３１、３２　窓構造、１１、１２、１３　半導体レーザ装置の検査装置、１００、１０１、１０２、１０３　半導体レーザ装置

請求の範囲

[請求項1] 半導体レーザと、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器と、前記半導体レーザが出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器とが集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、

前記半導体レーザの注入電流と前記光検出器の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップと、

前記電界吸収型変調器に逆バイアス電圧を印加するとともに、前記半導体レーザの注入電流と前記電界吸収型変調器が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得するステップと、

前記全光出力特性と前記横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するステップと、

を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項2] 検査対象である前記半導体レーザ装置は、前記半導体レーザ装置の前端面に窓構造を有し、前記光検出器が前記窓構造内を拡散するレーザ光の一部を受光する位置に配置されてことを特徴とする請求項１に記載の半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項3] 検査対象である前記半導体レーザ装置は、前記半導体レーザ装置の後端面側に窓構造を有し、前記光検出器が前記窓構造内を拡散するレーザ光の一部を受光する位置に配置されていることを特徴とする請求項１に記載の半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項4] 前記横モード光出力特性の特性曲線の極値の数と、前記全光出力特性の特性曲線の極値の数を比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項5] 前記横モード光出力特性の特性曲線の極値の位置と、前記全光出力特性の特性曲線の極値の位置を比較して、検査対象の半導体レーザ装

置が横モード異常であるかどうかを判定することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項6] 前記横モード光出力特性の特性曲線の微分値と、前記全光出力特性の特性曲線の微分値との積を求めて、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定することを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項7] 半導体レーザと、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器と、前記半導体レーザが出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器が集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査装置であって、

前記半導体レーザに注入電流を供給する半導体レーザ電源と、前記電界吸収型変調器に逆バイアス電圧を供給する電界吸収型変調器電源と、前記光検出器に逆バイアス電圧を供給する光検出器電源と、

前記半導体レーザ電源、前記電界吸収型変調器電源、および前記光検出器電源を制御して、前記半導体レーザの注入電流と前記光検出器の出力との関係である横モード光出力特性、および前記半導体レーザの注入電流と前記電界吸収型変調器が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得して、前記全光出力特性と前記横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するよう構成されている検査制御器と

を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置の検査装置。

[請求項8] 前記検査制御器は、前記横モード光出力特性の特性曲線の極値の数と、前記全光出力特性の特性曲線の極値の数を比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するよう構成されていることを特徴とする請求項７に記載の半導体レーザ装置の検査装置。

[請求項9] 前記検査制御器は、前記横モード光出力特性の特性曲線の極値の位置と、前記全光出力特性の特性曲線の極値の位置を比較して、検査対

象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するよう構成されていることを特徴とする請求項７に記載の半導体レーザ装置の検査装置。

[請求項10] 前記検査制御器は、前記横モード光出力特性の特性曲線の微分値と、前記全光出力特性の特性曲線の微分値との積を求めて、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するよう構成されていることを特徴とする請求項７に記載の半導体レーザ装置の検査装置。

[請求項11] 半導体レーザと、この半導体レーザの出力を入力する電界吸収型変調器とが集積された半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、

前記半導体レーザの注入電流と、検査対象の前記半導体レーザ装置が出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップと、

前記電界吸収型変調器に逆バイアス電圧を印加するとともに、前記半導体レーザの注入電流と前記電界吸収型変調器が出力する光電流との関係である全光出力特性を取得するステップと、

前記全光出力特性と前記横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するステップと、

を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置の検査方法。

[請求項12] 半導体レーザを備えた半導体レーザ装置を検査対象とする半導体レーザ装置の検査方法であって、

前記半導体レーザの注入電流と、検査対象の前記半導体レーザ装置が出力するレーザ光の一部のレーザ光強度を検出する光検出器の出力との関係である横モード光出力特性を取得するステップと、

前記半導体レーザの注入電流と、検査対象の前記半導体レーザ装置が出力するレーザ光の全部のレーザ光強度を検出する光検出器の出力

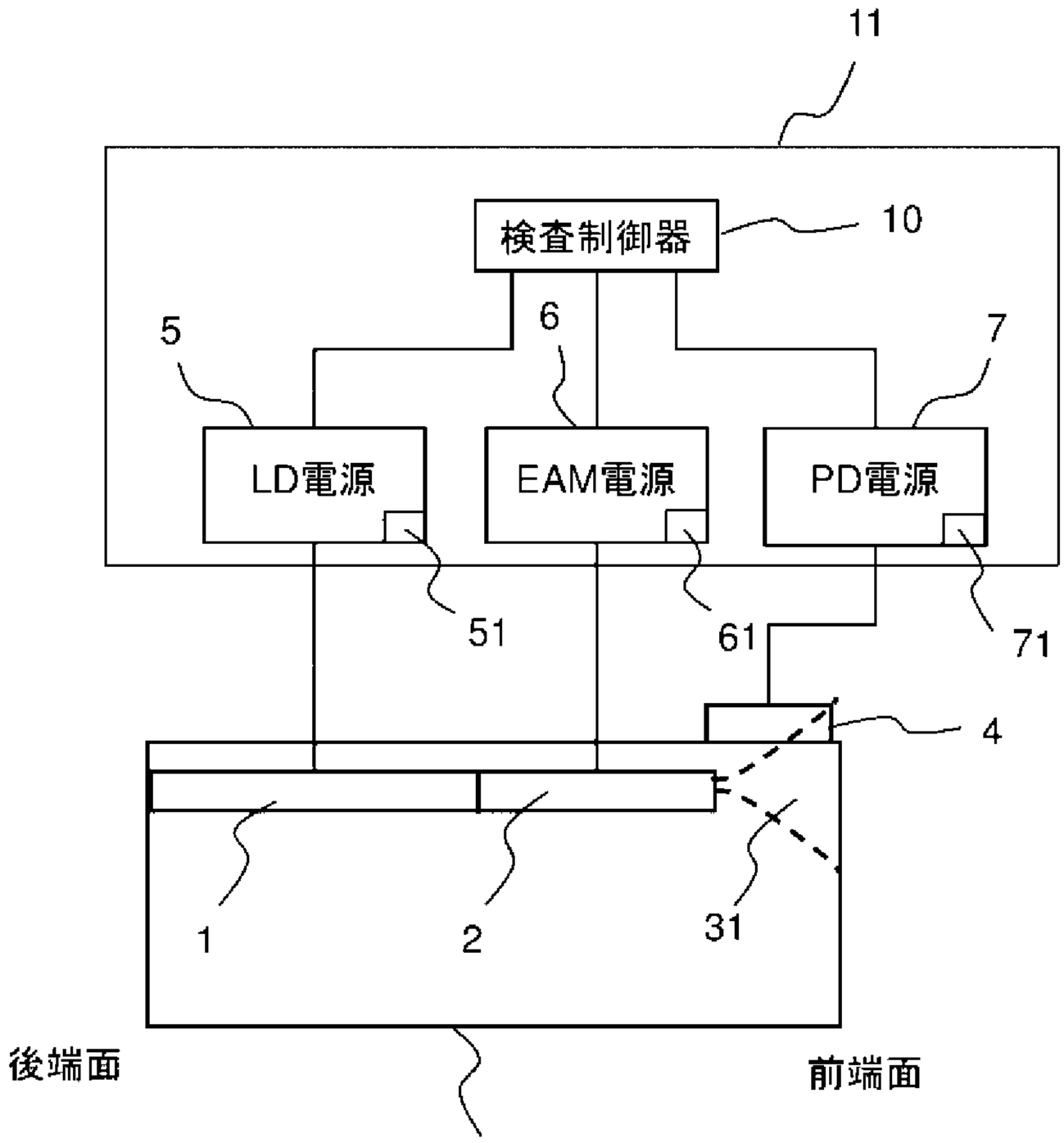
との関係である全光出力特性を取得するステップと、

前記全光出力特性と前記横モード光出力特性とを比較して、検査対象の半導体レーザ装置が横モード異常であるかどうかを判定するステップと、

を備えたことを特徴とする半導体レーザ装置の検査方法。

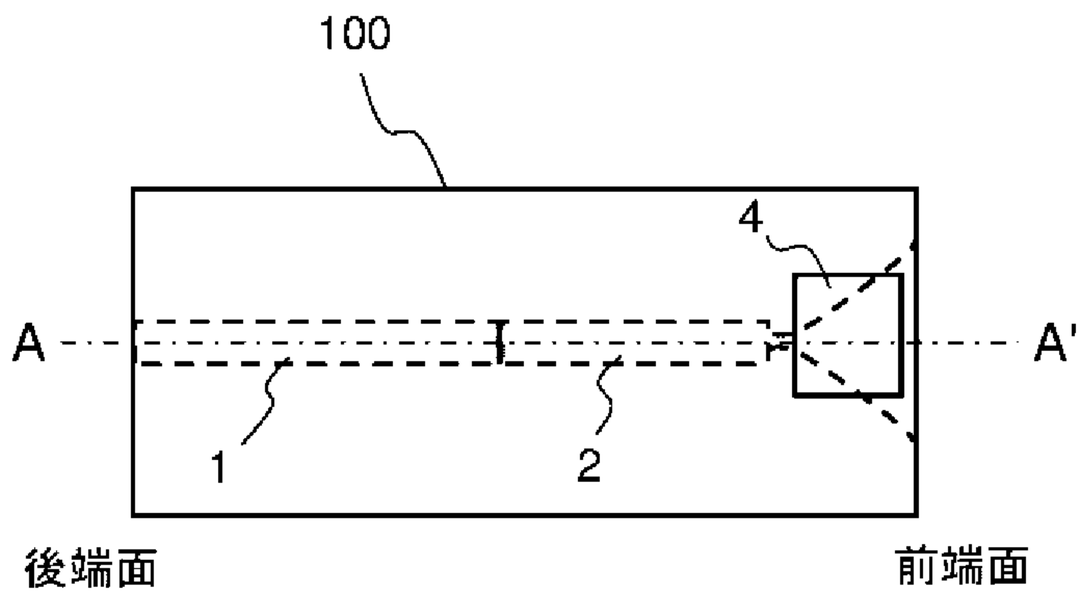
[図1]

図1


11
検査制御器
10
5
6
7
LD電源
EAM電源
PD電源
51
61
71
4
1
2
31
後端面
前端面
100

[図2]

図2


100
4
A
A'
1
2
後端面
前端面

[図3]

図3

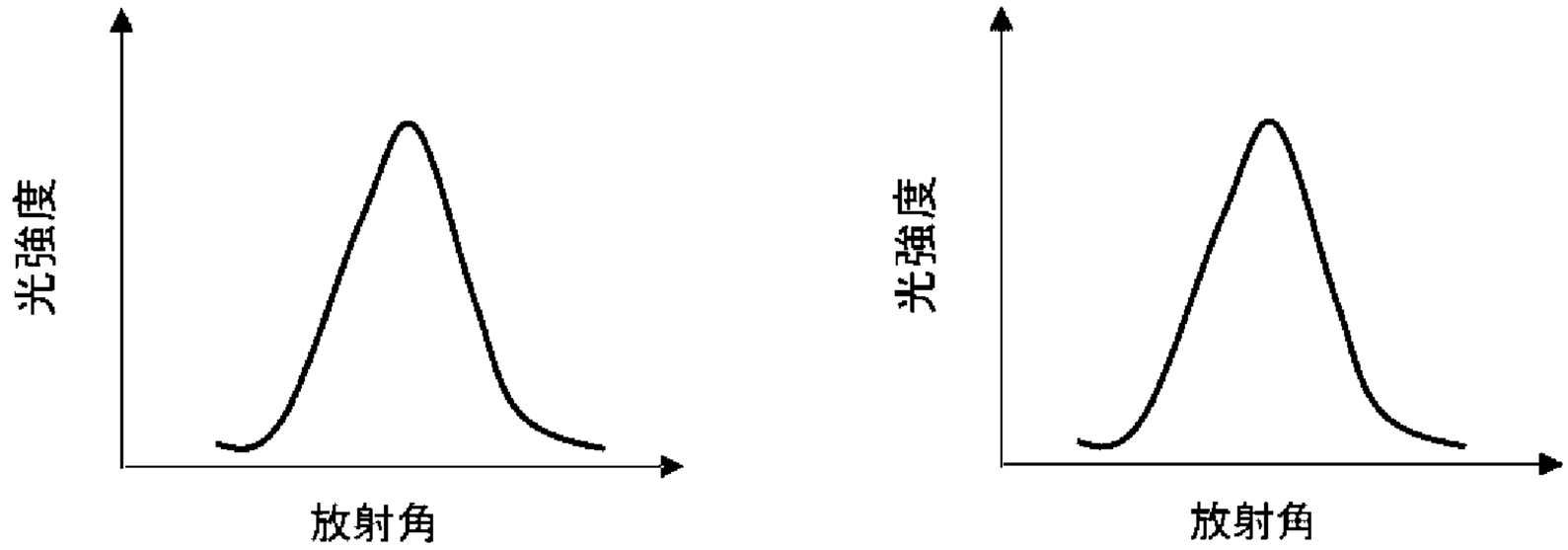


図3A 低電流駆動時　　図3B 高電流駆動時

[図4]

図4

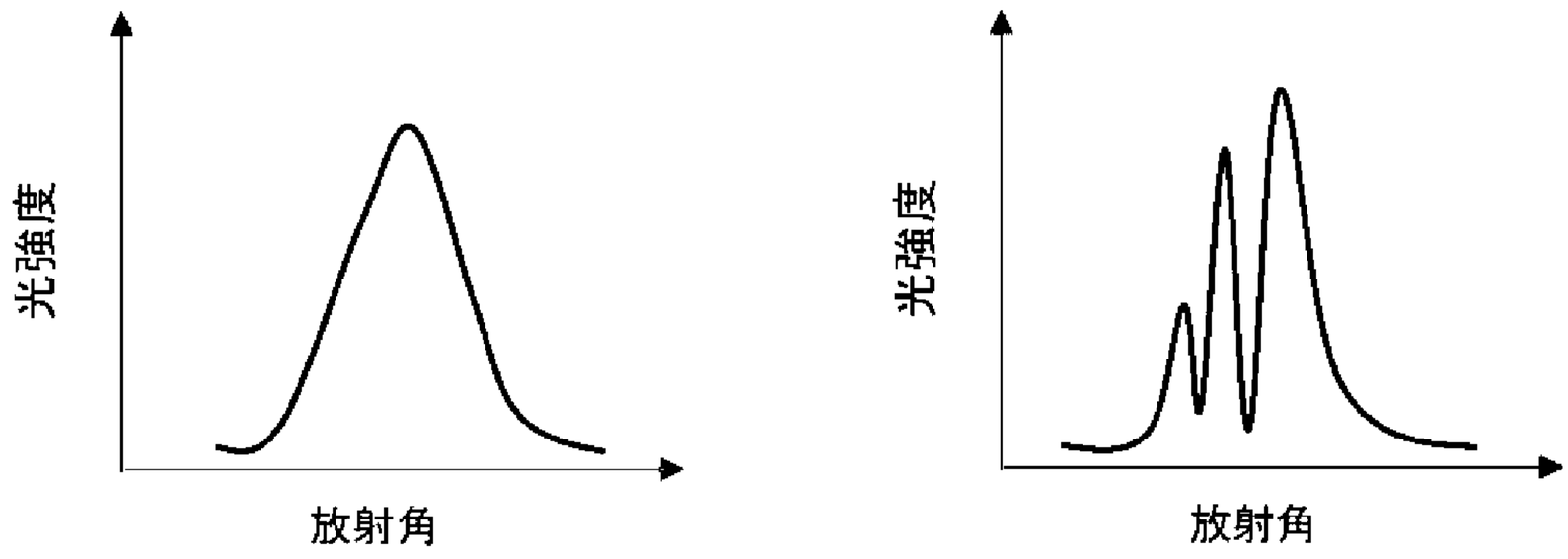


図4A 低電流駆動時　　図4B 高電流駆動時

[図5]

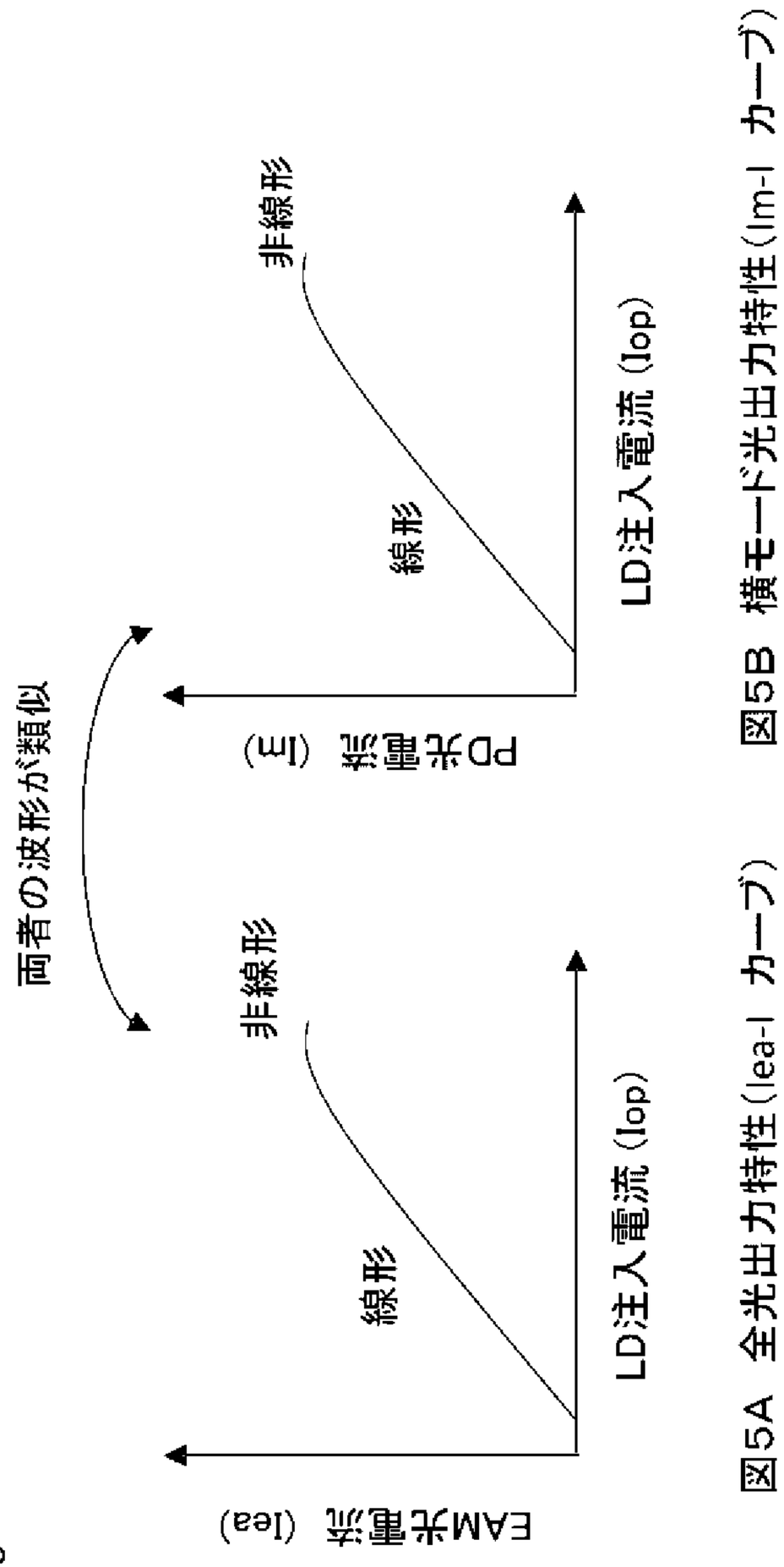

両者の波形が類似
非線形
線形
EAM光電流 (Iea)
LD注入電流 (Iop)
図5A 全光出力特性(Iea-Iop カーブ)
非線形
線形
PD光電流 (Im)
LD注入電流 (Iop)
図5B 横モード光出力特性(Im-Iop カーブ)

図5

[図6]

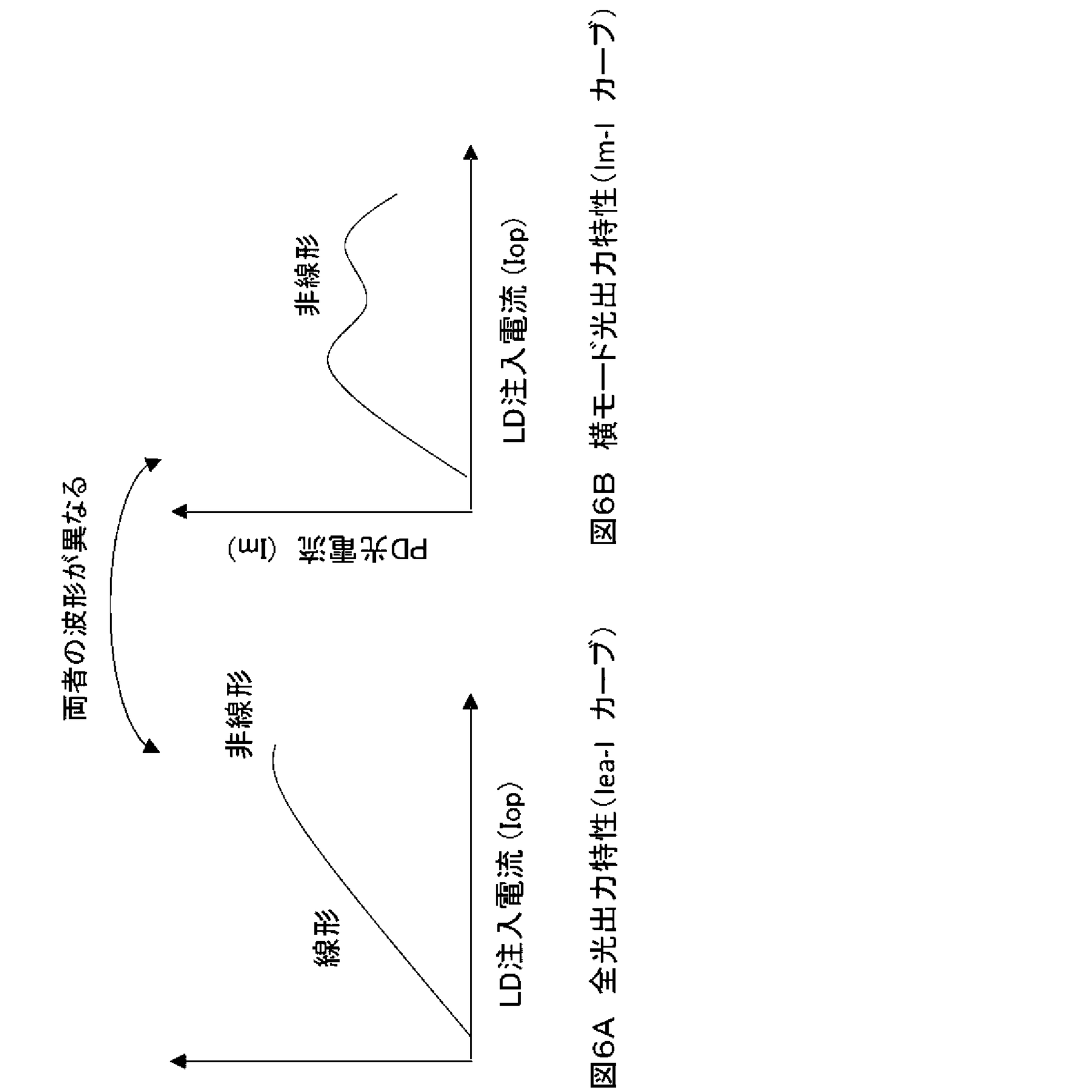


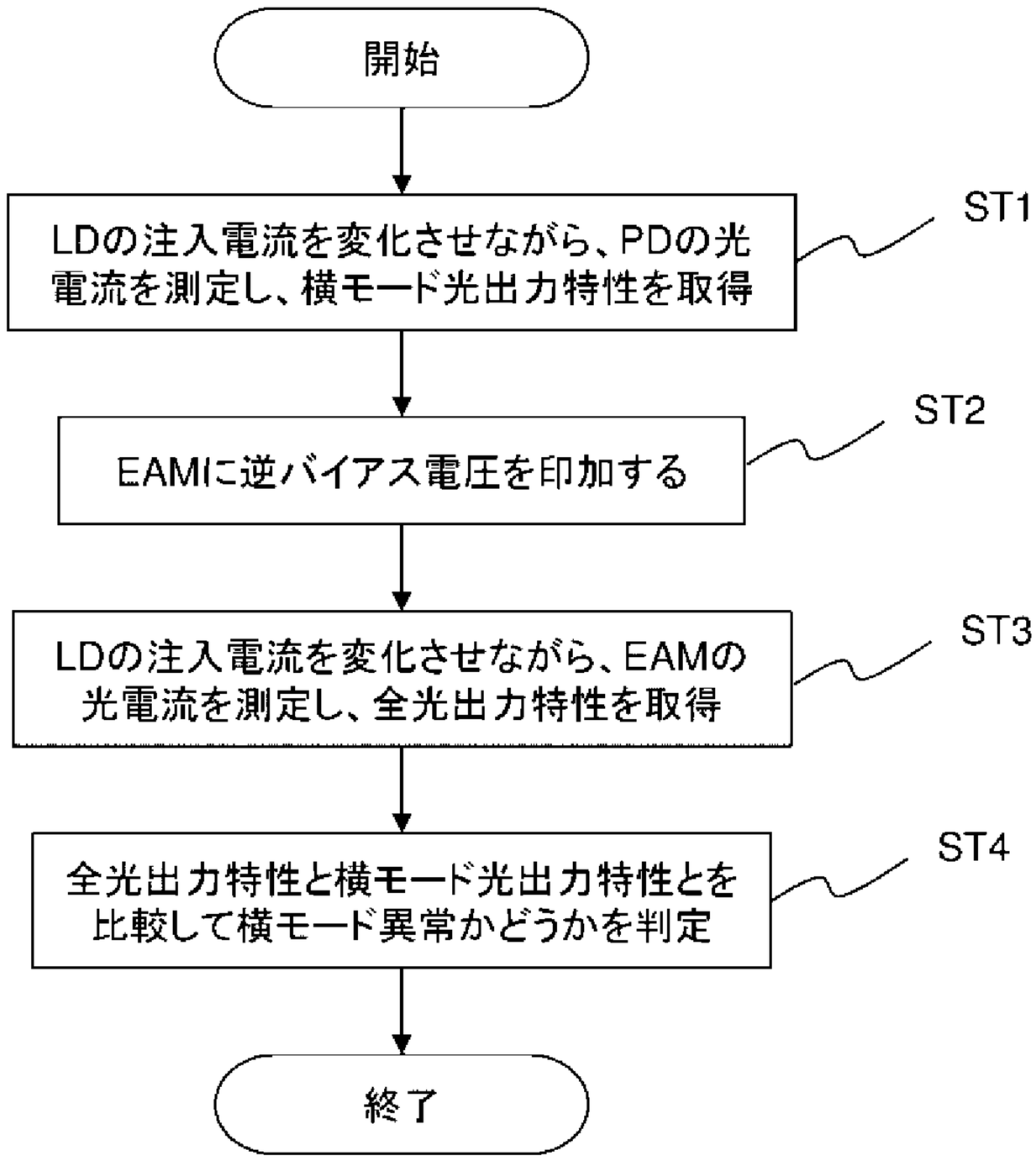
図6A 全光出力特性(Iea-Iop カーブ)

図6B 横モード光出力特性(Im-Iop カーブ)

図6

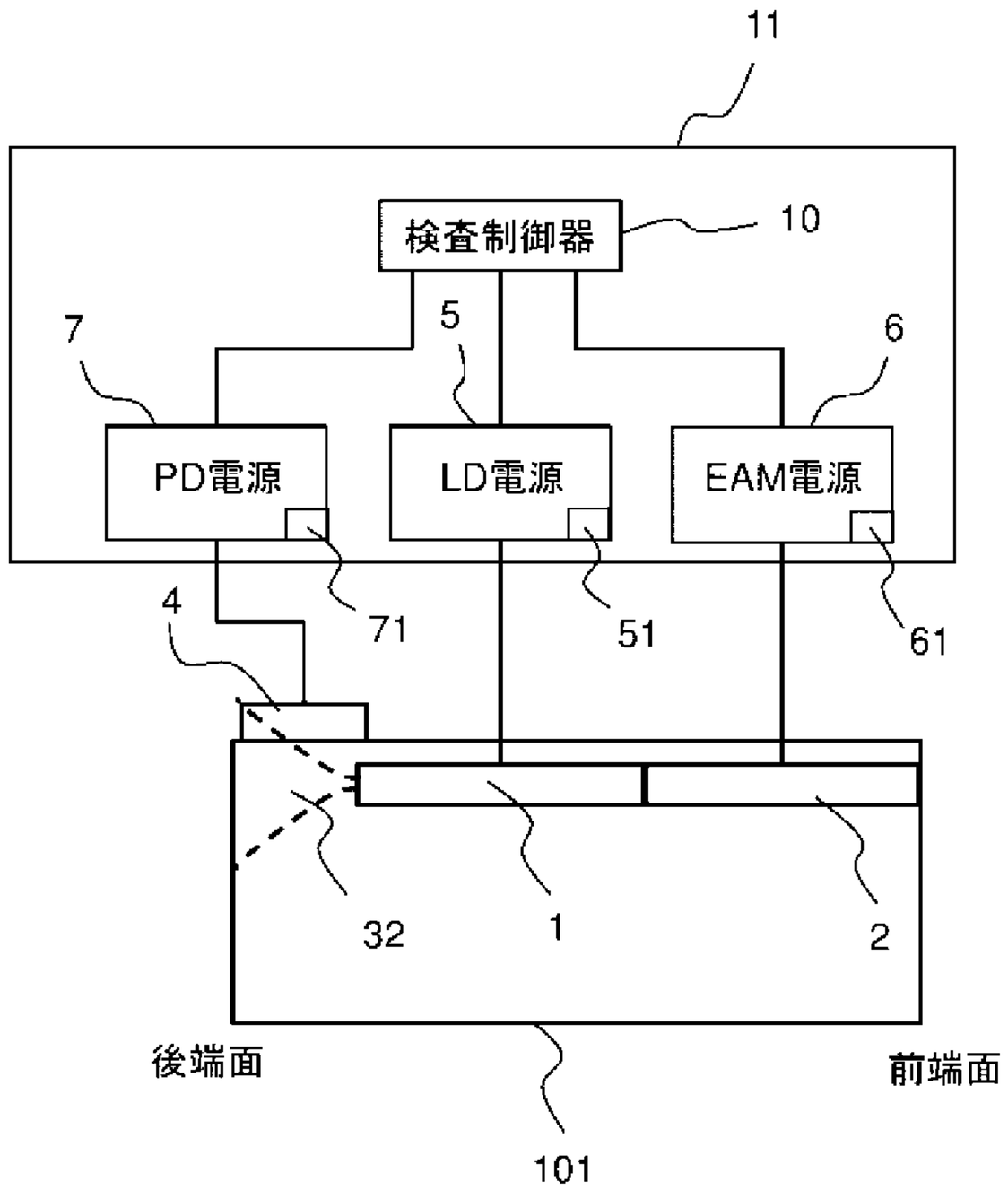
[図7]

図7


開始
LDの注入電流を変化させながら、PDの光電流を測定し、横モード光出力特性を取得
ST1
EAMに逆バイアス電圧を印加する
ST2
LDの注入電流を変化させながら、EAMの光電流を測定し、全光出力特性を取得
ST3
全光出力特性と横モード光出力特性とを比較して横モード異常かどうかを判定
ST4
終了

[図8]

図8



[図9]

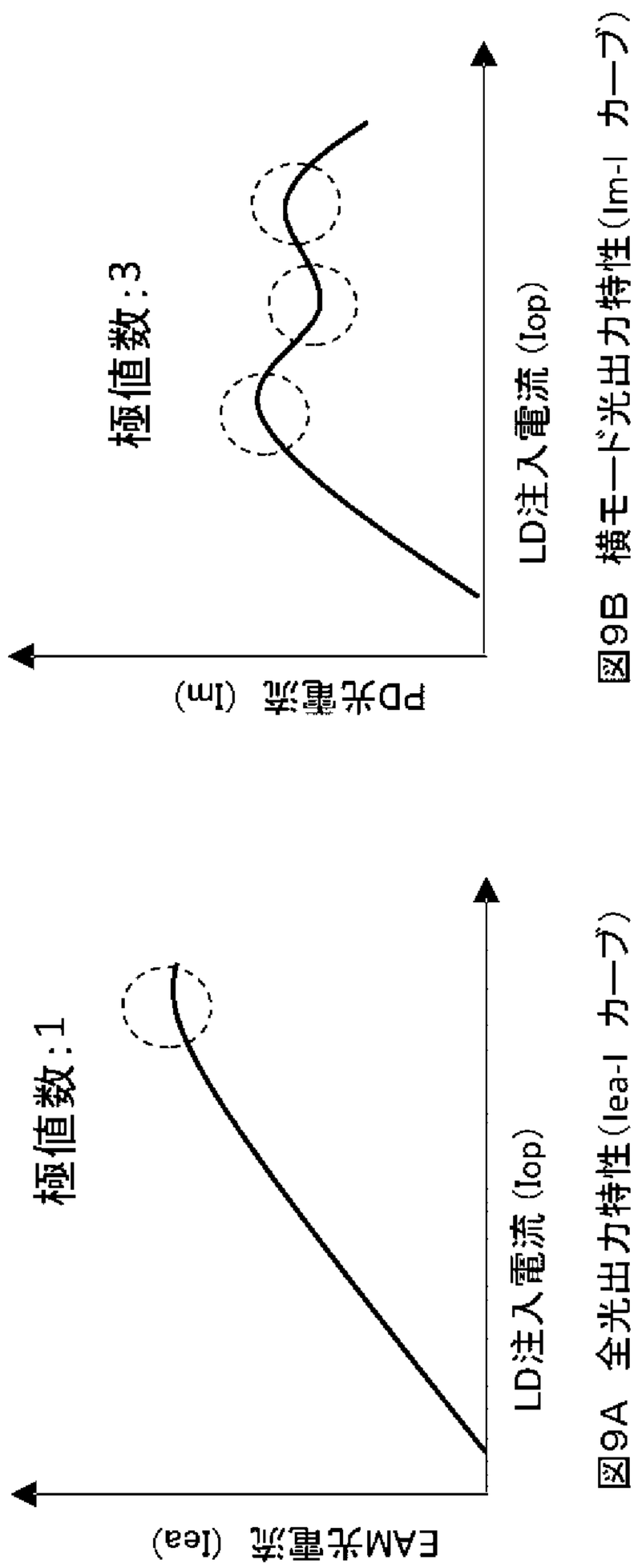


図9B 横モード光出力特性(Im-I カーブ)

図9A 全光出力特性(Iea-I カーブ)

図9

[図10]

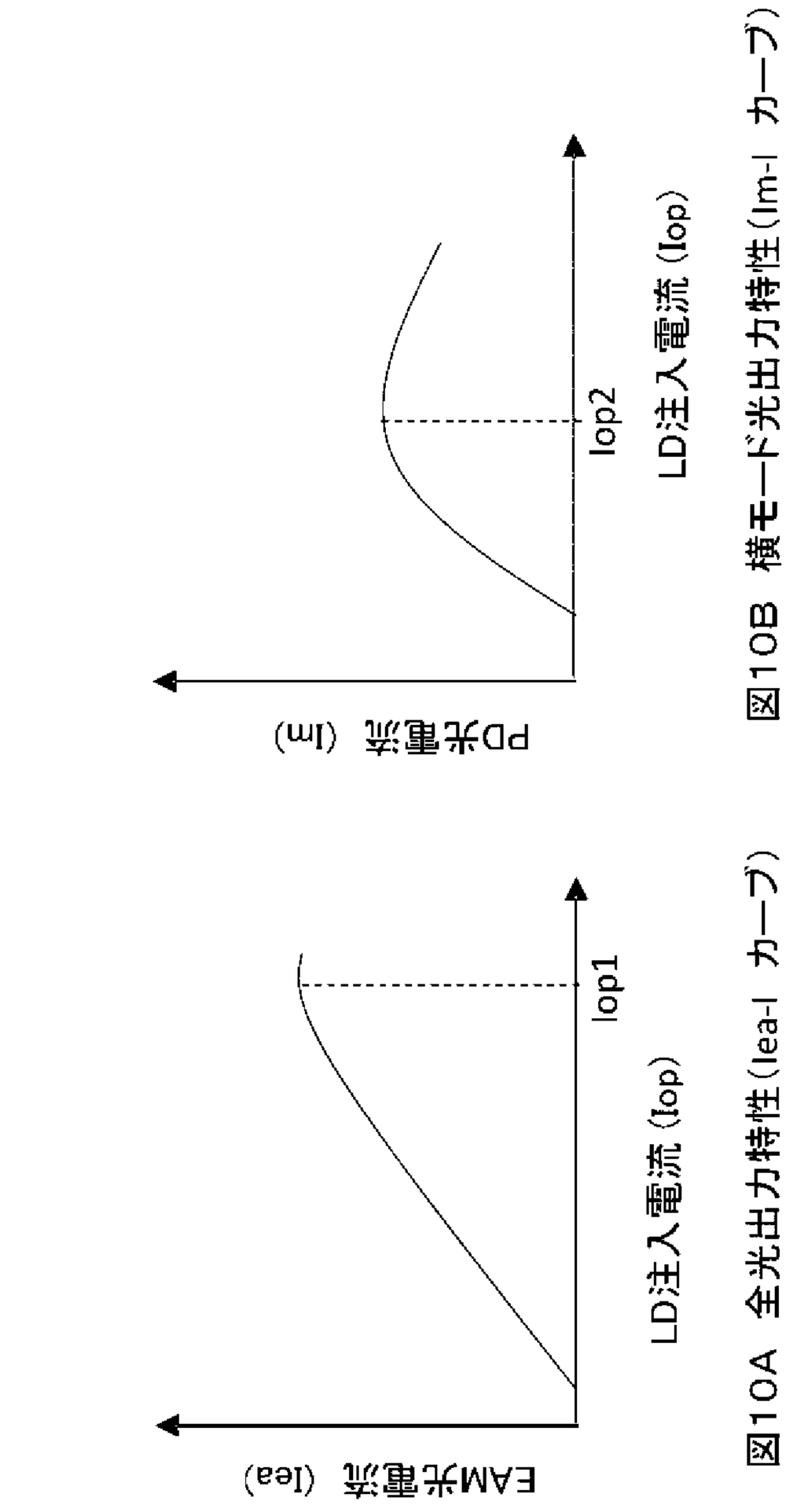

EAM光電流 (Iea)
LD注入電流 (Iop)
Iop1
図10A 全光出力特性(Iea-I カーブ)
PD光電流 (Im)
LD注入電流 (Iop)
Iop2
図10B 横モード光出力特性(Im-I カーブ)

図10

[図11]

図11

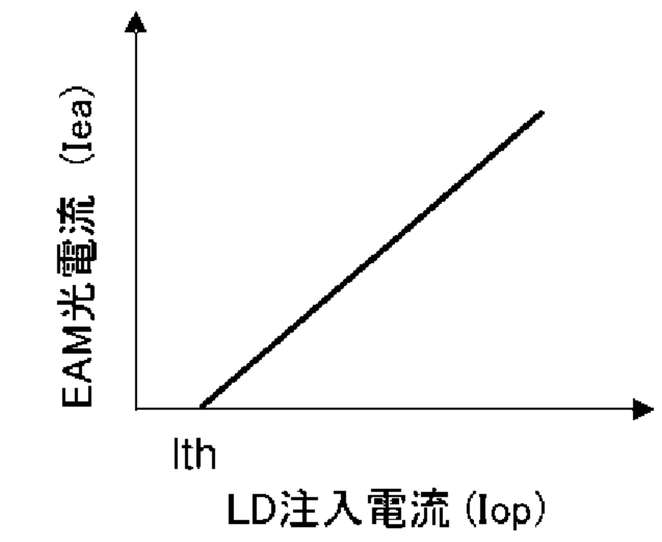


図11A 全光出力特性（Iea-I カーブ）

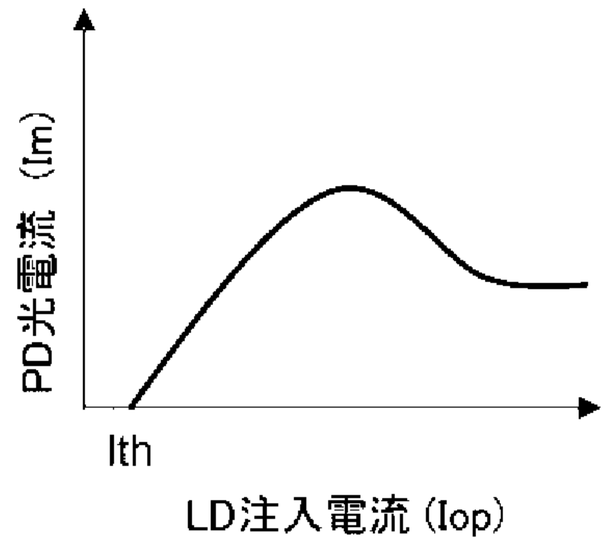


図11B 横モード光出力特性（Im-I カーブ）

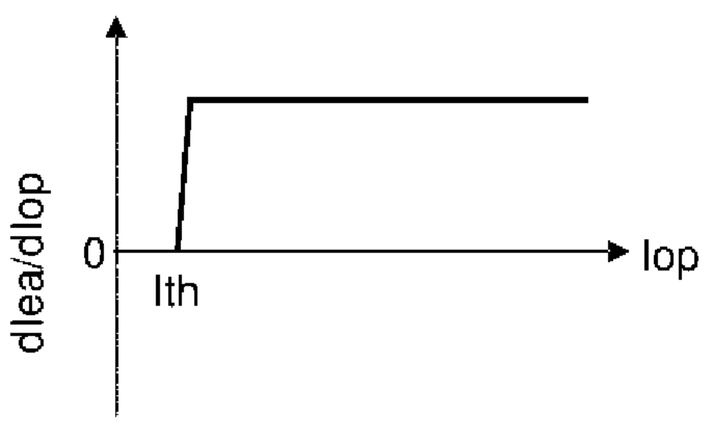


図11C Iea-I カーブの微分値

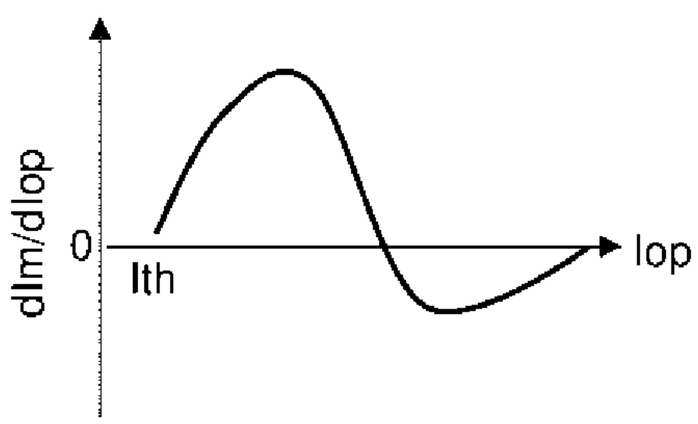


図11D Im-I カーブの微分値

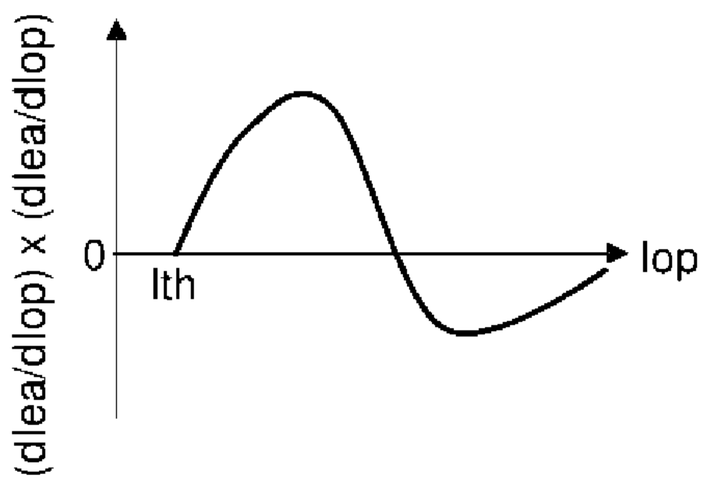
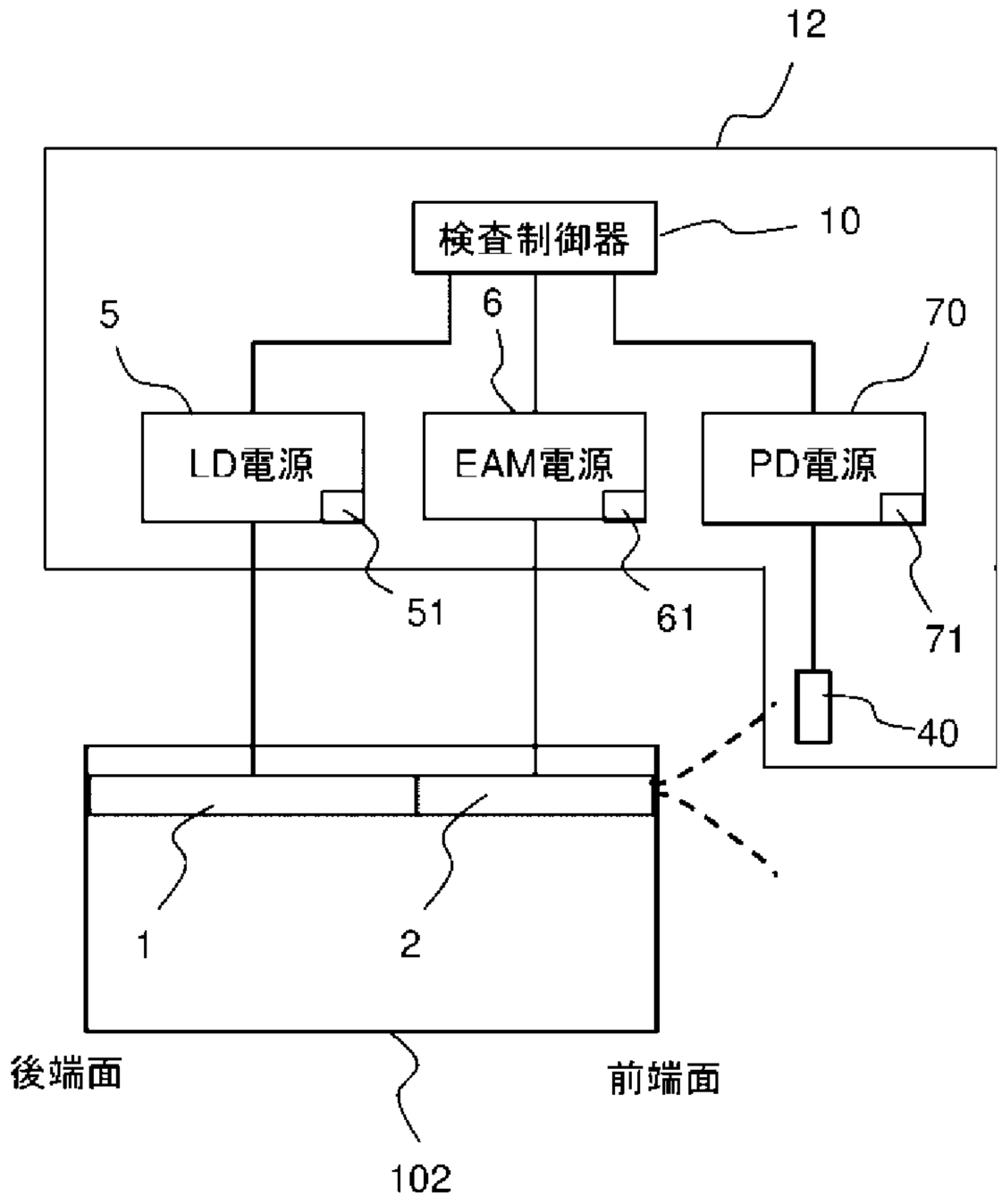


図11E Iea-I カーブの微分値と
Im-I カーブの微分値の積

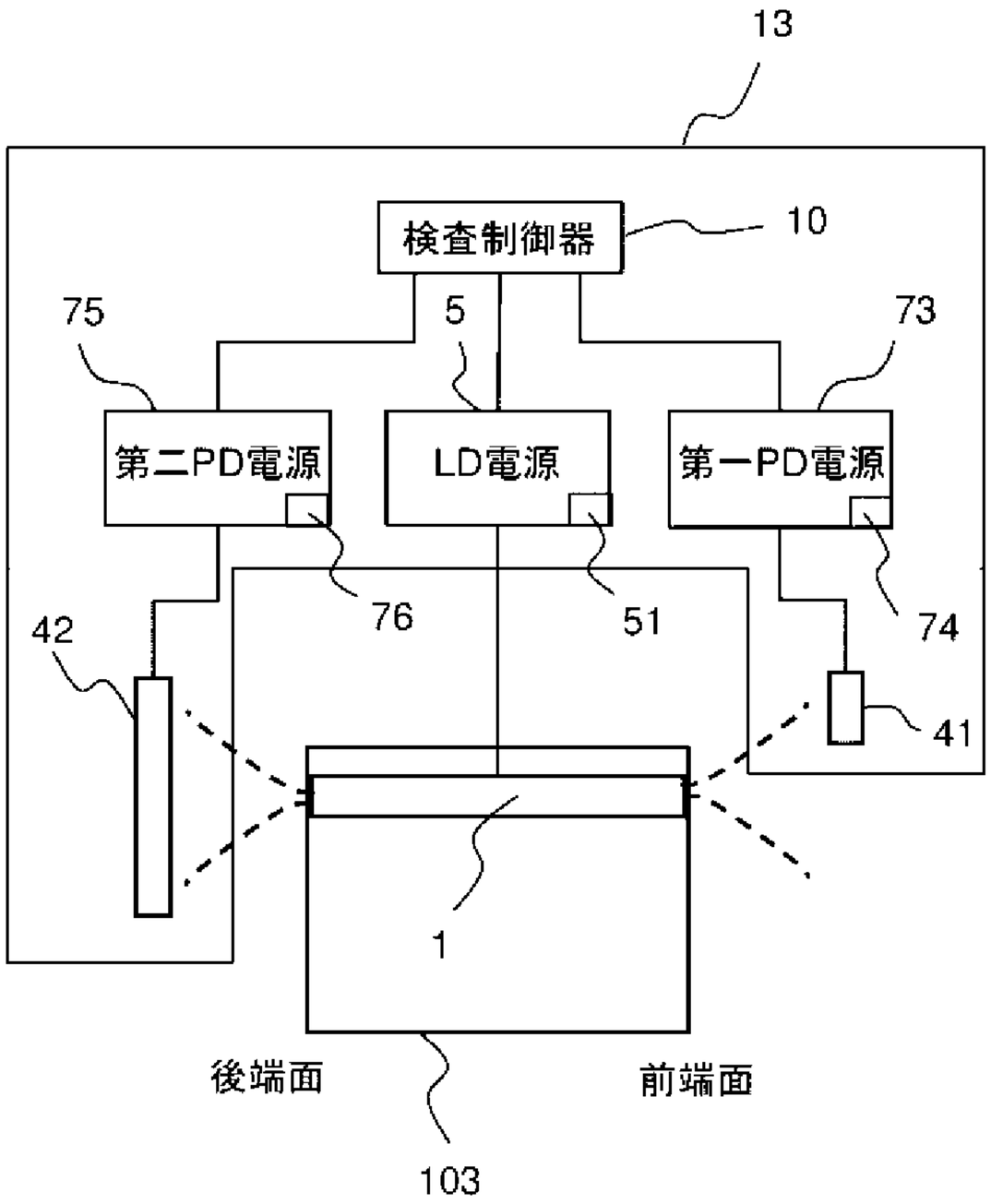
[図12]

図12



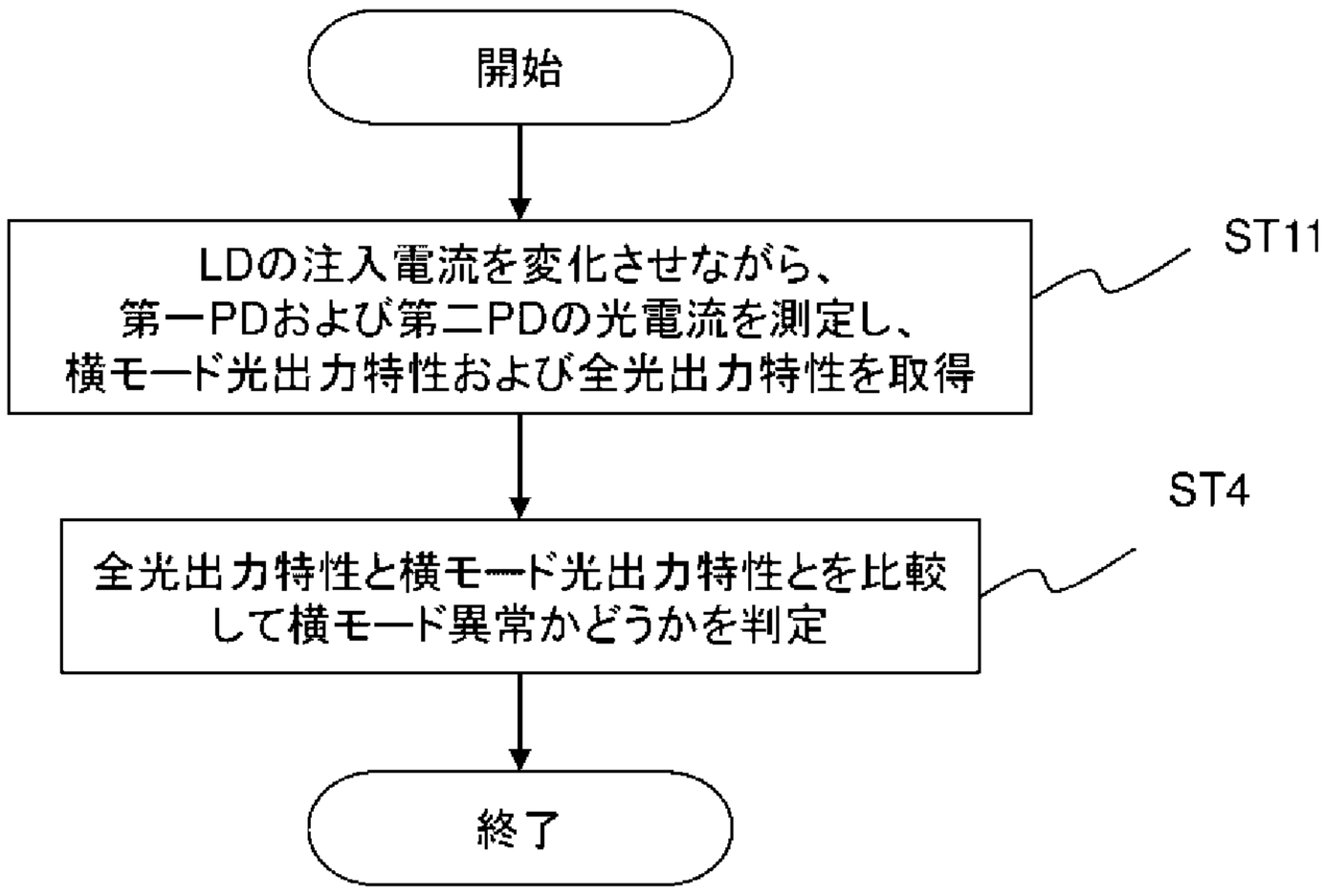
[図13]

図13



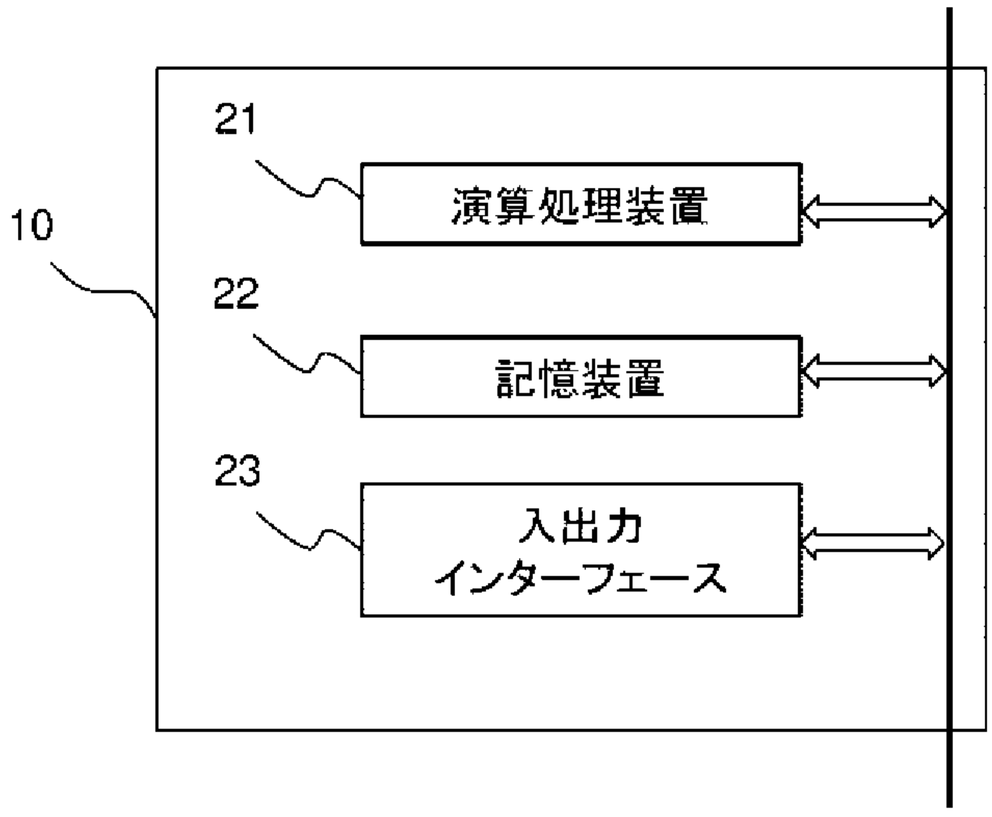
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/000477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01S5/00(2006.01)i, H01S5/026(2006.01)i
FI: H01S5/00, H01S5/026 612, H01S5/026 616

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)
Int. Cl. H01S5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2019-57541 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 11 April 2019, entire text, all drawings	1-12
A	JP 7-307516 A (KOKUSAI DENSHIN DENWA CO., LTD.) 21 November 1995, entire text, all drawings	1-12
A	JP 2007-207999 A (DAITRON TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 August 2007, entire text, all drawings	1-12
A	JP 2005-142324 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 02 June 2005, entire text, all drawings	1-12
A	JP 2006-294999 A (SHARP CORP.) 26 October 2006, entire text, all drawings	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
06.03.2020	17.03.2020
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/JP2020/000477

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 4-259279 A (TOSHIBA CORP.) 14 September 1992, entire text, all drawings	1-12
A	WO 2012/085596 A1 (OGLARO TECHNOLOGY LTD.) 28 June 2012, entire text, all drawings	1-12
A	US 2003/0137023 A1 (STEGMULLER, Bernhard) 24 July 2003, entire text, all drawings	1-12
A	US 4795976 A (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY AT & T BELL LABORATORIES) 03 January 1989, entire text, all drawings	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/000477

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-57541 A	11.04.2019	(Family: none)	
JP 7-307516 A	21.11.1995	(Family: none)	
JP 2007-207999 A	16.08.2007	(Family: none)	
JP 2005-142324 A	02.06.2005	(Family: none)	
JP 2006-294999 A	26.10.2006	(Family: none)	
JP 4-259279 A	14.09.1992	(Family: none)	
WO 2012/085596 A1	28.06.2012	GB 2486715 A	
US 2003/0137023 A1	24.07.2003	DE 10201124 A	
US 4795976 A	03.01.1989	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2020/000477

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01S 5/00(2006.01)i; H01S 5/026(2006.01)i
FI: H01S5/00; H01S5/026 612; H01S5/026 616

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））

H01S5/00-5/50

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	関連する請求項の番号
A	JP 2019-57541 A (日本電信電話株式会社) 11.04.2019 (2019-04-11) 全文，全図	1-12
A	JP 7-307516 A (国際電信電話株式会社) 21.11.1995 (1995-11-21) 全文，全図	1-12
A	JP 2007-207999 A (ダイトロンテクノロジー株式会社) 16.08.2007 (2007-08-16) 全文，全図	1-12
A	JP 2005-142324 A (三洋電機株式会社) 02.06.2005 (2005-06-02) 全文，全図	1-12
A	JP 2006-294999 A (シャープ株式会社) 26.10.2006 (2006-10-26) 全文，全図	1-12
A	JP 4-259279 A (株式会社東芝) 14.09.1992 (1992-09-14) 全文，全図	1-12
A	WO 2012/085596 A1 (OCLARO TECHNOLOGY LTD) 28.06.2012 (2012-06-28) 全文，全図	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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
06.03.2020	17.03.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
高椋　健司 2K 3715
電話番号 03-3581-1101 内線 3255

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/000477

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	US 2003/0137023 A1 (STEGMULLER, Bernhard) 24.07.2003 (2003-07-24) 全文，全図	1-12
A	US 4795976 A (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY AT&T BELL LABORATORIES) 03.01.1989 (1989-01-03) 全文，全図	1-12

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/000477

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-57541	A	11.04.2019	（ファミリーなし）			
JP	7-307516	A	21.11.1995	（ファミリーなし）			
JP	2007-207999	A	16.08.2007	（ファミリーなし）			
JP	2005-142324	A	02.06.2005	（ファミリーなし）			
JP	2006-294999	A	26.10.2006	（ファミリーなし）			
JP	4-259279	A	14.09.1992	（ファミリーなし）			
WO	2012/085596	A1	28.06.2012	GB	2486715	A	
US	2003/0137023	A1	24.07.2003	DE	10201124	A	
US	4795976	A	03.01.1989	（ファミリーなし）			