

(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
2014 年 3 月 6 日(06.03.2014)



(10) 国際公開番号

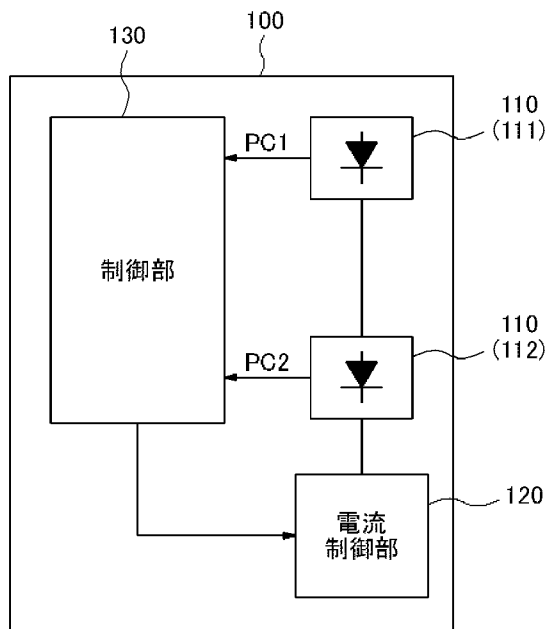
WO 2014/034073 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/0941 (2006.01) H04B 10/29 (2013.01)
H01S 5/0683 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005004
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 26 日(26.08.2013)
- (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 2012-187590 2012 年 8 月 28 日(28.08.2012) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 見上 聡(MIKAMI, Satoshi); 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内 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, 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, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (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,

[続葉有]

(54) Title: EXCITATION LIGHT SOURCE FOR OPTICAL AMPLIFIER AND METHOD FOR CONTROLLING EXCITATION LIGHT SOURCE FOR OPTICAL AMPLIFIER

(54) 発明の名称: 光増幅器の励起用光源およびその制御方法



(57) Abstract: Since configurations of excitation light sources become complicated when reliability of the optical amplifiers is improved in conventional optical amplifiers, this excitation light source for optical amplifiers has a plurality of light emitting units connected in series, a current control unit that controls drive currents flowing in the light emitting units, and a control unit that controls the current control unit. The light emitting units are provided with light output monitor units, respectively, and the control unit controls the current control unit on the basis of output from each of the light output monitor units.

(57) 要約: 光増幅器においては、光増幅器の信頼性を高めると励起光源の構成が複雑になるため、本発明の光増幅器の励起用光源は、直列に接続された複数の発光部と、複数の発光部を流れる駆動電流を制御する電流制御部と、電流制御部を制御する制御部、とを有し、発光部は光出力モニタ部をそれぞれ備え、制御部は、光出力モニタ部の各出力に基づいて電流制御部を制御する。

120 Current control unit
130 Control unit



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))

明 細 書

発明の名称：光増幅器の励起用光源およびその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、光増幅器の励起用光源およびその制御方法に関し、特に、長期信頼性が要求される光増幅器の励起用光源およびその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 光通信システムにおいては、光ファイバ中を伝播して減衰した光信号を増幅するために光増幅器が用いられる。このような光増幅器は、例えば光海底ケーブルシステムにおいては海底に設置された光中継器等で使用されるため、長期間にわたる高信頼性が要求される。

[0003] 光通信システムでは光増幅器として、エルビウム（Er）等の希土類元素を光ファイバに添加し励起用光源によって励起する光ファイバ型の光増幅器が広く用いられている。この場合、光増幅器の長期信頼性を確保するためには、励起用光源に対しても長期間にわたる高信頼性が要求される。

[0004] このような励起用光源を用いた光増幅器の一例が特許文献１に記載されている。特許文献１に記載された関連する光増幅器は、駆動回路４aにより駆動される励起光源５a、駆動回路４bにより別途駆動される励起光源５b、光電気変換器１１a、光電気変換器１１b、電圧合成器１２、比較器１３、および基準電圧発生器９を有する。ここで、光電気変換器１１aは、励起光源５aにより発生された励起光の一部を光電気変換し、光電気変換器１１bは、励起光源５bにより発生された励起光の一部を光電気変換する。電圧合成器１２は、光電気変換器１１a、１１bにより光電気変換された電圧信号を合成する。比較器１３は、電圧合成器１２から出力された電圧信号と基準電圧発生器９からの基準電圧とを比較し、その電圧信号が基準電圧一定となるような可変制御信号を駆動回路４bに出力する。

[0005] ここで、励起光源５aはその励起光出力にかかわらず、一定の駆動電流で駆動される。この励起光源５aが劣化してその励起光出力が低下すると、光

合波された合波光が低下し、その結果、電圧合成器 1 2 からの電圧信号が低下する。すると、駆動回路 4 b は、電圧信号が予め設定された一定値になるまで励起光源 5 b の励起光出力を上げる。このようにして、励起光源 5 a が劣化しても希土類添加光ファイバ 1 に供給される励起光は一定に保たれ、安定した光増幅特性が得られる、としている。

[0006] また、特許文献 2 には、複数の励起光源、出力レベル検出手段、出力レベル制御手段、励起光レベル検出手段、励起光レベル制御手段、および光合波手段を有する光増幅器が記載されている。ここで、出力レベル検出手段は、光増幅器の出力光信号のレベルを検出する。出力レベル制御手段は、検出された出力光レベル信号に基づいて出力光レベルが安定化するように複数の励起光源のうちの一励起光源を制御する。励起光レベル検出手段は、一励起光源以外の励起光源が出力する励起光のレベルをそれぞれ検出する。励起光レベル制御手段は、検出された各励起光レベル信号に基づいて各励起光レベルが安定化するように各励起光源を制御する。光合波手段は、全ての励起光源が出力する励起光を合波して光増幅するための励起光を生成する。

[0007] このような構成とすることにより、特許文献 2 に記載された関連する光増幅器によれば、励起光源を複数有していても、簡単な構成で出力レベル制御を実現できる、としている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献 1：特開 2006-128382 号公報（段落「0015」～「0019」、図 2）

特許文献 2：特開平 7-253602 号公報（段落「0008」～「0020」、図 1）

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 上述したように、関連する光増幅器においては、光増幅器の信頼性を高め

るために、複数の励起光源を用いた冗長構成を採用している。しかしながら、複数の励起光源を個別に制御することとしているので、冗長度を高めると、励起光源の構成が複雑になるという問題があった。

[0010] このように、関連する光増幅器においては、光増幅器の信頼性を高めると励起光源の構成が複雑になる、という問題があった。

[0011] 本発明の目的は、上述した課題である、関連する光増幅器においては、光増幅器の信頼性を高めると励起光源の構成が複雑になる、という課題を解決する光増幅器の励起用光源およびその制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の光増幅器の励起用光源は、直列に接続された複数の発光部と、複数の発光部を流れる駆動電流を制御する電流制御部と、電流制御部を制御する制御部、とを有し、発光部は光出力モニタ部をそれぞれ備え、制御部は、光出力モニタ部の各出力に基づいて電流制御部を制御する。

[0013] また、本発明の光増幅器の励起用光源は、第1の光出力モニタ部をそれぞれ備えた複数の第1の発光部と第1の電流制御部が直列に接続された第1の光源部と、第2の光出力モニタ部をそれぞれ備えた複数の第2の発光部と第2の電流制御部が直列に接続された第2の光源部と、第1の光出力モニタ部の出力と第2の光出力モニタ部の出力に基づいて、第1の電流制御部と第2の電流制御部を制御する制御部、とを有し、第1の光源部と第2の光源部は並列に接続され、第1の電流制御部は、第1の発光部を流れる第1の駆動電流を制御し、第2の電流制御部は、第2の発光部を流れる第2の駆動電流を制御する。

[0014] 本発明の光増幅器の励起用光源の制御方法は、複数の発光部に直列に駆動電流を供給し、複数の発光部の光出力の一部をそれぞれ検知し、検知した結果に基づいて、駆動電流を制御する。

[0015] また、本発明の光増幅器の励起用光源の制御方法は、複数の第1の発光部に直列に第1の駆動電流を供給し、複数の第2の発光部に直列に第2の駆動電流を供給し、複数の第1の発光部の光出力の一部をそれぞれ検知して第1

の光電流を取得し、複数の第２の発光部の光出力の一部をそれぞれ検知して第２の光電流を取得し、第１の光電流と第２の光電流の総和が一定となるように、第１の駆動電流と第２の駆動電流を制御する。

発明の効果

[0016] 本発明の光増幅器の励起用光源およびその制御方法によれば、光増幅器の高信頼性を実現する簡易な構成の光増幅器の励起用光源が得られる。

図面の簡単な説明

[0017] [図１]本発明の第１の実施形態に係る光増幅器の励起用光源の構成を示すブロック図である。

[図２]本発明の第２の実施形態に係る光増幅器の励起用光源の構成を示すブロック図である。

[図３]本発明の第２の実施形態に係る光増幅器の励起用光源の制御部の動作を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

[0019] [第１の実施形態]

図１は、本発明の第１の実施形態に係る光増幅器の励起用光源１００の構成を示すブロック図である。光増幅器の励起用光源１００は、直列に接続された複数の発光部１１０、これらの複数の発光部１１０を流れる駆動電流を制御する電流制御部１２０、および電流制御部１２０を制御する制御部１３０を有する。ここで、発光部１１０は光出力モニタ部をそれぞれ備える。制御部１３０は、光出力モニタ部の各出力に基づいて電流制御部１２０を制御する。図１では、光増幅器の励起用光源１００が２個の発光部１１１、１１２を備えた場合について示したが、これに限らず、３個以上の発光部が直列に接続された構成としてもよい。この場合でも電流制御部１２０は１個だけ備えればよい。

[0020] ここで、発光部１１０は半導体レーザ（*L a s e r D i o d e : L D*）を備え、光出力モニタ部はフォトダイオード（*P h o t o d i o d e : P D*）

）を備えた構成とすることができる。フォトダイオードは半導体レーザの光出力に応じた光電流 $PC1$ 、 $PC2$ をそれぞれ制御部130に出力する。そして制御部130は、光電流 $PC1$ と $PC2$ の総和が一定となるように、駆動電流の値である駆動電流設定値を決定し、駆動電流がこの駆動電流設定値と略同一となるように電流制御部120を制御する構成とすることができる。

[0021] このように、本実施形態による光増幅器の励起用光源100は、発光部として複数の典型的には半導体レーザ(LD)を直列に接続した構成である(例えば、図1に示す場合は2個)。ここで、各半導体レーザの発光効率(電気-光変換効率)は略等しいことが望ましい。そして、半導体レーザの後方光出力モニタ用として半導体レーザに内蔵したフォトダイオード(PD)の電流の総和が一定となるように、複数の半導体レーザに流れる電流を制御する。これにより、個々の半導体レーザに何らかの障害が発生した場合であっても、光増幅器の励起用光源100の光出力の総和を一定に保つことができる。その結果、光増幅器の出力も長期間にわたり一定に維持することが可能となる。

[0022] 次に、本実施形態による光増幅器の励起用光源の制御方法について説明する。本実施形態による光増幅器の励起用光源の制御方法においては、まず、複数の発光部に直列に駆動電流を供給する。そして、これらの複数の発光部の光出力の一部をそれぞれ検知し、検知した結果に基づいて、発光部の駆動電流を制御する。ここで、複数の発光部の光出力の一部を検知して光電流をそれぞれ取得し、このときの光電流の総和が一定となるように駆動電流を制御する構成とすることができる。

[0023] 上述したように本実施形態によれば、複数の発光部110を有する冗長構成とした場合であっても、1個の電流制御部を備えた構成とすることができる。そのため、本実施形態によれば、光増幅器の高信頼性を実現する簡易な構成の光増幅器の励起用光源100が得られる。

[0024] また一般に、光増幅器の安定な出力を長期間にわたって維持するためには

、励起用光源の光出力も長期間にわたって安定に保つことが必要である。しかし、励起用光源の発光部に用いられる半導体レーザ等は光学部品であるため、部品固有の障害モードにより、その光出力が低下する可能性がある。しかしながら本実施形態の光増幅器の励起用光源によれば、複数の半導体レーザの一部で光出力の低下が発生した場合であっても、励起用光源としての励起光出力を長期間にわたって確保することが可能である。そのため、光増幅器の出力を長期間にわたって維持することができる。

[0025] 〔第２の実施形態〕

次に、本発明の第２の実施形態について説明する。図２は、本発明の第２の実施形態に係る光増幅器の励起用光源２０００の構成を示すブロック図である。光増幅器の励起用光源２０００は、第１の光源部２１００、第１の光源部２１００と並列に接続された第２の光源部２２００、および制御部２３００を有する。

[0026] 第１の光源部２１００は、第１の光出力モニタ部をそれぞれ備えた複数の第１の発光部２１１０と第１の電流制御部２１２０が直列に接続された構成である。また、第２の光源部２２００は、第２の光出力モニタ部をそれぞれ備えた複数の第２の発光部２２１０と第２の電流制御部２２２０が直列に接続された構成である。ここで、第１の電流制御部２１２０は第１の発光部２１１０を流れる第１の駆動電流Ｉ１を制御し、第２の電流制御部２２２０は第２の発光部２２１０を流れる第２の駆動電流Ｉ２を制御する。

[0027] 制御部２３００は、第１の光出力モニタ部の出力と第２の光出力モニタ部の出力に基づいて、第１の電流制御部２１２０と第２の電流制御部２２２０を制御する。

[0028] 図２では、第１の光源部２１００および第２の光源部２２００は、それぞれ２個の第１の発光部２１１１、２１１２および第２の発光部２２１１、２２１２を備えた場合について示す。しかし、これに限らず、それぞれ３個以上の発光部が直列に接続された構成としてもよい。この場合であっても、第１の光源部２１００および第２の光源部２２００には、第１の電流制御部２

120および第2の電流制御部2220をそれぞれ一個ずつ備えればよい。

[0029] このような構成としたことにより、本実施形態の光増幅器の励起用光源2000によれば、発光部の個数に比べて電流制御部の個数を削減することができるので、光増幅器の高信頼性を実現する簡易な構成の光増幅器の励起用光源が得られる。さらに、第1の光源部2100と第2の光源部2200が並列に接続された構成としているので、いずれかの発光部が故障して、一方の光源部の回路が切断状態となった場合であっても、他方の光源部により光出力を維持することができる。そのため本実施形態の光増幅器の励起用光源2000によれば、光増幅器のさらなる高信頼性を実現することができる。

[0030] ここで、第1の発光部2110および第2の発光部2210はそれぞれ半導体レーザ（図2中のLD1、LD2、LD3、LD4）を備えた構成とすることができる。ここで、各半導体レーザの発光効率（電気－光変換効率）は略等しいことが望ましい。また、第1の光出力モニタ部および第2の光出力モニタ部はそれぞれフォトダイオードを備えた構成とすることができる。これらのフォトダイオードは半導体レーザの光出力に応じた光電流（PC1、PC2、PC3、PC4）をそれぞれ出力する。そして制御部2300は光電流の総和（ $PC1 + PC2 + PC3 + PC4$ ）が一定となるように、第1の電流制御部2120と第2の電流制御部2220を制御する構成とすることができる。

[0031] 次に、制御部2300の構成について、さらに詳細に説明する。制御部2300は、第1の駆動電流制御部2310、第2の駆動電流制御部2320、および駆動電流設定部2330を備えた構成とすることができる。

[0032] ここで、駆動電流設定部2330は、光電流の総和（ $PC1 + PC2 + PC3 + PC4$ ）が一定となるように、第1の駆動電流の値である第1の駆動電流設定値と、第2の駆動電流の値である第2の駆動電流設定値を決定する。

[0033] そして、第1の駆動電流制御部2310は、第1の駆動電流I1が第1の駆動電流設定値と略同一となるように第1の電流制御部2120を制御する

。また、第2の駆動電流制御部2320は、第2の駆動電流I2が第2の駆動電流設定値と略同一となるように第2の電流制御部2220を制御する。

[0034] このような構成とすることにより、複数の半導体レーザ(LD)の一部で光出力の低下が発生した場合であっても、各半導体レーザ(LD)の光出力に応じた光電流の総和($PC1 + PC2 + PC3 + PC4$)は一定に保たれる。そのため、このような場合であっても、励起用光源としての励起光出力を一定に保持することが可能である。その結果、光増幅器の出力を長期間にわたって維持することができる。

[0035] 次に、本実施形態による光増幅器の励起用光源2000の動作について説明する。駆動電流設定部2330は、各半導体レーザの光出力モニタ部としてのフォトダイオードから、各半導体レーザの光出力に応じた光電流(PC1、PC2、PC3、PC4)を取得する。そして、この光電流に基づいて各半導体レーザの動作状態が正常動作であるか故障動作であるかを判別する。

[0036] その結果、故障動作状態にある半導体レーザが存在すると判断した場合、駆動電流設定部2330は上述した第1の駆動電流設定値および第2の駆動電流設定値の少なくとも一方を増大する。このとき、第1の駆動電流制御部2310(または第2の駆動電流制御部2320)は、第1の駆動電流I1(または第2の駆動電流I2)が、増大した後の駆動電流設定値と略同一となるように第1の電流制御部2120(または第2の電流制御部2220)を制御する。

[0037] これにより、複数の半導体レーザ(LD)の一部が故障状態となり、光出力が低下した場合であっても、各半導体レーザ(LD)の光出力に応じた光電流の総和($PC1 + PC2 + PC3 + PC4$)を一定に保つことができる。その結果、励起用光源としての励起光出力を一定に保持することが可能となる。

[0038] 続いて、本実施形態による光増幅器の励起用光源2000の動作について、図3を用いて具体的に説明する。

[0039] 図3は、発光部としての半導体レーザ（LD）の故障時における制御論理の一例を示す図であり、4個の半導体レーザ（LD）を使用した場合について示す。図3の縦の行は、故障動作状態にある半導体レーザの個数（ p ）による分類である。また、横の各列は各半導体レーザ（LD）の光出力、具体的には各フォトダイオードの光電流（PC）毎の分類、および各半導体レーザ（LD）の駆動電流 I_1 、 I_2 を示す。同図中、記号「○」は半導体レーザの動作状態が正常動作である場合を、記号「×」は半導体レーザの動作状態が故障動作である場合をそれぞれ示す。

[0040] 制御部2300は、それぞれの半導体レーザ（LD）の動作状態に応じた論理演算に基づいて、各半導体レーザ（LD）に流れる駆動電流（ I_1 および I_2 ）を制御する。これにより、各半導体レーザの光出力の総和である励起光出力が一定となるようにフィードバック制御を行う。

[0041] 4個の半導体レーザがいずれも正常動作している場合（図3の1行目）、駆動電流 I_1 および I_2 をそれぞれ「1」とすると、各半導体レーザの光出力の総和である励起光出力は「4 I」に比例する値となる。

[0042] 4個の半導体レーザのうち、例えば、半導体レーザLD4（PC4）のみが故障した場合（図3中の2行目）、半導体レーザLD1とLD2に流れる駆動電流 I_1 、および半導体レーザLD3とLD4に流れる駆動電流 I_2 をそれぞれ $4/3$ 倍にする。このとき、半導体レーザLD4からの光出力は得られないが、半導体レーザLD1とLD2、およびLD3からは「 $(4/3) I$ 」に比例する光出力がそれぞれ得られる。したがって、各半導体レーザの光出力の総和である励起光出力としては、「4 I」に比例する値が得られる。すなわち、3個の半導体レーザで4個の半導体レーザを用いたときと同じ励起光出力を確保することが可能となる。

[0043] なお、上述の説明では、4個の半導体レーザを同時に使用することとしたが、これに限らず、初期動作時は4個の半導体レーザのうち2個だけを使用し、残りの2個の半導体レーザは非動作とし、予備系として用いることとしてもよい。例えば、半導体レーザLD1が故障した場合には、半導体レーザ

L D 1 および L D 2 を流れる駆動電流 I 1 をゼロとし、半導体レーザ L D 3 および L D 4 に流れる駆動電流 I 2 を定格動作させることができる。この場合にも、励起光出力を一定とすることができるので、光増幅器の出力を常に確保することが可能となる。

[0044] 次に、本実施形態による光増幅器の励起用光源の制御方法について説明する。本実施形態による光増幅器の励起用光源の制御方法においては、まず、複数の第 1 の発光部に直列に第 1 の駆動電流を供給し、複数の第 2 の発光部に直列に第 2 の駆動電流を供給する。このとき、複数の第 1 の発光部の光出力の一部をそれぞれ検知して第 1 の光電流を取得し、複数の第 2 の発光部の光出力の一部をそれぞれ検知して第 2 の光電流を取得する。そして、第 1 の光電流と第 2 の光電流の総和が一定となるように、第 1 の駆動電流と第 2 の駆動電流を制御する。

[0045] また、第 1 の光電流と第 2 の光電流に基づいて、第 1 の発光部および第 2 の発光部のそれぞれの動作状態が正常動作であるか故障動作であるかを判別する。そして、故障動作が含まれると判断した場合は、第 1 の駆動電流および第 2 の駆動電流の少なくとも一方を増大させることとしてもよい。

[0046] 上述したように本実施形態によれば、複数の発光部を備えた光源部を並列に複数個接続した冗長構成とした場合であっても、光源部ごとに 1 個の電流制御部を備えた構成とすることができる。そのため、本実施形態によれば、光増幅器の高信頼性を実現する簡易な構成の光増幅器の励起用光源が得られる。

[0047] 本発明は上記実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載した発明の範囲内で、種々の変形が可能であり、それらも本発明の範囲内に含まれるものであることはいうまでもない。

[0048] この出願は、2012年8月28日に提出された日本出願特願2012-187590を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0049] 1 0 0、2 0 0 0 光増幅器の励起用光源
- 1 1 0 発光部
 - 1 2 0 電流制御部
 - 1 3 0 制御部
 - 2 1 0 0 第 1 の光源部
 - 2 1 1 0 第 1 の発光部
 - 2 1 2 0 第 1 の電流制御部
 - 2 2 0 0 第 2 の光源部
 - 2 2 1 0 第 2 の発光部
 - 2 2 2 0 第 2 の電流制御部
 - 2 3 0 0 制御部
 - 2 3 1 0 第 1 の駆動電流制御部
 - 2 3 2 0 第 2 の駆動電流制御部
 - 2 3 3 0 駆動電流設定部

請求の範囲

- [請求項1] 直列に接続された複数の発光手段と、
前記複数の発光手段を流れる駆動電流を制御する電流制御手段と、
前記電流制御手段を制御する制御手段、とを有し、
前記発光手段は光出力モニタ手段をそれぞれ備え、
前記制御手段は、前記光出力モニタ手段の各出力に基づいて前記電流制御手段を制御する
光増幅器の励起用光源。
- [請求項2] 請求項1に記載した光増幅器の励起用光源において、
前記発光手段は半導体レーザを備え、
前記光出力モニタ手段はフォトダイオードを備え、
前記フォトダイオードは前記半導体レーザの光出力に応じた光電流をそれぞれ出力し、
前記制御手段は、前記光電流の総和が一定となるように、前記駆動電流の値である駆動電流設定値を決定し、前記駆動電流が前記駆動電流設定値と略同一となるように前記電流制御手段を制御する
光増幅器の励起用光源。
- [請求項3] 第1の光出力モニタ手段をそれぞれ備えた複数の第1の発光手段と第1の電流制御手段が直列に接続された第1の光源手段と、
第2の光出力モニタ手段をそれぞれ備えた複数の第2の発光手段と第2の電流制御手段が直列に接続された第2の光源手段と、
前記第1の光出力モニタ手段の出力と前記第2の光出力モニタ手段の出力に基づいて、前記第1の電流制御手段と前記第2の電流制御手段を制御する制御手段、とを有し、
前記第1の光源手段と前記第2の光源手段は並列に接続され、
前記第1の電流制御手段は、前記第1の発光手段を流れる第1の駆動電流を制御し、
前記第2の電流制御手段は、前記第2の発光手段を流れる第2の駆

動電流を制御する

光増幅器の励起用光源。

[請求項4]

請求項3に記載した光増幅器の励起用光源において、

前記第1の発光手段および第2の発光手段はそれぞれ半導体レーザを備え、

前記第1の光出力モニタ手段および前記第2の光出力モニタ手段はそれぞれフォトダイオードを備え、前記フォトダイオードは前記半導体レーザの光出力に応じた光電流をそれぞれ出力し、

前記制御手段は、前記光電流の総和が一定となるように、前記第1の電流制御手段と前記第2の電流制御手段を制御する

光増幅器の励起用光源。

[請求項5]

請求項4に記載した光増幅器の励起用光源において、

前記制御手段は、駆動電流設定手段と、第1の駆動電流制御手段と、第2の駆動電流制御手段とを備え、

前記駆動電流設定手段は、前記光電流の総和が一定となるように、前記第1の駆動電流の値である第1の駆動電流設定値と、前記第2の駆動電流の値である第2の駆動電流設定値を決定し、

前記第1の駆動電流制御手段は、前記第1の駆動電流が前記第1の駆動電流設定値と略同一となるように前記第1の電流制御手段を制御し、

前記第2の駆動電流制御手段は、前記第2の駆動電流が前記第2の駆動電流設定値と略同一となるように前記第2の電流制御手段を制御する

光増幅器の励起用光源。

[請求項6]

請求項5に記載した光増幅器の励起用光源において、

前記駆動電流設定手段は、前記光電流に基づいて各半導体レーザの動作状態が正常動作であるか故障動作であるかを判別し、

故障動作状態にある半導体レーザが存在すると判断した場合は、前

記第 1 の駆動電流設定値および前記第 2 の駆動電流設定値の少なくとも一方を増大する

光増幅器の励起用光源。

[請求項7]

複数の発光手段に直列に駆動電流を供給し、

前記複数の発光手段の光出力の一部をそれぞれ検知し、

前記検知した結果に基づいて、前記駆動電流を制御する

光増幅器の励起用光源の制御方法。

[請求項8]

請求項 7 に記載した光増幅器の励起用光源の制御方法において、

前記複数の発光手段の光出力の一部を検知して光電流をそれぞれ取得し、

前記光電流の総和が一定となるように前記駆動電流を制御する

光増幅器の励起用光源の制御方法。

[請求項9]

複数の第 1 の発光手段に直列に第 1 の駆動電流を供給し、

複数の第 2 の発光手段に直列に第 2 の駆動電流を供給し、

前記複数の第 1 の発光手段の光出力の一部をそれぞれ検知して第 1 の光電流を取得し、

前記複数の第 2 の発光手段の光出力の一部をそれぞれ検知して第 2 の光電流を取得し、

前記第 1 の光電流と前記第 2 の光電流の総和が一定となるように、前記第 1 の駆動電流と前記第 2 の駆動電流を制御する

光増幅器の励起用光源の制御方法。

[請求項10]

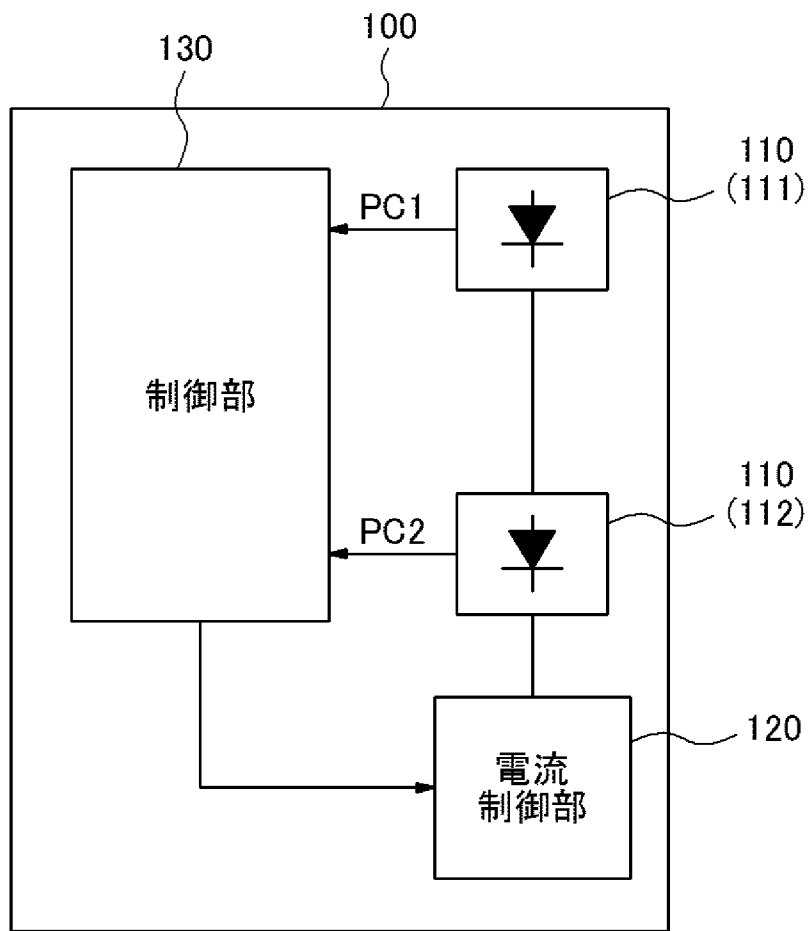
請求項 9 に記載した光増幅器の励起用光源の制御方法において、

前記第 1 の光電流と前記第 2 の光電流に基づいて、前記第 1 の発光手段および前記第 2 の発光手段のそれぞれの動作状態が正常動作であるか故障動作であるかを判別し、

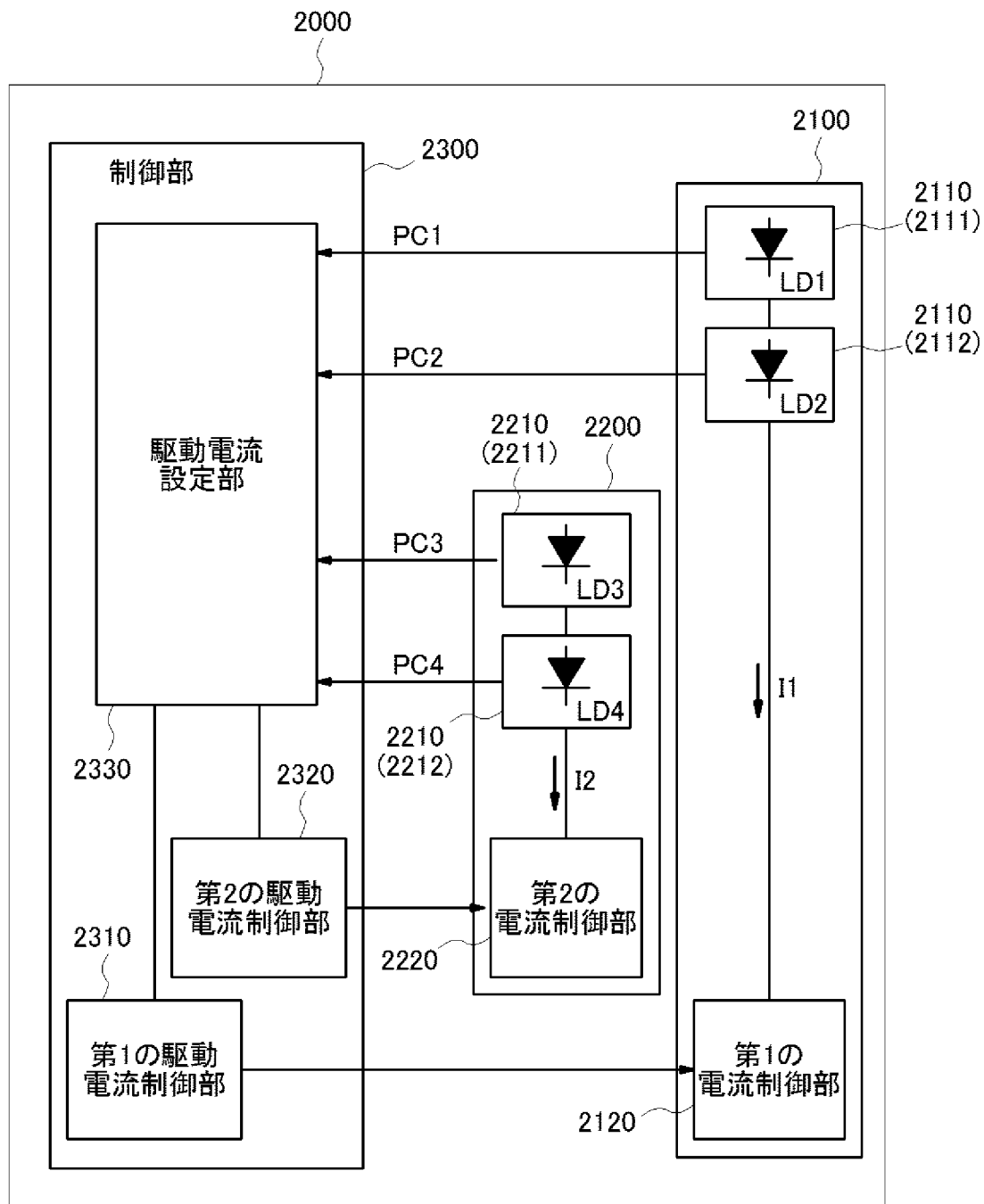
故障動作が含まれると判断した場合は、前記第 1 の駆動電流および前記第 2 の駆動電流の少なくとも一方を増大させる

光増幅器の励起用光源の制御方法。

[図1]



[図2]



[図3]

動作状態	LD出力 (PC出力)				駆動電流 I1 (LD1, LD2)	駆動電流 I2 (LD3, LD4)
	PC1	PC2	PC3	PC4		
正常動作	○	○	○	○	1	1
1p故障	○	○	○	×	4/3×1	4/3×1
2p故障	○	○	×	×	2×1	0
2p故障	×	×	○	○	0	2×1
2p故障	×	○	○	×	2×1	2×1
3p故障	○	×	×	×	4×1	0
3p故障	×	×	×	○	0	4×1
4p故障	×	×	×	×	0	0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/0941(2006.01)i, H01S5/0683(2006.01)i, H04B10/29(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)

H01S3/00-3/30, H01S5/00-5/50, H04B10/29-10/299

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
P, X	WO 2013/121744 A1 (NEC Corp.), 22 August 2013 (22.08.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2, 7, 8
X Y	JP 11-26852 A (Oerlikon Contraves AG), 29 January 1999 (29.01.1999), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0035]) & US 6018602 A & EP 878880 A1 & CA 2234854 A1	1, 7 2-6, 8-10
X Y	JP 2012-151313 A (Nikon Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1, 7 2-6, 8-10



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

07 November, 2013 (07.11.13)

Date of mailing of the international search report

19 November, 2013 (19.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005004

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-204594 A (American Telephone and Telegraph Co.), 22 July 1994 (22.07.1994), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0017]; fig. 2) & US 5241414 A & EP 585005 A1 & AU 4436693 A & CA 2101031 A1	2-6, 8-10
Y	JP 4-3029 A (Fujitsu Ltd.), 08 January 1992 (08.01.1992), entire text; all drawings (Family: none)	3-6, 9, 10
Y	JP 5-41552 A (NEC Corp.), 19 February 1993 (19.02.1993), entire text; all drawings (Family: none)	3-6, 9, 10
Y	JP 2000-196184 A (NEC Corp.), 14 July 2000 (14.07.2000), entire text; all drawings (Family: none)	2-6, 8-10
A	JP 5-235445 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 10 September 1993 (10.09.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 5-268166 A (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd.), 15 October 1993 (15.10.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01S3/0941(2006.01)i, H01S5/0683(2006.01)i, H04B10/29(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（I P C）） Int.Cl. H01S3/00-3/30, H01S5/00-5/50, H04B10/29-10/299			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	
P, X	W0 2013/121744 A1（日本電気株式会社）2013.08.22, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1, 2, 7, 8	
X Y	JP 11-26852 A（エルリコン・コントラベス・アクチエンゲゼルシャ フト）1999.01.29, 全文, 全図（特に、[0035]） & US 6018602 A & EP 878880 A1 & CA 2234854 A1	1, 7 2-6, 8-10	
X Y	JP 2012-151313 A（株式会社ニコン）2012.08.09, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1, 7 2-6, 8-10	
☒ 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 0 7 . 1 1 . 2 0 1 3		国際調査報告の発送日 1 9 . 1 1 . 2 0 1 3	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 杉山 輝和 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4	2 X 9 6 0 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	JP 6-204594 A (アメリカン テレフォン アンド テレグラフ カ ムパニー) 1994. 07. 22, 全文, 全図 (特に、[0017], 図 2) & US 5241414 A & EP 585005 A1 & AU 4436693 A & CA 2101031 A1	2-6, 8-10
Y	JP 4-3029 A (富士通株式会社) 1992. 01. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3-6, 9, 10
Y	JP 5-41552 A (日本電気株式会社) 1993. 02. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3-6, 9, 10
Y	JP 2000-196184 A (日本電気株式会社) 2000. 07. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-6, 8-10
A	JP 5-235445 A (日本電信電話株式会社) 1993. 09. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 5-268166 A (国際電信電話株式会社) 1993. 10. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10