

(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
2011年10月13日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/125659 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/062 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057850
- (22) 国際出願日: 2011年3月29日(29.03.2011)
- (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 2010-084168 2010年3月31日(31.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社フジクラ (Fujikura Ltd.) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 霜越 光太郎 (SHIMOKOSHI, Kotaro).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

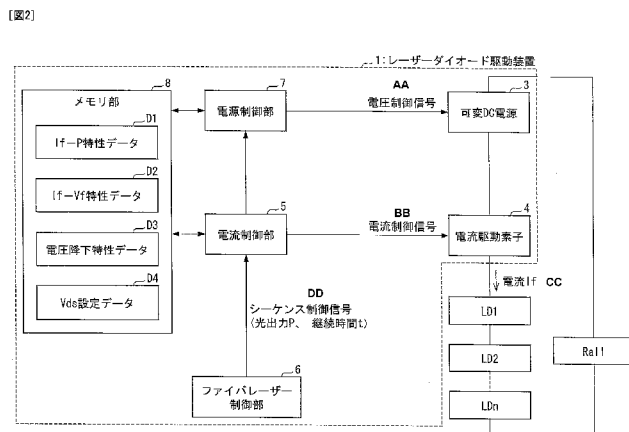
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, 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 (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LIGHT SOURCE DRIVING DEVICE AND FIBER LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 光源駆動装置およびファイバレーザ装置



1 Laser diode driving device
3 Variable DC power source
4 Current driving element
5 Current controller
6 Fiber laser controller
7 Power source controller
8 Memory unit
D1 If-P characteristics data
D2 If-Vf characteristics data
D3 Voltage drop characteristics data
D4 Vds setting data
AA Voltage control signal
BB Current control signal
CC Current If
DD Sequence control signal (optical output P, duration t)
4 Current driving element

(57) Abstract: Disclosed is a laser diode driving device (1) provided with a variable DC power source (3) which outputs a voltage for driving laser diodes (LD1-LDn), a current driving element (4) which applies a current (If), a current controller (5) which controls the ON/OFF state of the current driving element (4) and the magnitude of the current (If), and a power source controller (7) which controls the output voltage of the variable DC power source (3). On the basis of If-Vf characteristics data (D2), voltage drop characteristics data (D3) and Vds setting data (D4) stored in a memory unit (8), the power source controller (7) controls the output voltage of the variable DC power source (3) such that the voltage between the terminals of the current driving element (4) is constant regardless of the magnitude of the current (If).

(57) 要約: 本発明に係るレーザダイオード駆動装置 (1) は、レーザダイオード (LD1 ~ LDn) を駆動するための電圧を出力する可変DC電源 (3) と、電流 If を流す電流駆動素子 (4) と、電流駆動素子 (4) の ON/OFF および電流 If の大きさを制御する電流制御部 (5) と、可変DC電源 (3) の出力電圧を制御する電源制御部 (7) と、備える。電源制御部 (7) は、メモリ部 (8) に記憶された If-Vf 特性データ (D2)、電圧降下特性データ (D3) および Vds 設定データ (D4) に基づいて、電流駆動素子 (4) の端子間電圧が電流 If の大きさに関わらず一定となるように、可変DC電源 (3) の出力電圧を制御する。

4) に基づいて、電流駆動素子 (4) の端子間電圧が電流 If の大きさに関わらず一定となるように、可変DC電源 (3) の出力電圧を制御する。

明 細 書

発明の名称： 光源駆動装置およびファイバレーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、励起用レーザーダイオード等の半導体光源を駆動する光源駆動装置、および当該光源駆動装置を備えるファイバレーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、金属板への文字の刻印や金属の微細加工などの用途に、ファイバレーザ装置が広く使用されている。ファイバレーザ装置は、コアに希土類が添加された増幅用ファイバと、励起光を出射するレーザーダイオードとを備え、増幅用ファイバを励起光で励起することにより、レーザー光を出力する。

[0003] また、ファイバレーザ装置は、レーザーダイオードを駆動するためのレーザーダイオード駆動装置を備えている。レーザーダイオードや発光ダイオード等の半導体光源を駆動する光源駆動装置を開示する文献として、特許文献1～3がある。

[0004] 特許文献1には、直流電源の出力電圧が、複数個の発光ダイオードの順方向電圧の合計より高い場合又は低い場合の何れにおいても、発光ダイオードに定電流を流すことを可能とする発光ダイオード駆動装置が開示されている。また、特許文献1では、温度による順方向電圧の変化や個々の発光ダイオード毎の順方向電圧のバラツキも考慮されている。また、特許文献2には、複数の発光ダイオードに供給する電力を調整するために、出力側からフィードバック制御する発光ダイオード駆動装置が開示されている。

[0005] さらに、加工順序に従ってレーザー光の出力ON/OFFを自動的に制御可能とするファイバレーザ装置も開発されている。このようなファイバレーザ装置では、定常的に出力されるレーザー光をONしたままの運転以外に、ある周期（数百 μ sec～）でレーザー光をON/OFFする運転が可能となっており、さらにそのレーザー光の出力は、光出力のON期間ごとに

変化させることができる。

[0006] 図8は、従来のファイバレーザ装置が備えるレーザダイオード駆動装置101の概略構成を示すブロック図である。レーザダイオード駆動装置101は、直列に接続された n 個のレーザダイオードLD1～LD n を駆動する装置であり、DC電源102、電流駆動素子103、電流制御部104およびファイバレーザ制御部105を備えている。

[0007] DC電源102は定電圧源であり、レーザダイオードLD1～LD n を駆動するための電圧 V_{cc} を出力する。電流駆動素子103は、例えばNチャンネル型MOSトランジスタによって構成され、レーザダイオードLD1～LD n に電流 I_f を流す。

[0008] ファイバレーザ制御部105は、あらかじめ設定されたシーケンスプログラムに基づき、レーザダイオードLD1～LD n の光出力 P および出力継続時間 t を示すシーケンス制御信号を電流制御部104に与える。シーケンス制御信号に基づき、電流制御部104は、電流駆動素子103のゲート端子に電流制御信号を出力して、電流駆動素子103のON/OFFおよび電流 I_f の大きさを制御する。

[0009] また、図8において、 R_{all} は、DC電源102、電流駆動素子103およびレーザダイオードLD1～LD n からなる回路における、電流駆動素子103とレーザダイオードLD1～LD n とを除く配線等の抵抗を示している。

[0010] ここで、レーザダイオードLD1～LD n がON期間 T_1 において光出力 P_1 を出力し、ON期間 T_2 において光出力 P_2 ($P_1 < P_2$) を出力する場合の、電流制御部104からの電圧制御信号、レーザダイオードLD1～LD n に流れる電流 I_f 等の波形を図9の(a)～(g)に示す。

[0011] 図9の(a)は、電流制御部104が出力する電流制御信号の波形（電流駆動素子103のゲート電圧 V_g ）を示している。ファイバレーザ装置の光出力は、レーザダイオードLD1～LD n に流れる電流値に比例するため、電流制御信号の電圧は、ON期間 T_1 よりもON期間 T_2 のほうが高く

なっている。

[0012] 図9の(b)は、レーザーダイオードLD1～LDnに流れる電流I_fの波形を示している。ON期間T2におけるゲート端子への印加電圧V_{g2}は、ON期間T1におけるゲート端子への印加電圧V_{g1}よりも高いため、ON期間T2における電流I_{f2}は、ON期間T1における電流I_{f1}よりも大きい。このため、図9の(c)に示すように、レーザーダイオードLD1～LDnの順方向電圧に関して、ON期間T2における順方向電圧V_{f2a}は、ON期間T1における順方向電圧V_{f1a}よりも高くなる。同様に、図9の(d)に示すように、抵抗R_{a11}における電圧降下に関して、ON期間T2における電圧降下R_{a11}×I_{f2}は、ON期間T1における電圧降下R_{a11}×I_{f1}よりも大きい。

[0013] 図9の(e)は、DC電源102の出力電圧V_{cc}の波形を示している。DC電源102は、定電圧源であるため、電圧値はV_{cc0}で一定となる。このため、電流駆動素子103の被制御端子間電圧（ドレインソース間電圧、以下「端子間電圧」とする）V_{ds}は、ON期間T1とON期間T2とで異なる。

[0014] 具体的には、ON期間T1における電流駆動素子103の端子間電圧をV_{ds1a}とすると、

$$V_{ds1a} = V_{cc0} - V_{f1a} - R_{a11} \times I_{f1}$$

が成り立つ。

また、ON期間T2における電流駆動素子103の端子間電圧をV_{ds2a}とすると、

$$V_{ds2a} = V_{cc0} - V_{f2a} - R_{a11} \times I_{f2}$$

が成り立つ。

[0015] V_{f1a}<V_{f2a}、R_{a11}×I_{f1}<R_{a11}×I_{f2}であり、DC電源102の出力電圧V_{cc}は一定であるため、図9の(f)に示すように、電流I_fが0以外の場合、

$$V_{ds1a} > V_{ds2a}$$

となる。このように、レーザーダイオード駆動装置101では、レーザーダイオードLD1～LDnに流れる電流が変化すると、電流駆動素子103の端子間電圧が変化する。

[0016] これにより、図9の(g)に示すように、電流駆動素子103の消費電力に関して、ON期間T2における消費電力 $V_{ds2a} \times I_{f2}$ と、ON期間T1における消費電力 $V_{ds1a} \times I_{f1}$ との差が大きくなる。電流駆動素子の消費電力が大きくなると、電流駆動素子が温度上昇により故障する可能性がある。また、電流駆動素子103は、非飽和領域ではレーザーダイオードに流す電流の大きさを制御することができないため、端子間電圧 V_{ds} は、電流駆動素子103が飽和領域で動作する値以上でなければならない。

[0017] これに対し、特許文献3には、レーザーダイオードを駆動する電源として、可変電源を用い、電流駆動素子の端子間電圧をモニターして、モニターした端子間電圧が所定の電圧値となるように、可変電源の出力を制御する発明が開示されている。これにより、電流駆動素子の端子間電圧は、レーザーダイオードに流れる電流の大きさに関わらず一定となるので、電流駆動素子の消費電力の変動幅を小さくすることができ、電流駆動素子の消費電力を削減するとともに、電流駆動素子における発熱を抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

- [0018] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2006-210835号公報（公開日：2006年8月10日）」
- 特許文献2：国際公開第2004/057924号パンフレット（国際公開日：2004年7月8日）
- 特許文献3：日本国公開特許公報「特開平6-275895号公報（公開日：1994年9月30日）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0019] しかしながら、特許文献３に記載の発明では、モニターされた電流駆動素子の端子間電圧に基づいて可変電源の出力をフィードバック制御するため、レーザーダイオードに流す電流が変化した瞬間は、電流駆動素子の端子間電圧は変動し、電流駆動素子の端子間電圧が安定するまで、所定の時間を要する。電流駆動素子が非導通状態から導通状態に切り替わった場合に、レーザーダイオードを流れる電流の立ち上がり時間は、電流駆動素子の端子間電圧に依存するため、特に図９の（a）に示すように、レーザーダイオードをパルス駆動する場合、特許文献３に記載の発明では、レーザーダイオードの出力の立ち上がりが遅くなるという問題を生ずる。

[0020] また、特許文献３では、可変電源の出力をフィードバック制御するために、電圧モニタ回路、差動積分増幅回路および基準電圧源といった回路を別途設ける必要がある。そのため、レーザーダイオード駆動装置の回路規模が大きくなってしまう。

[0021] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、簡単な構成で半導体光源の出力の立ち上がりを常に速くすることができる光源駆動装置を実現することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 上記の課題を解決するために、本発明に係る光源駆動装置は、半導体光源を駆動するための電圧を出力する可変電源と、上記半導体光源に直列に接続され、上記半導体光源に電流を流す電流駆動素子と、上記電流駆動素子のON/OFFおよび上記電流の大きさを制御する電流制御部と、上記可変電源の出力電圧を制御する電源制御部と、を備える光源駆動装置であって、上記電流に対する上記半導体光源の順方向電圧の特性を示す電流電圧特性データと、上記電流に対する、上記可変電源と上記半導体光源と上記電流駆動素子とからなる回路上の上記半導体光源と上記電流駆動素子とを除く抵抗における電圧降下の特性を示す電圧降下特性データとを記憶する記憶部を備え、上記電流制御部は、上記電流の大きさを切り替える場合、切替前の電流が流れる第１の期間と切替後の電流が流れる第２の期間との間に、上記電流駆動素

子をOFFさせ、上記電源制御部は、第1の期間における上記電流駆動素子の被制御端子間電圧と第2の期間における上記電流駆動素子の被制御端子間電圧との差が、上記出力電圧が第1の期間と第2の期間とで一定である場合の上記差よりも小さくなるように、第1の期間と第2の期間との間の上記電流駆動素子がOFFされている期間に、上記各特性データに基づいて上記出力電圧を変化させることを特徴としている。

[0023] 上記の構成によれば、電流制御部が電流駆動素子をONさせることにより、半導体光源に電流が流され、半導体素子が駆動される。記憶部には、電流電圧特性データと電圧降下特性データとが記憶され、電源制御部が、各特性データに基づいて可変電源の出力電圧を制御する。より具体的には、電流制御部が、半導体光源に流れる電流の大きさを切り替えるときに、第1の期間における電流駆動素子の被制御端子間電圧と第2の期間における電流駆動素子の被制御端子間電圧との差が、上記出力電圧が第1の期間と第2の期間とで一定である場合の第1の期間における電流駆動素子の被制御端子間電圧と第2の期間における電流駆動素子の被制御端子間電圧との差よりも小さくなるように、出力電圧が制御される。すなわち、半導体光源に流す電流が変化したときに、電流駆動素子の被制御端子間電圧の変動幅が、出力電圧が一定である場合の電流駆動素子の被制御端子間電圧の変動幅よりも小さいので、電流駆動素子が温度上昇により故障したり、半導体光源に流す電流の大きさを制御できなくなるリスクを低減できる。

[0024] さらに、上記の構成によれば、電源制御部が出力電圧を変化させるタイミングは、第1の期間と第2の期間との間の上記電流駆動素子がOFFされている期間内である。このため、第2の期間の開始前に、被制御端子間電圧を所望の値に制御することができる。これにより、電流駆動素子が流す電流の立ち上がり時間を所望の値に制御することができるので、被制御端子間電圧をモニターして可変電源の出力電圧をフィードバック制御する構成に比べ、半導体光源の出力の立ち上がりをより速くすることができる。また、記憶部として、一般の光源駆動装置が備えるメモリを使用することができ、出力電

圧をフィードバック制御する回路等を必要としない。したがって、簡単な構成で半導体光源の出力の立ち上がりを常に速くすることができる光源駆動装置を実現することができる。

発明の効果

[0025] 以上のように、本発明に係る光源駆動装置は、半導体光源を駆動するための電圧を出力する可変電源と、上記半導体光源に直列に接続され、上記半導体光源に電流を流す電流駆動素子と、上記電流駆動素子のON/OFFおよび上記電流の大きさを制御する電流制御部と、上記可変電源の出力電圧を制御する電源制御部と、備える光源駆動装置であって、上記電流に対する上記半導体光源の順方向電圧の特性を示す電流電圧特性データと、上記電流に対する、上記可変電源と上記半導体光源と上記電流駆動素子とからなる回路上の上記半導体光源と上記電流駆動素子とを除く抵抗における電圧降下の特性を示す電圧降下特性データとを記憶する記憶部を備え、上記電流制御部は、上記電流の大きさを切り替える場合、切替前の電流が流れる第1の期間と切替後の電流が流れる第2の期間との間に、上記電流駆動素子をOFFさせ、上記電源制御部は、第1の期間における上記電流駆動素子の被制御端子間電圧と第2の期間における上記電流駆動素子の被制御端子間電圧との差が、上記出力電圧が第1の期間と第2の期間とで一定である場合の上記差よりも小さくなるように、第1の期間と第2の期間との間の上記電流駆動素子がOFFされている期間に、上記各特性データに基づいて上記出力電圧を変化させるので、簡単な構成で半導体光源の出力の立ち上がりを常に速くすることができる光源駆動装置を実現できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の第1の実施形態に係るファイバレーザ装置の構成を示す概略図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係るレーザダイオード駆動装置の構成を示すブロック図である。

[図3]図2に示すレーザダイオード駆動装置の動作手順を示すフローチャー

トである。

[図4] 上記レーザーダイオード駆動装置における、電源制御部からの電圧制御信号、レーザーダイオードに流れる電流 I_f 等の波形を示す図である。

[図5] 特性データ取得工程の手順を示すフローチャートである。

[図6] 本発明の第2の実施形態に係るレーザーダイオード駆動装置の構成を示すブロック図である。

[図7] 図6に示すレーザーダイオード駆動装置の動作手順を示すフローチャートである。

[図8] 従来レーザーダイオード駆動装置の概略構成を示すブロック図である。

[図9] 図8に示すレーザーダイオード駆動装置における、電流制御部からの電圧制御信号、レーザーダイオードに流れる電流 I_f 等の波形を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 〔実施形態1〕

本発明の第1の実施形態について、図1～図5に基づいて説明すれば以下のとおりである。

[0028] （ファイバレーザ装置の構成）

図1は、本実施形態に係るファイバレーザ装置10の構成を示す概略図である。ファイバレーザ装置10は、マスターオシレータと光増幅器との組み合わせによってパルス発振を行うMOPA方式のファイバレーザ装置であり、発振部であるMO部11と、増幅部であるPA部12とを備えている。

[0029] PA部12は、直列に接続された n 個のLD1～LD n と、レーザーダイオード駆動装置（光源駆動装置）1と、増幅用ファイバ2とを備えている。増幅用ファイバ2の一方端には、各LD1～LD n からの励起光およびMO部11からの信号光が入射するように構成されており、増幅用ファイバ2のコアには、イッテルビウム（Yb）やエルビウム（Er）等の希土類元素が添加されている。これにより増幅用ファイバ2は、MO部11からの信号光

を増幅して他方端から加工対象物にレーザー光を出射する。

[0030] (レーザーダイオード駆動装置の構成)

レーザーダイオード駆動装置 1 は、レーザーダイオード LD 1 ~ LD n を駆動する装置である。以下、レーザーダイオード駆動装置 1 の構成について、詳細に説明する。

[0031] 図 2 は、本実施形態に係るレーザーダイオード駆動装置 1 の構成を示すブロック図である。レーザーダイオード駆動装置 1 は、可変 DC 電源 3、電流駆動素子 4、電流制御部 5、ファイバレーザー制御部 6、電源制御部 7 およびメモリ部 8 を備えている。

[0032] 可変 DC 電源 3 は、レーザーダイオード LD 1 ~ LD n を駆動するための電圧 V_{cc} を出力する可変電圧源であり、電圧 V_{cc} は、電源制御部 7 からの電圧制御信号に応じて変化する。電流駆動素子 4 は、可変 DC 電源 3 とレーザーダイオード LD 1 ~ LD n との間に設けられ、例えば N チャネル型 MOS トランジスタによって構成される。電流駆動素子 4 は、電流制御部 5 からの電流制御信号に応じて ON / OFF が切り替えられ、電流駆動素子 4 が導通しているときに、レーザーダイオード LD 1 ~ LD n に電流 I_f が流れる。また、電流 I_f の大きさは、電流制御信号の電圧（すなわち、電流駆動素子 4 のゲート電圧 V_g ）に応じて変化する。

[0033] ファイバレーザー制御部 6 は、あらかじめ設定されたシーケンスプログラムに基づき、レーザーダイオード LD 1 ~ LD n の光出力 P および出力継続時間 t を示すシーケンス制御信号を電流制御部 5 に与える。シーケンス制御信号に基づき、電流制御部 5 は、電流駆動素子 4 の制御端子（ゲート端子）に電流制御信号を出力して、電流駆動素子 4 の ON / OFF および電流 I_f の大きさを制御する。また、図 2 において、 R_{all} は、可変 DC 電源 3、電流駆動素子 4 およびレーザーダイオード LD 1 ~ LD n からなる回路上の、電流駆動素子 4 とレーザーダイオード LD 1 ~ LD n とを除く配線等の抵抗を示している。

[0034] メモリ部 8 は、例えば不揮発性半導体メモリで構成され、一般のファイバ

レーザー装置が備えるメモリ素子と同様である。メモリ部8には、 I_f - P 特性データD1、 I_f - V_f 特性データ（電流電圧特性データ）D2、電圧降下特性データD3および V_{ds} 設定データ（電圧設定データ）D4が記憶されている。

[0035] 電流制御部5および電源制御部7は、メモリ部8にアクセス可能となっており、上記の各データは、電流制御部5または電源制御部7によって参照される。 I_f - P 特性データD1は、レーザーダイオードLD1～LDnに流される電流 I_f と、レーザーダイオードLD1～LDnの光出力 P との関係を示すデータである。 I_f - V_f 特性データD2は、所定温度 T_{1a} におけるレーザーダイオードLD1～LDnに流される電流 I_f と、レーザーダイオードLD1～LDnの順方向電圧 V_f との関係を示すデータである。なお、順方向電圧 V_f は、レーザーダイオードLD1～LDnの各順方向電圧の合計を意味する。電圧降下特性データD3は、レーザーダイオードLD1～LDnに流される電流 I_f と、抵抗 R_{a11} における電圧降下との関係を示すデータである。これらの I_f - P 特性データD1、 I_f - V_f 特性データD2および電圧降下特性データD3は、後述する特性データ取得工程において取得され、メモリ部8に記憶される。

[0036] V_{ds} 設定データD4は、あらかじめ設定された電流駆動素子4の被制御端子間電圧（ドレインソース間電圧、以下「端子間電圧」とする） V_{ds} の値を示すデータである。この値は、電流駆動素子4の I - V 特性および電流 I_f の仕様範囲に応じて決定される。本実施形態では、端子間電圧 V_{ds} は、電流駆動素子4が電流 I_f の大きさを制御可能な最小の電圧値 V_{dsmi} に設定される。

[0037] （レーザーダイオード駆動装置1の動作）

続いて、レーザーダイオードLD1～LDnがON期間 T_1 において光出力 P_1 を出力し、ON期間 T_2 において光出力 P_2 （ $P_1 < P_2$ ）を出力する場合の、レーザーダイオード駆動装置1の動作について、図3および図4を参照して説明する。

- [0038] 図3は、レーザーダイオード駆動装置1の動作手順を示すフローチャートである。まず、ファイバレーザ制御部6が、あらかじめ設定されたシーケンスプログラムに基づき、レーザーダイオードLD1～LDnから出力されるべき光出力P1および出力継続時間tからなるシーケンス制御信号を電流制御部5に出力する(S1)。続いて、電流制御部5は、メモリ部8にアクセスし、I_f-P特性データD1を参照して、光出力P1からレーザーダイオードLD1～LDnに流す電流I_f1を算出する(S2)。これにより、電流制御部5は、電流駆動素子4に出力する電流制御信号の電圧値を決定するとともに(S3)、算出した電流I_f1の値を電源制御部7に出力する(S4)。なおこの時点では、電流制御部5は電流制御信号を出力しない。
- [0039] 電源制御部7は、メモリ部8にアクセスして、I_f-V_f特性データD2および電圧降下特性データD3を参照し、電流I_f1が流れる場合のレーザーダイオードLD1～LDnの順方向電圧V_f1a、抵抗R_a11における電圧降下I_f1×R_a11を算出する(S5)。さらに、電源制御部7は、V_{ds}設定データD4を参照して、V_{ds}設定データD4が示す電圧V_{ds}minと、順方向電圧V_f1aと、電圧降下I_f1×R_a11との和を算出し、当該和を可変DC電源3の出力電圧V_{cc}1として設定する(S6)。電源制御部7は、可変DC電源3の出力電圧がV_{cc}1となるように、電圧制御信号を可変DC電源3に出力する(S7)。可変DC電源3の出力電圧がV_{cc}1となった後、電流制御部5は、S3において決定した電圧値の電流制御信号を、電流駆動素子4に出力する(S8)。これにより、ON期間T1においてレーザーダイオードLD1～LDnに電流I_f1が流される。
- [0040] その後、ファイバレーザ制御部6からのシーケンス制御信号の光出力P1が光出力P2に切り替わった場合(S9においてYES)、電源制御部7は、可変DC電源3の出力電圧をV_{cc}1からV_{cc}2に変化させる。具体的には、電流制御部5は、メモリ部8にアクセスし、I_f-P特性データD1を参照して、光出力P2からレーザーダイオードLD1～LDnに流す電流I_f2を算出する(S10)。これにより、電流制御部5は、電流駆動素

子4に出力する電流制御信号の電圧値を決定するとともに（S11）、算出した電流 I_f2 の値を電源制御部7に出力する（S12）。

[0041] 電源制御部7は、メモリ部8にアクセスして、 I_f-V_f 特性データD2および電圧降下特性データD3を参照し、電流 I_f2 が流れる場合のレーザーダイオードLD1～LDnの順方向電圧 V_f2a 、抵抗 R_{a11} における電圧降下 $I_f2 \times R_{a11}$ を算出する（S13）。さらに、電源制御部7は、 V_{ds} 設定データD4を参照して、 V_{ds} 設定データD4が示す電圧 V_{dsmin} と、順方向電圧 V_f2a と、電圧降下 $I_f2 \times R_{a11}$ との和を算出し、当該和を可変DC電源3の出力電圧 V_{cc2} として設定する（S14）。電源制御部7は、可変DC電源3の出力電圧が V_{cc2} となるように、可変DC電源3に出力する電圧制御信号を切り替える（S15）。可変DC電源3の出力電圧が V_{cc2} となった後、電流制御部5は、S11において決定した電圧値の電流制御信号を、電流駆動素子4に出力する（S16）。これにより、ON期間T2においてレーザーダイオードLD1～LDnに電流 I_f2 が流される。

[0042] 続いて、レーザーダイオード駆動装置1が上記のように動作する場合の、電源制御部7からの電圧制御信号、レーザーダイオードLD1～LDnに流れる電流 I_f 等の波形を図4の（a）～（g）に示す。

[0043] 図4の（a）は、電流制御部5が出力する電流制御信号の波形（電流駆動素子4のゲート電圧 V_g ）を示している。ファイバレーザー装置10の光出力がP1となるON期間T1のとき、ゲート電圧は V_{g1} であり、ファイバレーザー装置10の光出力がP2（ $P2 > P1$ ）となるON期間T2のとき、ゲート電圧は V_{g2} である。このように、電流制御部5は、ゲート電圧を変化させることにより、電流 I_f の大きさを切り替える。また、電流制御部5は、電流 I_f の大きさを切り替える場合、ON期間T1とON期間T2との間に、電流駆動素子4をOFFさせる。すなわち、ON期間T1とON期間T2との間に、レーザー出力がOFFとなるOFF期間 T_{off} が設けられている。

[0044] 図4の(b)は、レーザーダイオードLD1～LDnに流れる電流Ifの波形を示している。Vg1<Vg2であるため、ON期間T2における電流If2は、ON期間T1における電流If1よりも大きい。

[0045] 図4の(c)は、レーザーダイオードLD1～LDnの順方向電圧Vfを示している。順方向電圧は、レーザーダイオードに流れる電流に比例するため、ON期間T2における順方向電圧Vf2aは、ON期間T1における順方向電圧Vf1aよりも高くなる。

[0046] 図4の(d)は、抵抗Ra11における電圧降下を示している。If1<If2であるため、ON期間T2における電圧降下Ra11×If2は、ON期間T1における電圧降下Ra11×If1よりも大きい。

[0047] 図4の(e)は、可変DC電源3の出力電圧Vccの波形を示している。レーザーダイオードLD1～LDnに流れる電流がIf1からIf2に変化した場合、電源制御部7からの電圧制御信号によって、可変DC電源3の出力電圧がVcc1からVcc2に変化する。ここで、出力電圧Vcc1およびVcc2は、

$$V_{cc1} = V_{dsmin} + V_{f1a} + I_{f1} \times R_{a11} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$V_{cc2} = V_{dsmin} + V_{f2a} + I_{f2} \times R_{a11} \quad \dots \text{式(2)}$$

である(図3に示すS7およびS15)。

[0048] 図4の(f)は、電流駆動素子4の端子間電圧を示している。ON期間T1の電流駆動素子4の端子間電圧をVds1b、ON期間T2の電流駆動素子4の端子間電圧をVds2bとすると、ON期間T1における、可変DC電源3、電流駆動素子4およびレーザーダイオードLD1～LDnからなる回路の全ての電圧降下は、Vds1b+Vf1a+If1×Ra11となる。当該電圧降下は、可変DC電源3の出力電圧Vcc1に等しくなるので、式(1)より、

$$V_{ds1b} + V_{f1a} + I_{f1} \times R_{a11} = V_{dsmin} + V_{f1a} + I_{f1} \times R_{a11}$$

$$V_{ds1b} = V_{dsmin}$$

となる。同様に、ON期間T₂における、可変DC電源3、電流駆動素子4およびレーザーダイオードLD₁～LD_nからなる回路の全ての電圧降下は、 $V_{ds2b} + V_{f2a} + I_{f2} \times R_{a11}$ となる。当該電圧降下は、可変DC電源3の出力電圧V_{cc2}に等しくなるので、式(2)より、

$$V_{ds2b} + V_{f2a} + I_{f2} \times R_{a11} = V_{dsmin} + V_{f2a} + I_{f2} \times R_{a11}$$

$$V_{ds2b} = V_{dsmin}$$

となる。したがって、

$$V_{ds1b} = V_{ds2b} = V_{dsmin}$$

となる。

[0049] このように、レーザーダイオード駆動装置1では、レーザーダイオードLD₁～LD_nに流れる電流I_fが変化しても、電流I_fが0以外の期間において、電流駆動素子4の端子間電圧V_{ds}はV_{dsmin}で一定となる。そのため、電流I_fによって端子間電圧V_{ds}が、電流駆動素子4が電流I_fを制御できる値以下となったり、温度上昇により電流駆動素子4が故障してしまう値以上となることを防止することができる。また、電圧V_{dsmin}は、電流駆動素子4が電流I_fを制御できる必要最小限の電圧であるので、図4の(g)に示すように、電流駆動素子4の消費電力を最小限に抑えることができる。また、発熱による温度上昇も極力抑えることができるので、レーザーダイオードLD₁～LD_nの出力効率が向上する。

[0050] さらに、図4の(e)に示すように、電源制御部7は、ON期間T₁とON期間T₂との間の電流駆動素子4がOFFされているOFF期間T_{off}に、可変DC電源3の出力電圧V_{cc}を変化させる。そのため、ON期間T₂における、電源制御部7からの電圧制御信号の最初の立ち上がりの前に、電流駆動素子4の端子間電圧V_{ds}をV_{dsmin}とすることができる。

[0051] これに対し、特許文献3に記載の発明では、電流駆動素子の端子間電圧に基づいて可変電源の出力をフィードバック制御するため、レーザー出力が切り替わった後の最初の出力時点では、電流駆動素子の端子間電圧が、レーザ

一出力が切り替わる前における端子間電圧と異なる。レーザーダイオードを流れる電流の立ち上がり時間は、電流駆動素子の端子間電圧に依存するため、特許文献3に記載の発明では、レーザーダイオードの出力の立ち上がりが遅くなる。

[0052] これに対し、本実施形態では、レーザー出力が切り替わった後の最初の出力時点においても、電流駆動素子の端子間電圧が、レーザー出力が切り替わる前における端子間電圧と等しくなるので、電流駆動素子が流す電流の立ち上がり時間が一定になり、常にレーザーダイオードの出力の立ち上がりを速くすることができる。また、レーザーダイオード駆動装置1は、電流駆動素子の端子間電圧をモニターして可変電源の出力をフィードバック制御する回路を必要とせず、メモリ部8として、一般のレーザーダイオード駆動装置が備えるメモリを使用できるので、回路規模を小さくすることができる。

[0053] (特性データの取得)

続いて、メモリ部8に記憶されている I_f - P 特性データ $D1$ 、 I_f - V_f 特性データ $D2$ および電圧降下特性データ $D3$ を取得する特性データ取得工程について説明する。この工程を実施するため、レーザーダイオード $LD1 \sim LDn$ の順方向電圧、レーザーダイオード $LD1 \sim LDn$ に流れる電流 I_f およびレーザーダイオード $LD1 \sim LDn$ の光出力 P の各値を測定するセンサを、レーザーダイオード駆動装置1に設ける。また、この工程は、レーザーダイオード駆動装置1を動作させる前に実施される。

[0054] 図5は、特性データ取得工程の手順を示すフローチャートである。まず、電源制御部7によって可変DC電源3の出力電圧の初期値を設定する ($S21$)。続いて、レーザーダイオード $LD1 \sim LDn$ に流れる電流 I_f が、各レーザーダイオード $LD1 \sim LDn$ のスレッシュホールド電圧を超えるように、電流制御部5が電流駆動素子4を制御する ($S22$)。

[0055] 電流 I_f が流れない場合は ($S23$ において NO)、電源制御部7によって可変DC電源3の出力電圧を上昇させる ($S24$)。電流 I_f が流れるまで $S23$ および $S24$ のサイクルを繰り返す。

[0056] 電流 I_f が流れた場合は（S 2 3においてYES）、この時点での順方向電圧 V_f 、回路上の配線等の電圧降下 $R_{a11} \times I_f$ およびレーザーダイオード LD 1 ~ LD n の光出力 P を取得して、取得したデータをメモリ部 8 に記憶する（S 2 5）。

[0057] 続いて、電流制御部 5 によって電流 I_f をさらに上昇させる（S 2 6）。続いて、その時点での順方向電圧 V_f 、回路上の配線等の電圧降下 $R_{a11} \times I_f$ およびレーザーダイオード LD 1 ~ LD n の光出力 P を取得して、取得したデータをメモリ部 8 に記憶する（S 2 7）。S 2 6 および S 2 7 のサイクルを、電流 I_f がレーザーダイオード LD 1 ~ LD n の定格電流の上限値となるまで繰り返す。なお S 2 6 において、順方向電圧 V_f が低いために電流 I_f が上昇しなくなった場合は、可変 DC 電源 3 の出力電圧を上昇させる。

[0058] 電流 I_f がレーザーダイオード LD 1 ~ LD n の定格電流の上限値である場合（S 2 8においてYES）、特性データ取得工程を終了する。これにより、メモリ部 8 には、 $I_f - P$ 特性データ D 1、 $I_f - V_f$ 特性データ D 2 および電圧降下特性データ D 3 が記憶される。

[0059] （まとめ）

以上のように、本実施形態では、特性データ取得工程によってあらかじめ取得した $I_f - P$ 特性データ D 1、 $I_f - V_f$ 特性データ D 2 および電圧降下特性データ D 3 を参照して、可変 DC 電源 3 の出力電圧を制御する。また、可変 DC 電源 3 の出力電圧の切り替えは、電流駆動素子 4 が OFF されている OFF 期間 T_{off} に行われる。したがって、電流駆動素子の端子間電圧に基づいて可変電源の出力をフィードバック制御する従来の構成と異なり、簡単な構成でレーザーダイオード LD 1 ~ LD n の出力の立ち上がりを常に速くすることができる。

[0060] また、レーザーダイオードの個数を変更したり、レーザーダイオード個々の電流電圧特性にバラツキが生じたり、さらに、回路上の配線等の抵抗値が変化した場合であっても、特性データ取得工程を再度実施して、メモリ部に

記憶される各特性データを更新することで、可変DC電源の出力電圧の制御によって、電流駆動素子の端子間電圧を一定にすることができる。

[0061] 〔実施形態2〕

本発明の第2の実施形態について、図6および図7に基づいて説明すれば以下のとおりである。レーザーダイオードの順方向電圧は、温度依存性を有しており、一般に、レーザーダイオードは温度が高くなるほど順方向電圧が低くなる。そのため、レーザーダイオードの光出力が一定であっても、出力開始から時間が経過するほど、電流駆動素子の端子間電圧は高くなる。そこで本実施形態では、さらに順方向電圧の温度依存性を考慮して、電流駆動素子の端子間電圧が一定となるように可変DC電源の出力電圧を制御する構成について説明する。なお、説明の便宜上、前記第1の実施形態において説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0062] 図6は、本実施形態に係るレーザーダイオード駆動装置1'の構成を示すブロック図である。レーザーダイオード駆動装置1'は、第1の実施形態に係るレーザーダイオード駆動装置1において、温度センサ9をさらに備え、メモリ部8に温度特性データD5がさらに記憶されている構成である。温度センサ9は、レーザーダイオードLD1～LDnの近傍に配置されており、所定時間毎にレーザーダイオードLD1～LDnの温度を測定して、測定した温度を温度情報として電源制御部7に出力する。

[0063] 温度特性データD5は、レーザーダイオードLD1～LDnの温度に対する順方向電圧の特性を示すデータである。当該順方向電圧の特性は、本実施形態では、各レーザーダイオードLD1～LDnの順方向電圧の温度係数 α ($V/^{\circ}C$)を示すデータであり、温度係数 α としては、レーザーダイオードのメーカーデータを用いる。

[0064] 温度特性データD5は、レーザーダイオード駆動装置1を動作させる前に、あらかじめ取得される。電源制御部7は、If-Vf特性データD2、電圧降下特性データD3およびVds設定データD4に加え、さらに温度特性

データ D 5 を参照して、電圧制御信号を生成する。

[0065] (レーザダイオード駆動装置 1' の動作)

続いて、レーザダイオード L D 1 ~ L D n が O N 期間 T 1 において光出力 P 1 を出力する場合の、レーザダイオード駆動装置 1' の動作について、図 7 を参照して説明する。

[0066] 図 7 は、レーザダイオード駆動装置 1' の動作手順を示すフローチャートである。まず、ファイバレーザ制御部 6 が、あらかじめ設定されたシーケンスプログラムに基づき、レーザダイオード L D 1 ~ L D n から出力されるべき光出力 P 1 および出力継続時間 t からなるシーケンス制御信号を電流制御部 5 に出力する (S 3 1)。続いて、電流制御部 5 は、メモリ部 8 にアクセスし、I f - P 特性データ D 1 を参照して、光出力 P 1 からレーザダイオード L D 1 ~ L D n に流すべき電流 I f 1 を算出する (S 3 2)。これにより、電流制御部 5 は、電流駆動素子 4 に出力する電流制御信号の電圧値を決定するとともに (S 3 3)、算出した電流 I f 1 の値を電源制御部 7 に出力する (S 3 4)。なおこの時点では、電流制御部 5 は電流制御信号を出力しない。

[0067] 続いて、温度センサ 9 がレーザダイオード L D 1 ~ L D n の温度を測定して、温度情報を電源制御部 7 に出力する (S 3 5)。電源制御部 7 は、メモリ部 8 にアクセスして、I f - V f 特性データ D 2、電圧降下特性データ D 3 および温度特性データ D 5 を参照し、温度情報が示す温度で電流 I f 1 が流れる場合のレーザダイオード L D 1 ~ L D n の順方向電圧 V f 1 a'、抵抗 R a l l における電圧降下 I f 1 × R a l l を算出する (S 3 6)。より具体的には、電源制御部 7 は、I f - V f 特性データ D 2 を参照することにより、所定温度において電流 I f 1 が流れる場合のレーザダイオード L D 1 ~ L D n の順方向電圧 V f 1 a を算出し、さらに、温度特性データ D 5 を参照することにより、順方向電圧 V f 1 a を補正する。ここで、所定温度を T 1 a、温度情報が示す温度を T 1 b とすると、

$$V f 1 a' = V f 1 a + \alpha \times (T 1 a - T 1 b) \times n \quad \cdots \text{式 (3)}$$

となる。

[0068] さらに、電源制御部 7 は、 V_{ds} 設定データ D 4 を参照して、 V_{ds} 設定データ D 4 が示す電圧 V_{dsmin} と、順方向電圧 V_{f1a}' と、電圧降下 $I_{f1} \times R_{a11}$ との和を算出し、当該和を可変 DC 電源 3 の出力電圧 V_{cc1}' として設定する (S 3 7)。電源制御部 7 は、可変 DC 電源 3 の出力電圧が V_{cc1}' となるように、電圧制御信号を可変 DC 電源 3 に出力する (S 3 8)。可変 DC 電源 3 の出力電圧が V_{cc1}' となった後、電流制御部 5 は、S 3 3 において決定した電圧値の電流制御信号を、電流駆動素子 4 に出力する (S 3 9)。これにより、レーザーダイオード LD 1 ~ LD n に電流 I_{f1} が流される。

[0069] その後、所定時間経過すると (S 4 0 において YES)、温度センサ 9 は、再度レーザーダイオード LD 1 ~ LD n の温度を測定して、測定した温度を温度情報として電源制御部 7 に出力する (S 4 1)。このとき測定された温度 T_{1c} が、直前に測定された温度 T_{1b} と異なる場合 (S 4 2 において YES)、電源制御部 7 は、 $I_f - V_f$ 特性データ D 2 および温度特性データ D 5 を参照して、式 (3) に基づき再度レーザーダイオード LD 1 ~ LD n の順方向電圧 V_{f1a}'' を算出する (S 4 3)。このとき、
$$V_{f1a}'' = V_{f1a} + \alpha \times (T_{1a} - T_{1c}) \times n$$
となる。

[0070] 続いて、電源制御部 7 は、 V_{ds} 設定データ D 4 を参照して、 V_{ds} 設定データ D 4 が示す電圧 V_{dsmin} と、順方向電圧 V_{f1a}'' と、電圧降下 $I_{f1} \times R_{a11}$ との和を算出し (S 4 4)、可変 DC 電源 3 の出力電圧 V_{cc1}'' が当該和となるように、電圧制御信号を可変 DC 電源 3 に出力する (S 4 5)。

[0071] このように、本実施形態では、レーザーダイオード LD 1 ~ LD n の温度変化に応じて、可変 DC 電源 3 の出力電圧を変化させることができる。ここで、式 (1) および式 (2) によって算出された順方向電圧 V_{f1a}' および V_{f1a}'' は、温度センサ 9 によって測定されたレーザーダイオード LD

1～LD_nの温度に基づいて補正された値であるので、実際のレーザーダイオードLD₁～LD_nの順方向電圧に等しくなる。よって、前記第1の実施形態に係るレーザーダイオード駆動装置1と比較して、電流駆動素子4の端子間電圧 V_{ds} を、レーザーダイオードLD₁～LD_nの温度変化に関わらず、より正確に、 V_{dsmin} で一定とすることができる。

[0072] なお、S40～S45のサイクルは、シーケンス制御信号の光出力が切り替わるまで繰り返される。シーケンス制御信号の光出力が切り替わった場合、S32～S38と同様の要領で、切り替え後の光出力に基づき、可変DC電源3の出力電圧が再設定される。

[0073] また、レーザーダイオードLD₁～LD_nの温度変化は、レーザーダイオードLD₁～LD_nの駆動直後が最も大きく、時間の経過とともに温度変化が緩やかになる。そのため、温度センサ9による温度の測定間隔（すなわちS40における所定時間）は、レーザーダイオードLD₁～LD_nの駆動直後または光出力の切り替え直後に最も短く設定し、時間の経過とともに、測定間隔を次第に長く設定してもよい。

[0074] （付記事項）

なお、各実施形態では、レーザーダイオードに流れる電流の大きさに関わらず、電流駆動素子の端子間電圧を一定にする構成について説明したが、電流駆動素子の端子間電圧は、必ずしも一定でなくてよい。すなわち、電流制御部が、上記電流の大きさを切り替える場合、上記電源制御部は、切替前の電流 I_{f1} が流れるON期間 T_1 における端子間電圧 V_{ds1b} と切替後の電流 I_{f2} が流れるON期間 T_2 における端子間電圧 V_{ds2b} との差が、出力電圧 V_{cc} がON期間 T_1 とON期間 T_2 とで一定である場合の上記差よりも小さくなるように、出力電圧 V_{cc} を変化させる構成としてもよい。これにより、電流駆動素子が温度上昇により故障したり、レーザーダイオードに流す電流の大きさを制御できなくなるリスクを低減できる。

[0075] また、各実施形態では、電流駆動素子として、Nチャネル型MOSトランジスタを用いたが、これに限定されない。例えば、電流駆動素子として、P

チャネル型MOSトランジスタやバイポーラトランジスタを用いてもよい。なお、電流駆動素子がMOSトランジスタである場合、電流制御部が上記電流の大きさを制御可能な最小の端子間電圧とは、電流駆動素子が飽和領域で動作可能な最小のドレインソース間電圧を意味する。また、電流駆動素子がバイポーラトランジスタである場合、電流制御部が上記電流の大きさを制御可能な最小の端子間電圧とは、電流駆動素子が活性領域で動作可能な最小のコレクターエミッタ間電圧を意味する。

[0076] また、各実施形態では、レーザーダイオードの光出力に関わらず、電流駆動素子の端子間電圧を、電流駆動素子がレーザーダイオードに流す電流を制御可能な最小の電圧値に設定したが、これに限定されない。電流駆動素子の端子間電圧は、電流駆動素子がレーザーダイオードに流す電流を制御可能であり、かつ電流駆動素子が温度上昇により故障しない電圧値であれば、任意に設定できる。例えば、電流駆動素子の端子間電圧を比較的高く設定することにより、レーザーダイオードに流す電流の立ち上がり時間を短縮することができる。

[0077] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0078] 本発明に係る光源駆動装置において、上記電源制御部は、上記電流の大きさに関わらず、上記被制御端子間電圧が一定となるように、上記出力電圧を制御することが好ましい。

[0079] 上記の構成によれば、半導体光源に流れる電流の大きさに関わらず、電流駆動素子が流す電流の立ち上がり時間を一定にすることができるので、半導体光源の出力の立ち上がりをさらに速くすることができる。

[0080] 本発明に係る光源駆動装置において、上記被制御端子間電圧は、上記電流制御部が上記電流の大きさを制御可能な最小の電圧であることが好ましい。

[0081] 上記の構成によれば、電流駆動素子の消費電力および温度上昇を最小限に

抑えることができる。

[0082] 本発明に係る光源駆動装置において、上記半導体光源の温度を検知する温度センサを備え、上記記憶部は、上記半導体光源の順方向電圧の温度特性を示す温度特性データを記憶しており、上記電源制御部は、上記電流電圧特性データ、上記電圧降下特性データおよび上記温度特性データに基づいて、上記出力電圧を制御することが好ましい。

[0083] 半導体光源の順方向電圧は、温度依存性を有しているので、時間の経過とともに半導体光源の温度が変化すると、電流駆動素子の被制御端子間電圧が変化する。これに対し、上記の構成によれば、電源制御部が、順方向電圧の温度依存性を考慮して、電流駆動素子の被制御端子間電圧が一定となるように可変電源の出力電圧を制御する。したがって、半導体光源の温度変化に関わらず、より正確に被制御端子間電圧を一定とすることができる。

[0084] 本発明に係る光源駆動装置において、上記記憶部は、上記被制御端子間電圧の設定値を示す電圧設定データを記憶しており、上記電源制御部は、上記電流電圧特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさに対する上記半導体光源の順方向電圧を算出し、上記電圧降下特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさに対する上記抵抗における電圧降下を算出し、算出した上記順方向電圧および上記電圧降下と上記設定値との和が上記出力電圧となるように、上記出力電圧を制御することが好ましい。

[0085] 上記の構成によれば、電源制御部は、それぞれ電流電圧特性データおよび電圧降下特性データに基づいて、電流駆動素子が流す電流に対する順方向電圧および電圧降下を算出し、算出した順方向電圧および電圧降下と電圧設定データの設定値との和を出力電圧として設定する。可変電源と半導体光源と電流駆動素子とからなる回路では、半導体光源の順方向電圧と、上記抵抗における電圧降下と、電流駆動素子の被制御端子間電圧との和が、可変電源の出力電圧に等しくなるので、電流駆動素子の被制御端子間電圧は、電圧設定データの設定値と等しくなる。したがって、半導体光源に流れる電流の大き

さに関わらず、電流駆動素子の被制御端子間電圧を上記設定値で一定にすることができる。

[0086] 本発明に係る光源駆動装置において、上記記憶部は、上記被制御端子間電圧の設定値を示す電圧設定データを記憶しており、上記電源制御部は、上記電流電圧特性データおよび上記温度特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさと上記温度センサが検知する温度とに対する上記半導体光源の順方向電圧を算出し、上記電圧降下特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさに対する上記抵抗における電圧降下を算出し、算出した上記順方向電圧および上記電圧降下と上記設定値との和が上記出力電圧となるように、上記出力電圧を制御することが好ましい。

[0087] 上記の構成によれば、電源制御部は、電流電圧特性データおよび温度特性データに基づいて、半導体光源の順方向電圧を算出するので、半導体光源の温度変化に関わらず、より正確に順方向電圧を算出することができる。したがって、半導体光源に流れる電流の大きさ、及び半導体光源の温度変化に関わらず、電流駆動素子の被制御端子間電圧を上記設定値で一定にすることができる。

[0088] 本発明に係るファイバレーザ装置は、増幅用ファイバと、上記増幅用ファイバを励起するための励起光源と、上記励起光源を駆動するための光源駆動装置と、を備えるファイバレーザ装置であって、上記光源駆動装置として上記のいずれかの光源駆動装置を備える。したがって、簡単な構成で増幅用ファイバが出力するレーザー光の出力の立ち上がりを常に速くすることができるファイバレーザ装置を実現することができる。

産業上の利用可能性

[0089] 本発明は、レーザーダイオードだけでなく、発光ダイオード等のあらゆる半導体光源を駆動する光源駆動装置に適用することができる。

符号の説明

[0090] 1 レーザーダイオード駆動装置
 1' レーザーダイオード駆動装置

- 2 増幅用ファイバ
- 3 可変DC電源（可変電源）
- 4 電流駆動素子
- 5 電流制御部
- 6 ファイバレーザ制御部
- 7 電源制御部
- 8 メモリ部
- 9 温度センサ
- 10 ファイバレーザ装置
- 11 MO部
- 12 PA部
- D1 I f - P特性データ
- D2 I f - V f 特性データ（電流電圧特性データ）
- D3 電圧降下特性データ
- D4 V d s 設定データ（電圧設定データ）
- D5 温度特性データ
- I f 電流
- LD1 ~ LDn レーザダイオード（半導体光源）
- R a l l 抵抗
- T1 ON期間（第1の期間）
- T2 ON期間（第2の期間）
- T o f f OFF期間
- V c c 出力電圧
- V d s 端子間電圧（被制御端子間電圧）
- V d s m i n 電圧値（設定値）
- V f 順方向電圧

請求の範囲

[請求項1]

半導体光源を駆動するための電圧を出力する可変電源と、
上記半導体光源に直列に接続され、上記半導体光源に電流を流す電流駆動素子と、
上記電流駆動素子のON/OFFおよび上記電流の大きさを制御する電流制御部と、
上記可変電源の出力電圧を制御する電源制御部と、
を備える光源駆動装置であって、
上記電流に対する上記半導体光源の順方向電圧の特性を示す電流電圧特性データと、
上記電流に対する、上記可変電源と上記半導体光源と上記電流駆動素子とからなる回路上の上記半導体光源と上記電流駆動素子とを除く抵抗における電圧降下の特性を示す電圧降下特性データとを記憶する記憶部を備え、
上記電流制御部は、上記電流の大きさを切り替える場合、切替前の電流が流れる第1の期間と切替後の電流が流れる第2の期間との間に、上記電流駆動素子をOFFさせ、
上記電源制御部は、第1の期間における上記電流駆動素子の被制御端子間電圧と第2の期間における上記電流駆動素子の被制御端子間電圧との差が、上記出力電圧が第1の期間と第2の期間とで一定である場合の上記差よりも小さくなるように、第1の期間と第2の期間との間の上記電流駆動素子がOFFされている期間に、上記各特性データに基づいて上記出力電圧を変化させる、
ことを特徴とする光源駆動装置。

[請求項2]

上記電源制御部は、上記電流の大きさに関わらず、上記被制御端子間電圧が一定となるように、上記出力電圧を制御する、
ことを特徴とする請求項1に記載の光源駆動装置。

[請求項3]

上記被制御端子間電圧は、上記電流制御部が上記電流の大きさを制

御可能な最小の電圧である、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の光源駆動装置。

[請求項 4]

上記半導体光源の温度を検知する温度センサを備え、

上記記憶部は、上記半導体光源の順方向電圧の温度特性を示す温度特性データを記憶しており、

上記電源制御部は、上記電流電圧特性データ、上記電圧降下特性データおよび上記温度特性データに基づいて、上記出力電圧を制御する、

ことを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の光源駆動装置。

[請求項 5]

上記記憶部は、上記被制御端子間電圧の設定値を示す電圧設定データを記憶しており、

上記電源制御部は、上記電流電圧特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさに対する上記半導体光源の順方向電圧を算出し、

上記電圧降下特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさに対する上記抵抗における電圧降下を算出し、

算出した上記順方向電圧および上記電圧降下と上記設定値との和が上記出力電圧となるように、上記出力電圧を制御する、

ことを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の光源駆動装置。

[請求項 6]

上記記憶部は、上記被制御端子間電圧の設定値を示す電圧設定データを記憶しており、

上記電源制御部は、上記電流電圧特性データおよび上記温度特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさと上記温度センサが検知する温度とに対する上記半導体光源の順方向電圧を算出し、

上記電圧降下特性データに基づいて、上記電流駆動素子が流す電流の大きさに対する上記抵抗における電圧降下を算出し、

算出した上記順方向電圧および上記電圧降下と上記設定値との和が

上記出力電圧となるように、上記出力電圧を制御する、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の光源駆動装置。

[請求項 7]

増幅用ファイバと、

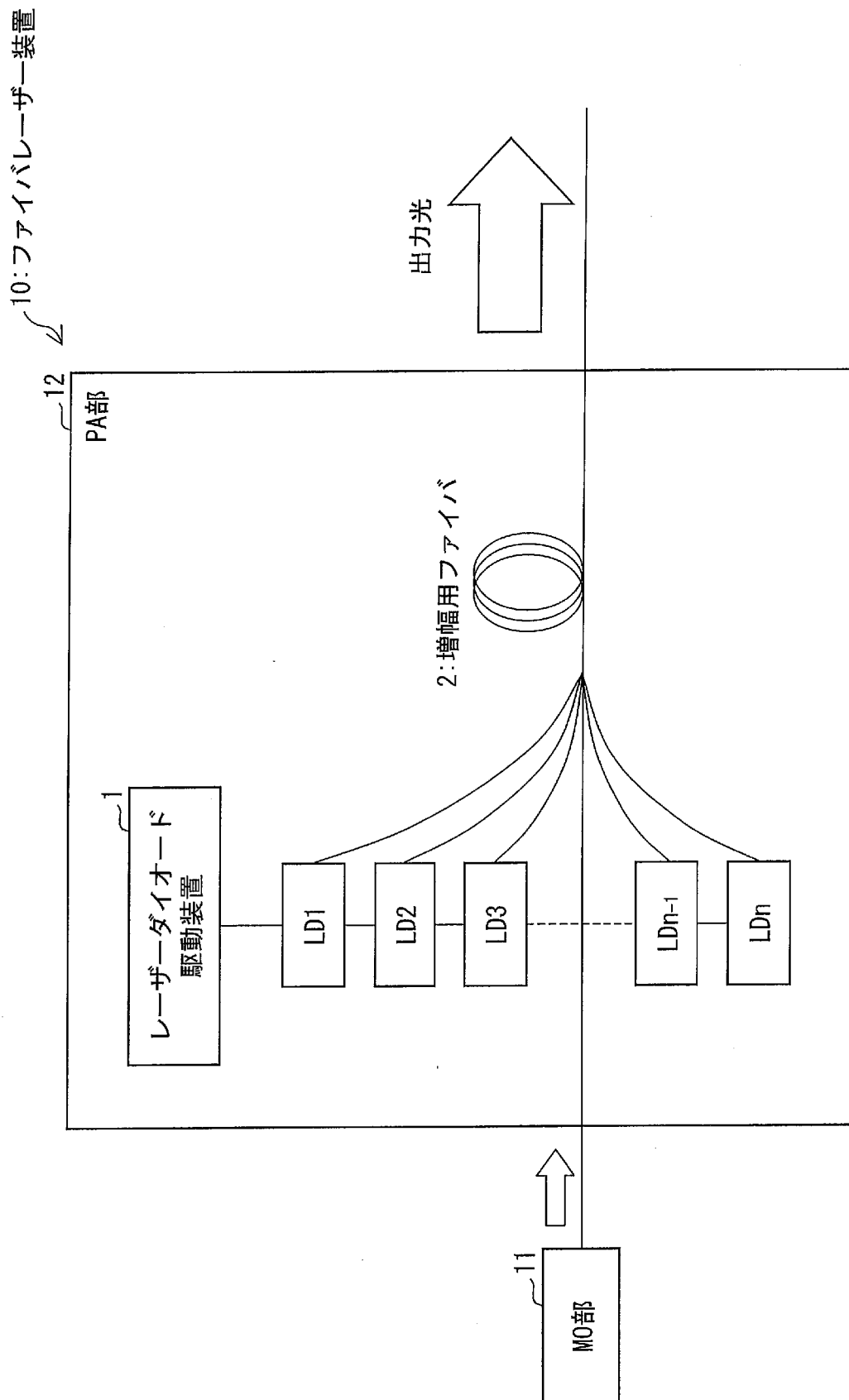
上記増幅用ファイバを励起するための励起光源と、

上記励起光源を駆動するための光源駆動装置と、

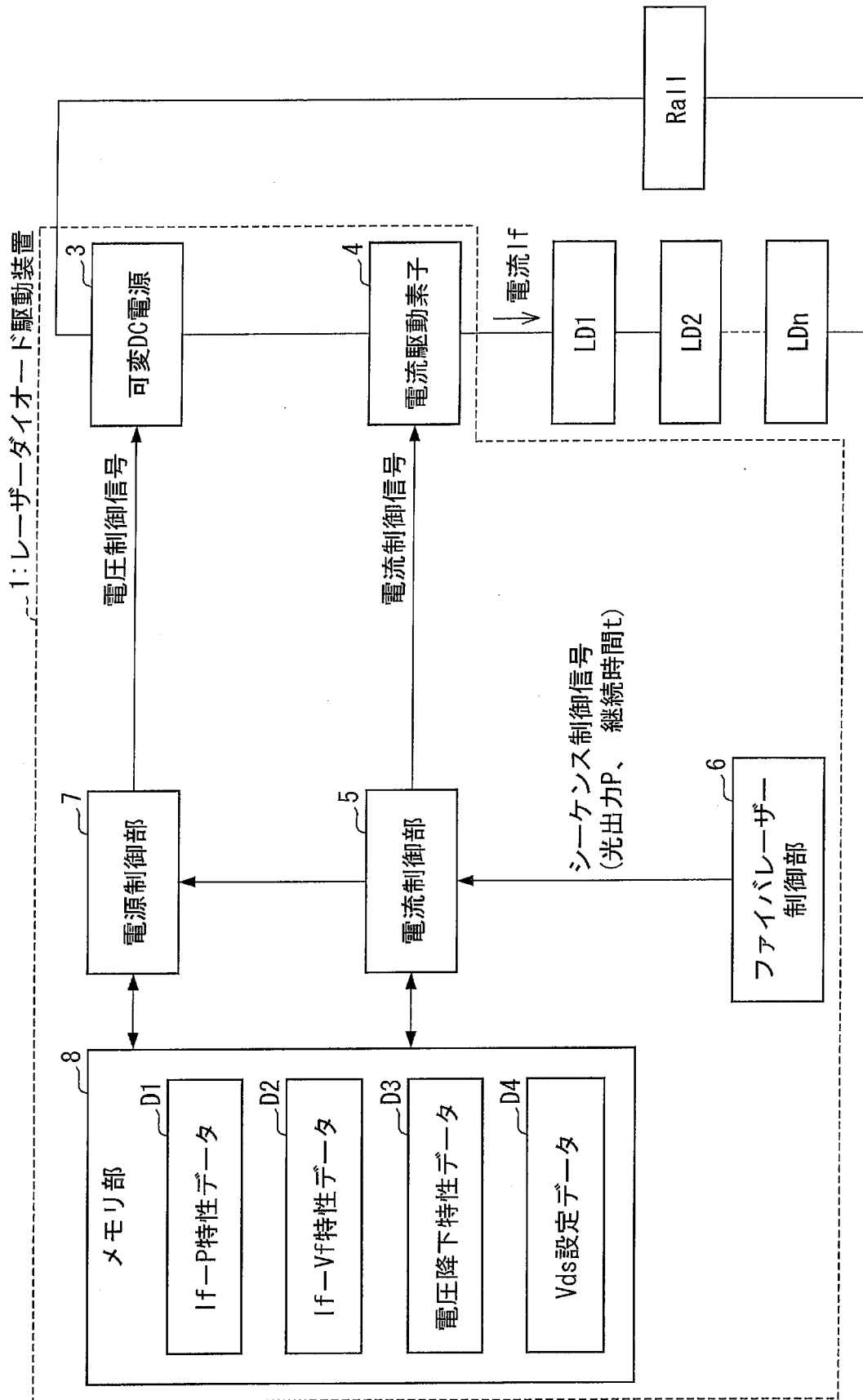
を備えるファイバレーザ装置であって、

上記光源駆動装置として請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の光源
駆動装置を備える、ことを特徴とするファイバレーザ装置。

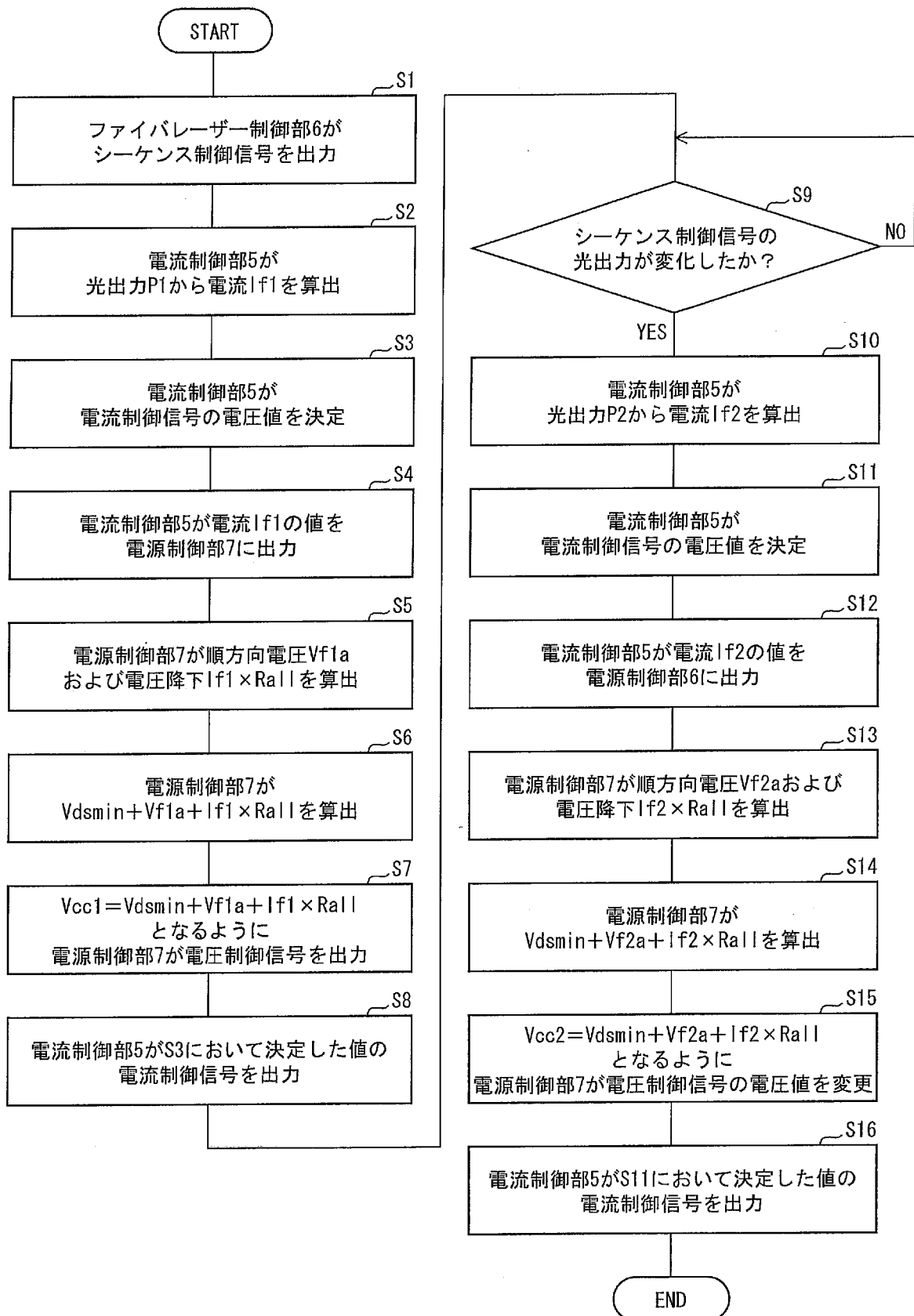
[図1]



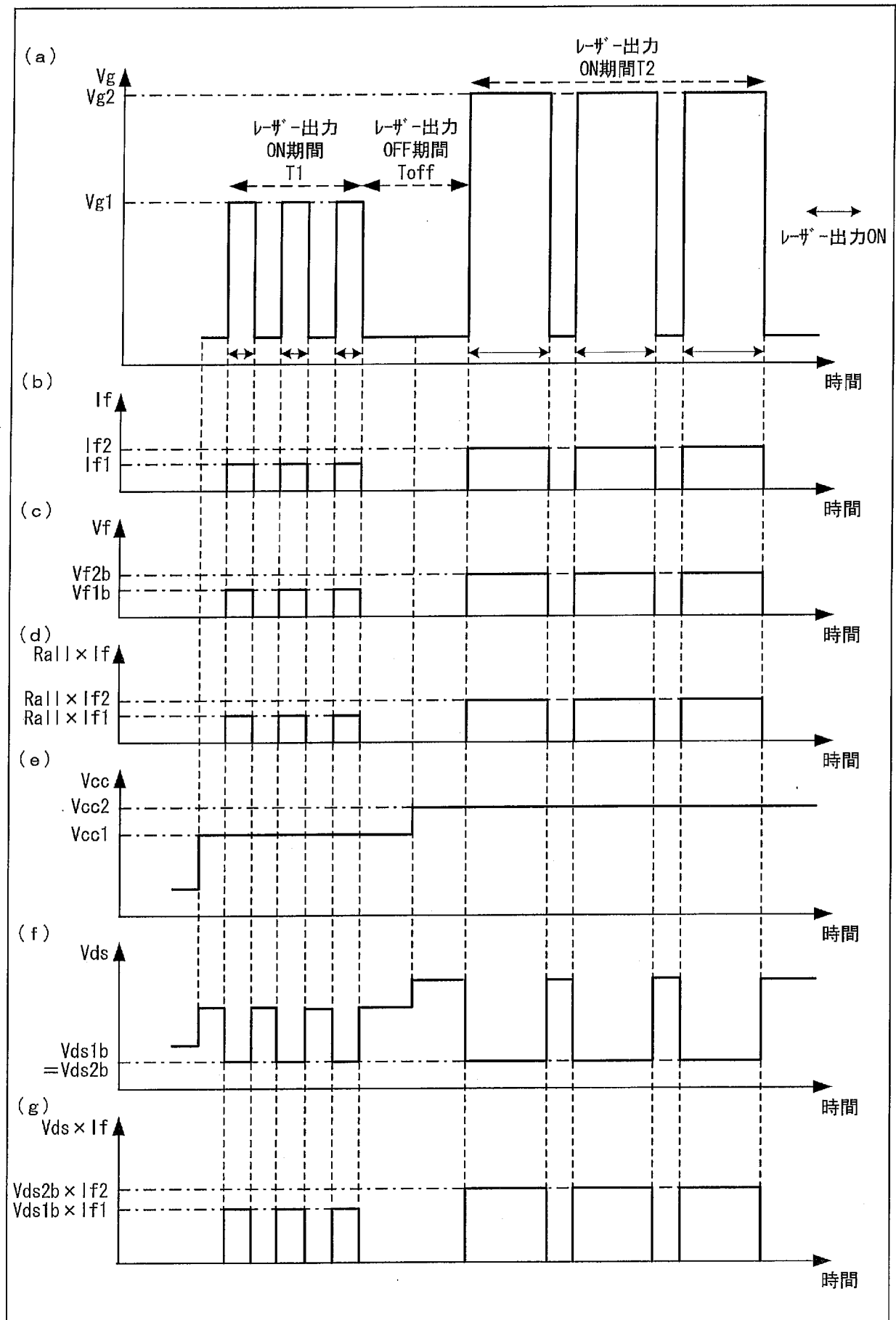
[図2]



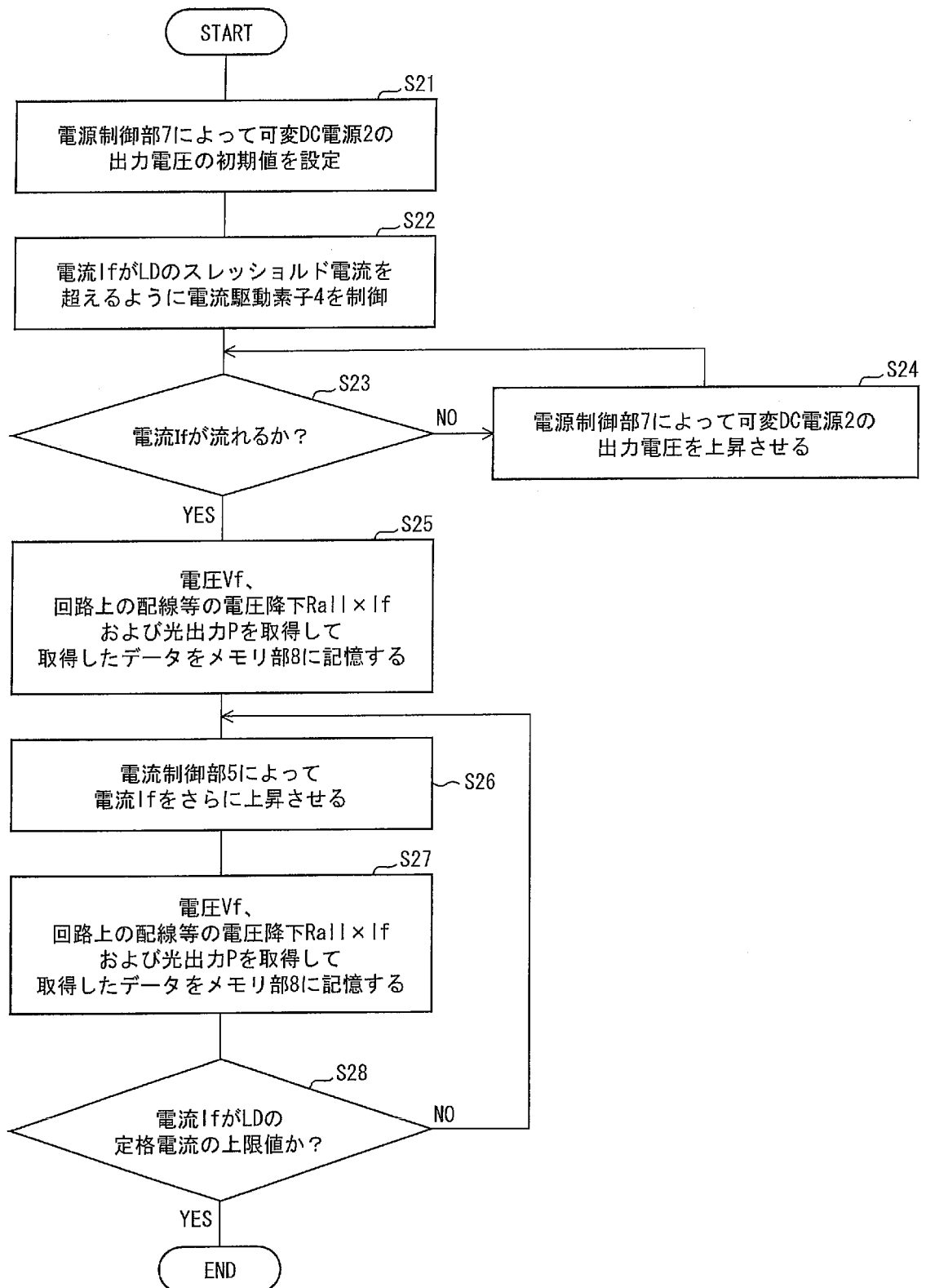
[図3]



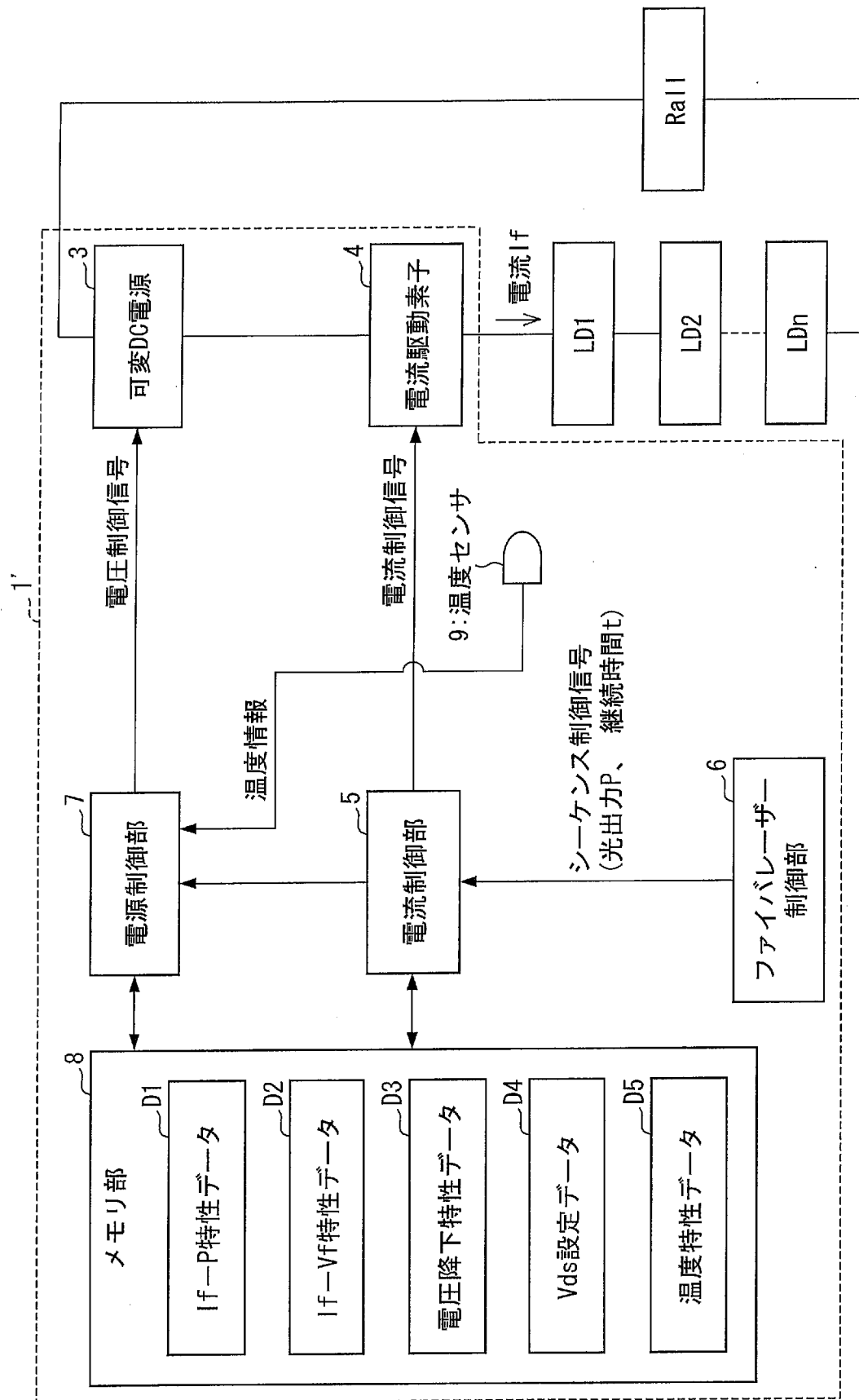
[図4]



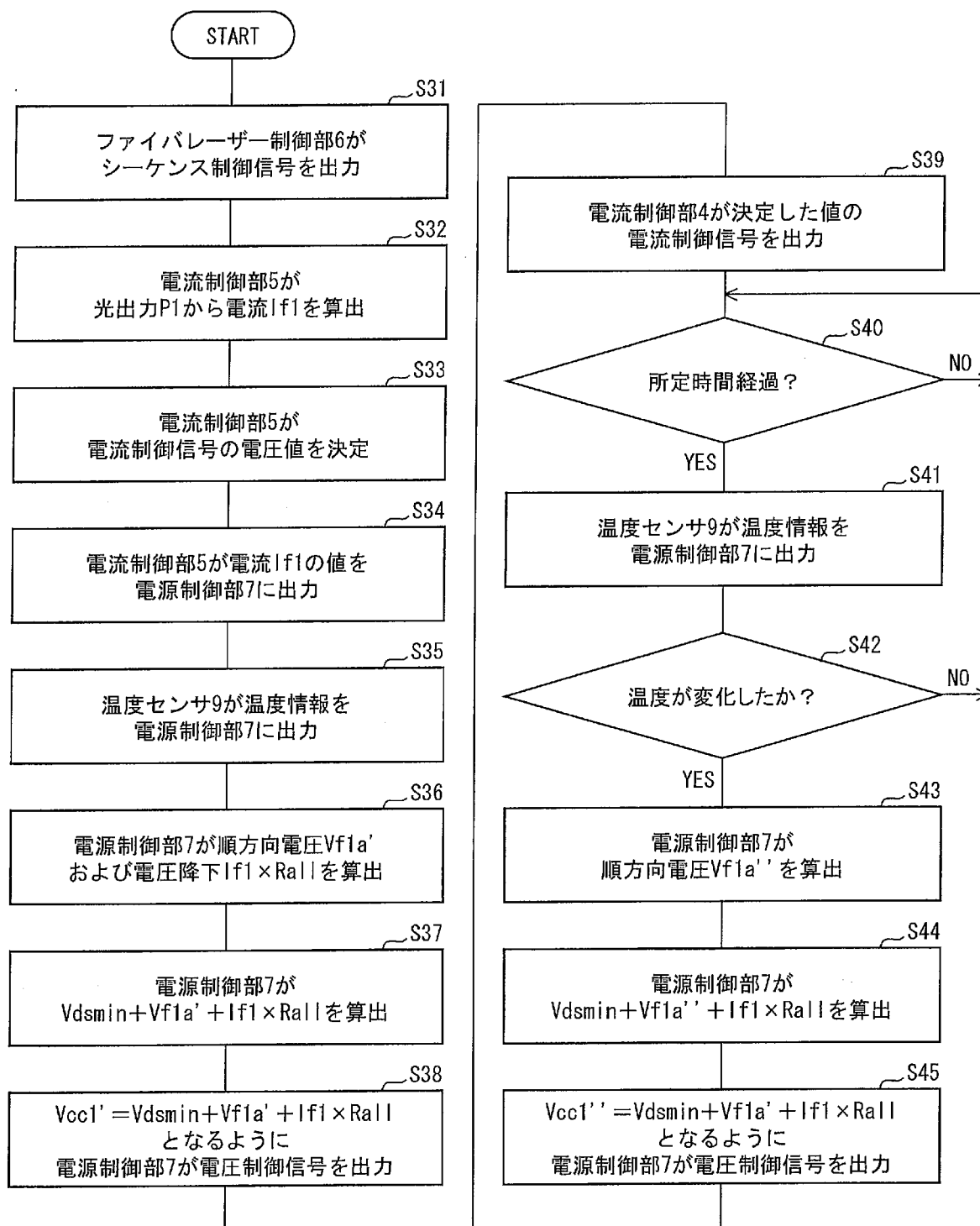
[図5]



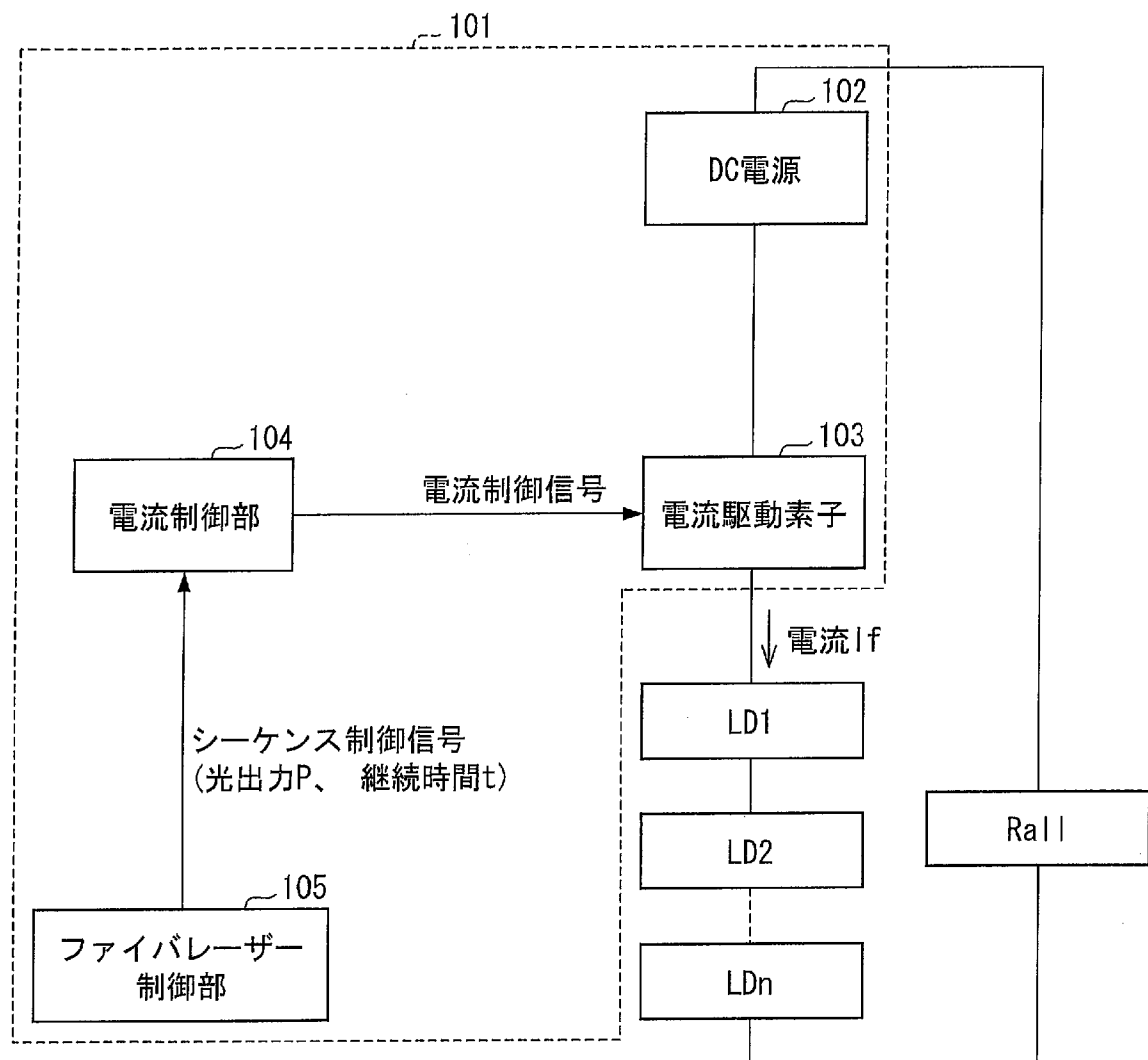
[図6]



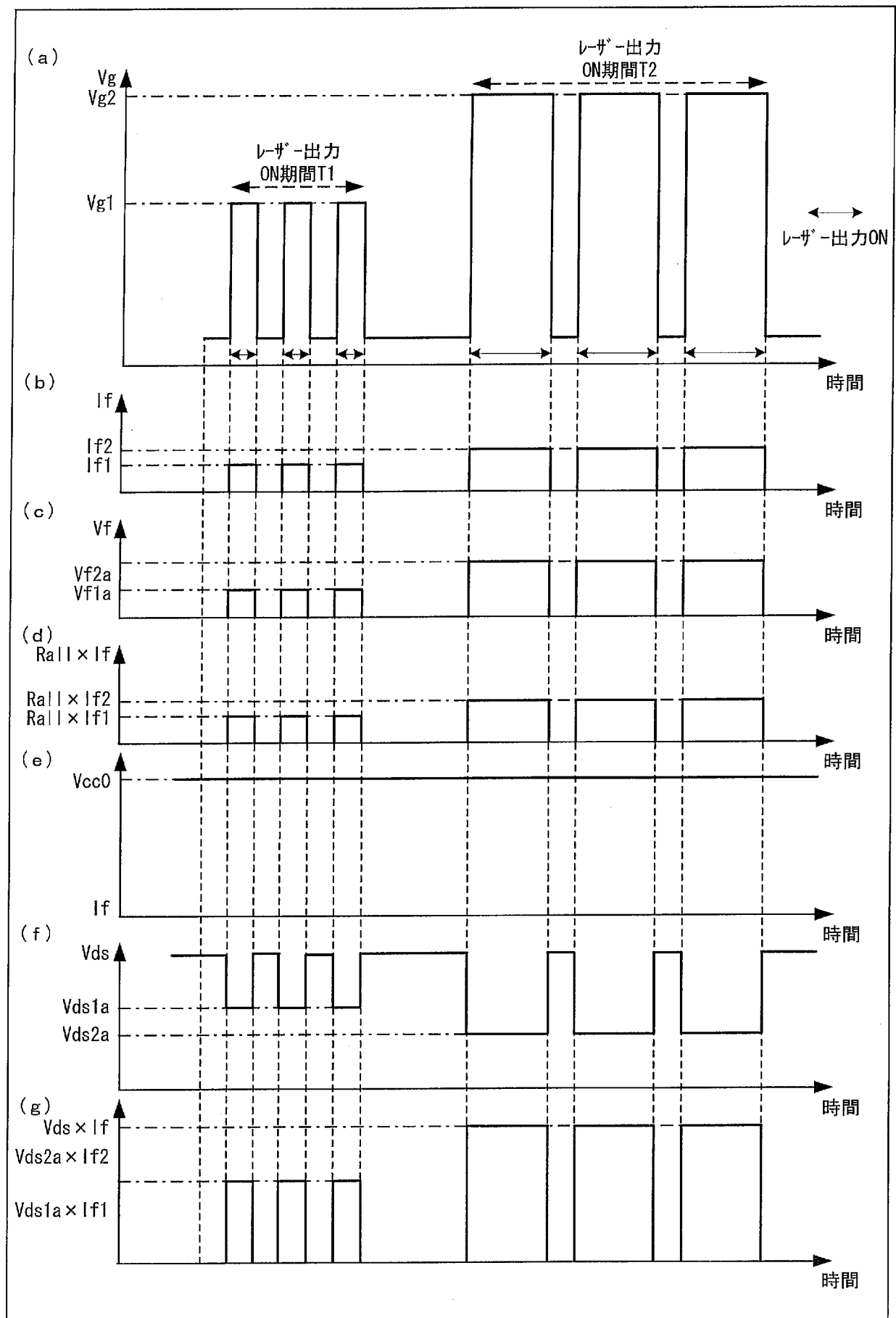
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S5/062 (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)

H01S5/00-5/50

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2003-008138 A (Motorola, Inc., Fujitsu Ltd.), 10 January 2003 (10.01.2003), paragraphs [0002] to [0014]; fig. 1 to 3 & US 2002/0190666 A1 & EP 1283569 A2	1-7
Y	JP 6-275895 A (Hoya Corp.), 30 September 1994 (30.09.1994), paragraphs [0002] to [0027]; fig. 1, 2, 6, 8 (Family: none)	1-7
A	JP 2003-347663 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 05 December 2003 (05.12.2003), paragraphs [0068], [0117]; fig. 1, 39, 40 & JP 2009-278144 A	1-7

☒ 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
26 April, 2011 (26.04.11)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057850

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 11-291548 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 26 October 1999 (26.10.1999), paragraphs [0072] to [0105]; fig. 15, 16, 19, 32, 33 & US 6370175 B1	1-7
A	JP 9-058048 A (Minolta Co., Ltd.), 04 March 1997 (04.03.1997), paragraphs [0006], [0017] to [0027]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01S5/062 (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 (I P C))

Int.Cl. H01S 5/00 - 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	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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
Y	JP 2003-008138 A (モトローラ・インコーポレイテッド, 富士通株式会社) 2003.01.10, 段落【0002】-【0014】, 図1-3 & US 2002/0190666 A1 & EP 1283569 A2	1-7
Y	JP 6-275895 A (ホーヤ株式会社) 1994.09.30, 段落【0002】-【0027】, 図1, 2, 6, 8 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

2 6 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

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)

佐藤 俊彦

2 K

4 7 5 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

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 請求項の番号
A	JP 2003-347663 A (富士ゼロックス株式会社) 2003.12.05, 段落【0068】、【0117】、図1, 39, 40 & JP 2009-278144 A	1-7
A	JP 11-291548 A (富士ゼロックス株式会社) 1999.10.26, 段落【0072】－【0105】、 図15, 16, 19, 32, 33 & US 6370175 B1	1-7
A	JP 9-058048 A (ミノルタ株式会社) 1997.03.04, 段落【0006】、【0017】－【0027】、 図1－4 (ファミリーなし)	1-7