

(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  
2022年3月3日(03.03.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/044280 A1

(51) 国際特許分類:

H01S 5/068 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2020/032693

(22) 国際出願日:

2020年8月28日(28.08.2020)

(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:若生 周治(WAKAIKI, Shuji); 〒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). 五十嵐 弘(IKARASHI, Hiroshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁

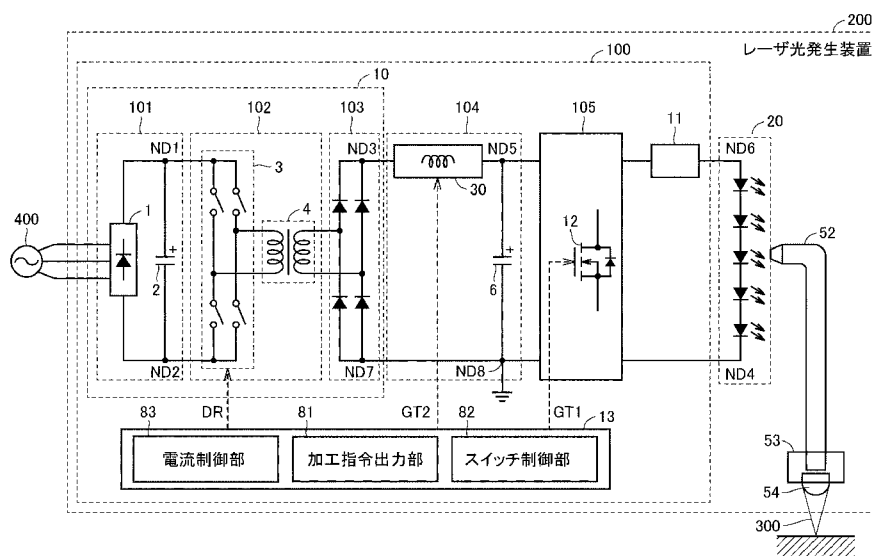
目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 津田 真吾(TSUDA, Shingo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 角田 義一(TSUNODA, Yoshikazu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 町井 秀康(MACHII, Hideyasu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 五十嵐 勇一(IGARASHI, Yuichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(54) Title: LASER BEAM GENERATION DEVICE AND LASER MACHINING DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ光発生装置およびレーザ加工装置

[図1]



81 Machining command output unit  
82 Switch control unit

83 Current control unit  
200 Laser beam generation device

(57) Abstract: This laser beam generation device (200) comprises: a laser diode (20); a power supply (10) which supplies current; a reactor circuit (30) which is connected to the power supply (10) and has a variable inductance value; a current path switching circuit (105) configured to switch whether to supply the current output from the reactor circuit (30) to the laser diode; and a control device (13) which controls the current path switching circuit (105) and sets the inductance value of the reactor circuit (30).

[続葉有]

(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, IT, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: レーザ光発生装置(200)は、レーザダイオード(20)と、電流を供給する電源(10)と、電源(10)と接続され、可変のインダクタンス値を有するリアクトル回路(30)と、リアクトル回路(30)から出力される電流をレーザダイオードに供給するか否かを切り替えるように構成された電流経路切替回路(105)と、電流経路切替回路(105)を制御し、かつリアクトル回路(30)のインダクタンス値を設定する制御装置(13)とを備える。

## 明 細 書

発明の名称： レーザ光発生装置およびレーザ加工装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、レーザ光発生装置およびレーザ加工装置に関する。

### 背景技術

[0002] 金属の溶接、金属の切断、または金属のマーキング等の加工分野では、従来CO<sub>2</sub>レーザ等の気体レーザ装置、またはYAG (Yttrium Aluminum Garnet) レーザ等のランプ励起による固体レーザ装置が使用されてきた。

[0003] しかしながら、近年では、ファイバーレーザ等のレーザダイオード（以下「LD (Laser Diode)」と称する。）励起による固体レーザ装置、およびレーザ光を直接出力するダイレクトダイオードレーザ装置の高出力化が進んでいる。これにより、上記の加工分野では、CO<sub>2</sub>レーザ等の気体レーザまたはYAGレーザ等のランプ励起による固体レーザ装置から、ファイバーレーザ等のLD励起による固体レーザ装置またはダイレクトダイオードレーザ装置への置き換えが進んでいる。

[0004] LDは電流駆動型の素子であるので、LDを用いたレーザ光発生装置においては、所望のレーザ光出力を得るのに必要な一定の駆動電流をLDに供給する定電流源を使用することが一般的である。定電流源を使用する場合には、安定なレーザ光出力を得るために一般的にリアクトルが使用される。リアクトルに電磁エネルギーが蓄えられることによって出力電流の応答速度が遅くなる。その結果、加工条件に合わせてレーザを出力しようとしても、所望のレーザ光出力を得ることができないという問題がある。

[0005] このような問題を解決するため、たとえば特開2009-123833号公報（特許文献1）に開示されるレギュレータ方式のレーザダイオード駆動用電源装置は、LD駆動電流を設定電流値まで高速に立ち上げられることを特徴としている。このレーザ駆動用電源装置は、負荷回路に所望の定電流を供給するための定電流源回路と、定電流源回路とLDとの間に接続される2

次側平滑リアクトルと、定電流源回路に対して２次側平滑リアクトルと直列に接続され、かつＬＤと並列に接続される第１のスイッチング素子と、ＬＤを発光させない間は第１のスイッチング素子をオン状態に保持し、ＬＤを発光させる時は第１のスイッチング素子をオフ状態に保持するＬＤ駆動制御部とを有する。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献１：特開２００９－１２３８３３号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１に記載のスイッチング方式のＬＤ駆動用電源装置は、ＬＤ駆動電流をある一定の設定電流値まで高速に立ち上げることができるが、その設定電流値を変化させることはできない。近年、レーザ加工機などにおいては、加工面の形状に応じて設定電流値を変化させることによって、加工面の精度を向上させるとともに、様々な加工に特化したレーザ光出力が必要となっている。

[0008] さらに、特許文献１に記載のスイッチング方式のＬＤ駆動用電源装置では、パルス駆動周波数が高い電流駆動波形を出力する際のリップル電流を緩和するため、平滑リアクトルのインダクタンス値が大きな値に設定されている。電流指令値がゼロの期間では、ＬＤモジュールに並列接続されたスイッチング素子がオンとなり、平滑リアクトルに蓄積されたエネルギーが平滑リアクトルとスイッチング素子との閉回路を還流する。ＬＤ駆動用電源装置では、加工面の形状に合わせてレーザ光出力を変化させる必要があるが、平滑リアクトルのインダクタンス値が大きいため、所望の電流値への変更に時間を要するとともに、高いピークを有する電流出力を得ることが難しいという課題があった。

[0009] それゆえに、本開示の目的は、レーザ光の出力を高速に安定化することが

できるとともに、高いピークのレーザ光を出力することができるレーザ光発生装置およびレーザ加工装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0010] 本開示のレーザ光発生装置は、レーザダイオードと、電流を供給する電源と、電源と接続され、可変のインダクタンス値を有するリアクトル回路と、リアクトル回路から出力される電流をレーザダイオードに供給するか否かを切り替えるように構成された電流経路切替回路と、電流経路切替回路を制御し、かつリアクトル回路のインダクタンス値を設定する制御部とを備える。

### 発明の効果

[0011] 本開示によれば、レーザ光の出力を高速に安定化することができるとともに、高いピークのレーザ光を出力することができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態1のレーザ光発生装置200の構成を表わす図である。

[図2]実施の形態1のリアクトル回路30の構成を表わす図である。

[図3]実施の形態1の電流経路切替回路105の構成を表わす図である。

[図4]実施の形態1の電流経路切替回路105の別の構成を表わす図である。

[図5]実施の形態1のレーザ光発生装置200の動作を示すタイミングチャートである。

[図6] (a) は、リアクトル回路30のインダクタンス値が $10\mu\text{H}$ のときのLD20へ流れる電流を示す図である。(b) は、リアクトル回路30のインダクタンス値が $1\mu\text{H}$ のときのLD20へ流れる電流を示す図である。(c) は、リアクトル回路30のインダクタンス値が $0.1\mu\text{H}$ のときのLD20へ流れる電流を示す図である。

[図7]実施の形態2のリアクトル回路30cの構成を表わす図である。

[図8]実施の形態3のリアクトル回路30dの構成を表わす図である。

[図9]実施の形態4のリアクトル回路30eの構成を表わす図である。

[図10]実施の形態5のレーザ光発生装置200aの構成を表わす図である。

[図11]実施の形態6のレーザ光発生装置200bの構成を表わす図である。

[図12] (a) および (b) は、機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える第1の方法を説明するための図である。(c) および (d) は、機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える第2の方法を説明するための図である。(e) および (f) は、機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える第3の方法を説明するための図である。

[図13] 空芯コイルの長さに対するインダクタンス値の変化を表わす図である。

[図14] 実施の形態8のレーザ加工装置の構成を示す図である。

[図15] 制御装置13がソフトウェアと汎用のハードウェアによって実現される場合の制御装置13の構成を表わす図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下では、複数の実施の形態について説明するが、各実施の形態で説明された構成を適宜組み合わせることは出願当初から予定されている。なお、図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0014] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1のレーザ光発生装置200の構成を表わす図である。レーザ光発生装置200は、LD駆動用電源装置100と、LD20と、加工ヘッド53と、集光部52とを備える。以下では、LD駆動用電源装置を単に「電源装置」と称する場合がある。

[0015] LD20は、ノードND6とノードND4（接地電源もしくはLD20の基準電源）との間に配置される。LD20は、LD駆動用電源装置100から供給される電流によりレーザを出射する。LD20は、少なくとも1つのLD単体を含む。LD20が複数のLD単体を含む場合、複数のLD単体は、LD20のアノード端子およびカソード端子間に順方向に直列接続され、並列接続され、または直列および並列接続される。高出力のレーザ装置では、少なくとも1つのLD20が使用される。

[0016] 集光部52は、LD20のレーザ光を集光して、加工ヘッド53に伝送す

る。集光部52としては、光ファイバ、プリズム、ミラー、光結合素子、または光増幅器を用いることができる。

[0017] 電源装置100は、電源10と、平滑回路104と、電流経路切替回路105と、制御装置13とを備える。

[0018] 電源10は、交流電源400から供給される交流電力を直流電力に変換して、一定の電流をLD20へ供給する。交流電源400は、たとえば100V～480Vの交流電圧を電源10に供給する。交流電源400は、たとえば、三相交流電源または単相交流電源である。交流電源400は、たとえば、商用交流電源または自家用発電機である。

[0019] 電流検出器11は、ノードND5とノードND6の間、またはノードND8とノードND4との間に配置される。電流検出器11は、電源装置100からLD20に流れる電流を検出する。電流検出器11として、直列抵抗素子（シャント抵抗素子）、CT（Current Transformer）、ホール電流センサ等を用いることができる。電流検出器11として、電流検出用のIC（Integrated Circuit）を使用してもよい。電流検出器11として、汎用的な部品を使うことによって、コストを低減することが可能である。

[0020] 電源10は、整流部101と、変換部102と、整流回路103とを備える。

整流部101は、交流電源400から供給される交流電力を整流する。整流部101は、整流回路1と、平滑コンデンサ2とを備える。整流回路1は、ノードND1とノードND2との間に配置される。整流回路1は、交流電源400から供給される交流電力を整流する。整流部101は、力率を改善することができる力率改善回路であってもよい。平滑コンデンサ2は、ノードND1とノードND2との間に配置される。平滑コンデンサ2は、整流回路1に並列に接続される。

[0021] 変換部102は、フルブリッジインバータ動作をすることによって、整流部101から出力される電力を交流電力に変換する。変換部102は、絶縁型の電力変換部である。変換部102は、電圧変換回路3と、トランス4と

を備える。電圧変換回路 3 は、ノード ND 1 とノード ND 2 との間に配置される。電圧変換回路 3 は、制御装置 1 3 から出力される駆動信号 DR に基づき、整流部 1 0 1 で整流された電圧を交流電圧に変換する。電圧変換回路 3 は、たとえばフルブリッジ回路で構成される。電圧変換回路 3 は、フルブリッジ回路に代えて、一般的な DC-DC コンバータの方式であるフォワード方式、フライバック方式、プッシュプル方式、またはハーフブリッジ方式などのように、変換電力量に応じて効率およびコストが最適となる方式の回路であってもよい。電圧変換回路 3 は、これらの回路方式の複合形であってもよい。変換部 1 0 2 は、絶縁型の電力変換回路と、たとえばチョップ方式などの非絶縁型の電力変換回路との両方を備え、それらを併用するものとしてもよい。併用することによって、昇圧比率などを調整しやすくなる場合もある。電圧変換回路 3 は、複数のスイッチング素子を含む。トランス 4 は、電圧変換回路 3 で変換された交流電圧を巻線比に対応した特定の値の電圧に変換する。トランス 4 の出力電流は電圧変換回路 3 を構成する複数のスイッチング素子のスイッチング周期に対するオン時間の割合で調整される。

[0022] 整流回路 1 0 3 は、ノード ND 3（電源 1 0 の第 1 の出力端子）とノード ND 7（電源 1 0 の第 2 の出力端子）との間に配置される。整流回路 1 0 3 は、変換部 1 0 2 から出力された交流電圧を整流する。整流回路 1 0 3 は、たとえば、4 つのダイオードで構成される全波整流回路である。整流回路 1 0 3 の構成は、図 1 に示されるものに限定されるものではない。整流回路 1 0 3 は、ダイオードの代わりに低損失化が可能なスイッチング素子によって構成されてもよい。

[0023] 変換部 1 0 2 と整流回路 1 0 3 とは、チョップ回路方式などの非絶縁 DC-DC コンバータを用いても良い。非絶縁 DC-DC コンバータは、絶縁 DC-DC コンバータよりも高効率な変換を低コストで実現できる。

[0024] 平滑回路 1 0 4 は、整流回路 1 0 3 で整流された電圧を平滑する。平滑回路 1 0 4 は、リアクトル回路 3 0 と、平滑コンデンサ 6 とを備える。

[0025] リアクトル回路 3 0 は、ノード ND 3（電源 1 0 の第 1 の出力端子）とノ

ードND5（リアクトル回路30の出力端子）との間に配置される。リアクトル回路30は、電源10と接続される。

[0026] リアクトル回路30のインダクタンス値が大きい場合、LD20への電流リップル量を小さくできるので、レーザ光の出力量の変動が小さくなる。その結果、安定したレーザ光出力を得ることができる。しかしながら、リアクトル回路30のインダクタンス値が大きいので、所望の電流値へ変更するのに時間を要するため、電流の立ち上がり時間および立ち下り時間が長くなる。例えば、レーザ加工機などを含むレーザ機器では、レーザ光出力をオンまたはオフすることによって、レーザ光出力量を瞬時に変更したい場合がある。リアクトル回路30のインダクタンス値が大きい場合には、レーザ光出力量を瞬時に変更できない。

[0027] リアクトル回路30のインダクタンス値が小さい場合、LD20への電流リップル量が大きくなるので、安定したレーザ光出力を得ることができない。しかしながら、インダクタンス値が小さいので、所望のレーザ光出力を短時間に得ることができる。リアクトル回路30のインダクタンス値が小さい場合、LD20への電流リップル量は大きくなるが、大きくなったときの電流だけをLD20へ流れるように電流経路切替回路105を制御することによって、パルス状の大きいレーザ光出力を得ることができる。これによって、例えば、レーザ加工機などにおいては、高精度の加工が可能となる。

[0028] 本実施の形態では、上述したリアクトル回路30のインダクタンスの大小のメリットを生かすために、リアクトル回路30は、可変のインダクタンス値を有する。安定したレーザ光出力を得たい場合には、インダクタンス値を大きくする。一方、短パルスの高出力のレーザ光を得たい場合、または高速な立ち上がりでレーザ光出力を得たい場合には、インダクタンス値を小さくする。

[0029] リアクトル回路30の中にあるリアクトルのコアは、空芯でもよいし、フェライトなどの磁性体でもよい。リアクトル回路30の中にあるリアクトルに大きな電流が流れる場合、エッジワイズコイル、あるいは全体をモールド

したリアクトルを用いてもよい。エッジワイズコイルとは、平角線がエッジワイズ方向に巻回されたコイルのことをいう。エッジワイズコイルは、巻線が1層構造であるため巻線が丸型で多層構造であるリアクトルと比べて、高い放熱性を有する。全体をモールドしたリアクトルは、モールド部から放熱することができるため、モールドしていないリアクトルと比べて放熱性が高い。エッジワイズコイル、または全体をモールドしたリアクトルを用いることによって、各々のリアクトルの温度上昇を抑えることが可能となる。そのため、リアクトルを放熱するために必要な冷却機構（たとえば放熱フィン、水冷機構等）の小型化、および冷却方式の簡素化（たとえば、強制空冷から自然空冷）が可能となるので、冷却部材を減らすことができる。

[0030] 図2は、実施の形態1のリアクトル回路30の構成を表わす図である。リアクトル回路30は、インダクタンス値が互いに異なる2種類のリアクトル5a、5bと、インダクタンス値切替用スイッチ14とを備える。

[0031] 直列接続されたリアクトル5bとインダクタンス値切替用スイッチ14とが、ノードND3とノードND5との間に配置される。リアクトル5aが、ノードND3とノードND5との間に配置される。

[0032] リアクトル5aのインダクタンス値が、リアクトル5bのインダクタンス値よりも大きい。リアクトル5bは、配線だけであってもよい。配線は寄生のインダクタンス成分を有するためである。リアクトル5bとインダクタンス値切替用スイッチ14とは、どちらがノードND3側もしくはノードND5側に配置されてもよい。

[0033] 制御装置13からのゲート駆動信号GT2によってインダクタンス値切替用スイッチ14がオン／オフする。インダクタンス値切替用スイッチ14をオフのときには、ノードND3とノードND5の間にリアクトル5aのみが接続されるのでリアクトル回路30のインダクタンス値が大きくなる。インダクタンス値切替用スイッチ14がオンのときには、ノードND3とノードND5との間にリアクトル5aとリアクトル5bとが並列に接続されるので、リアクトル回路30のインダクタンス値が小さくなる。

[0034] 再び、図 1 を参照して、平滑コンデンサ 6 は、ノード ND 5 とノード ND 7 との間に配置される。

[0035] 電流経路切替回路 105 は、ノード ND 5 およびノード ND 8 と、LD 20 との間に配置される。電流経路切替回路 105 は、リアクトル回路 30 から出力される電流を LD 20 に供給するか否かを切り替えるように構成される。

[0036] 図 3 は、電流経路切替回路 105 の構成を表わす図である。

図 3 に示すように、電流経路切替回路 105 は、LD 20 に並列接続された経路切替用スイッチ 12 を含む。経路切替用スイッチ 12 は、たとえば N 型 MOSFET である。

[0037] 制御装置 13 からのゲート駆動信号 GT 1 によって経路切替用スイッチ 12 がオン／オフする。経路切替用スイッチ 12 がオフのときには、リアクトル回路 30 から出力された電流が LD 20 に流れる。経路切替用スイッチ 12 がオンのときには、リアクトル回路 30 から出力された電流が LD 20 に電流が流れずに、経路切替用スイッチ 12 に流れる。すなわち、電源装置 100 において、レーザのパルス駆動時には経路切替用スイッチ 12 のオン／オフによって、リアクトル回路 30 の出力電流が流れる電流経路が切替えられる。電流経路が瞬時に切替えられることによって LD 20 への電流を高速に立ち下げ又は立ち上げることができる。

[0038] 図 4 は、電流経路切替回路 105 の別の構成を表わす図である。

図 4 に示すように、経路切替用スイッチ 12 が LD 20 に直列接続される。経路切替用スイッチ 12 は、たとえば N 型 MOSFET である。

[0039] 制御装置 13 からのゲート駆動信号 GT 1 によって経路切替用スイッチ 12 がオン／オフする。経路切替用スイッチ 12 がオンのときには、リアクトル回路 30 から出力された電流が LD 20 に流れる。経路切替用スイッチ 12 がオフのときには、リアクトル回路 30 から電流は流れない。すなわち、電源装置 100 において、レーザのパルス駆動時には経路切替用スイッチ 12 のオン／オフによって、LD 20 への電流を流すことができる。また経路

切替用スイッチ 12 のゲート印可電圧量を調整することにより、経路切替用スイッチ 12 の抵抗値を調整し、LD20 に流れる電流量を変化させることも可能となる。

[0040] LD20 の駆動電流が大きい場合には、経路切替用スイッチ 12 をオン・オフする際に生ずるサージ電圧を抑制するために経路切替用スイッチ 12 にスナバ回路を接続してもよい。スナバ回路に代えて、電圧が一定値以上になると起動するような回路またはツェナーダイオードなどを設けてもよい。電力消費用または電流制限用の抵抗素子が経路切替用スイッチ 12 に直列に接続されていてもよい。

[0041] 経路切替用スイッチ 12 に並列に平滑コンデンサを設けてもよい。平滑コンデンサを設けることによって、LD20 の駆動電流の立ち上がりおよび立ち下りの速度が低下するため、LD20 のレーザ光出力の応答速度が低下する恐れがある。しかしながら、電源 10 から出力される電流を平滑化できるため、LD20 に供給される電流を平滑化し、LD20 のレーザ光出力をより安定化させることができる。よって、レーザ光出力の応答速度の速さが要求されない場合は、平滑コンデンサを設けた方がよい。電源 10 から出力される電流をより平滑化するためには、平滑コンデンサの容量を大きくする必要がある。平滑コンデンサの容量を大きくするには、平滑コンデンサの単体の容量を大きくする、あるいは並列接続された複数の平滑コンデンサを使用する方法などが考えられる。但し、レーザ光出力の応答速度の速さを求める場合は、平滑コンデンサの容量を大きくし過ぎると、リアクトル回路 30 の可変インダクタンス値を最小としても、平滑コンデンサの容量が大きいためレーザ光出力の応答速度を速くすることができない。平滑化、すなわち電流リップルを小さくするには、平滑コンデンサの容量は最小限として、リアクトル回路 30 の可変インダクタンス値の最大値を大きくすることが望ましい。

[0042] 次に、電流経路切替回路 105 の動作について説明する。

電源 10 が駆動していて、リアクトル回路 30 に電流が流れている状態に

において、制御装置 13 がゲート駆動信号 G T 1 によって経路切替用スイッチ 12 のオン／オフを制御することによって、リアクトル回路 30 から出力される電流を L D 20 に流すかを定めることが出来る。電流経路切替回路 105 は、ゲート駆動信号 G T 1 に応じて L D 20 の駆動電流の立ち上げまたは立ち下げを行なう。

[0043] L D 20 の駆動電流が大きい場合、経路切替用スイッチ 12 をオフする際に生じるサージ電圧を抑制するために、経路切替用スイッチ 12 に対して並列にスナバ回路を設けてもよい。スナバ回路としては、たとえば並列に接続された抵抗素子およびコンデンサに、ダイオードを直列に接続することによって構成される R C D スナバ回路等を使用してもよい。

[0044] レーザ加工装置のような大型の装置では、電流経路切替回路 105 と L D 20 とが離れている場合が多い。このような場合、電流経路切替回路 105 と L D 20 との間の配線が長くなり、配線の寄生インダクタンスによって、L D 20 の駆動電流を好適に制御することが困難になる恐れがある。電流経路切替回路 105 と L D 20 との間の配線の寄生インダクタンス値を小さくするために、電流経路切替回路 105 と L D 20 との間の配線が短くなるように L D 20 の近傍に電流経路切替回路 105 を設置してもよい。また、配線の相互インダクタンスの打ち消し効果が大きくなるように、電流経路切替回路 105 と L D 20 との間の配線のループ面積が最小となるように配線してもよい。

[0045] このように構成されたレーザ光発生装置 200 では、電源装置 100 から L D 20 に電流が供給されることにより、L D 20 からレーザが出射される。L D 20 から出射されたレーザは、集光部 52 などによって加工ヘッド 53 まで伝送され、加工ヘッド 53 内のレンズ 54 によりワーク 300 上に集光される。これによりワーク 300 の切断加工が行われる。ワーク 300 の加工時には、レーザの集光位置をワーク 300 上で移動させる必要があるため、ワーク 300 を移動させる不図示のワーク移動機構上にワーク 300 が設置され、又はレーザ光発生装置 200 に加工ヘッド 53 を移動させる不図

示のヘッド移動機構が設けられるものとする。

[0046] 変換部102、平滑回路104、および電流経路切替回路105において使用されるスイッチとしては、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、またはMOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等のスイッチング素子を用いるとよい。スイッチング素子は、Si (Silicon) の材料で構成されるものとしてもよい。一方、スイッチング素子が、SiC (Silicon Carbide) またはGaN (Gallium Nitride) の材料で構成されている場合には、スイッチング損失、および導通損失を抑えることができるので、電源装置100の高効率化、および低損失化が可能となる。スイッチは、リレーまたはアナログスイッチによって構成されるものとしてもよい。この場合は、精巧なゲート駆動回路が不要となるメリットがある。

[0047] 制御装置13は、加工指令出力部81と、スイッチ制御部82と、電流制御部83とを備える。

[0048] 加工指令出力部81は、加工指令である電流指令値IDを出力する。

スイッチ制御部82は、電流経路切替回路105内の経路切替用スイッチ12のオン／オフを制御するゲート駆動信号GT1、およびリアクトル回路30内のインダクタンス値切替用スイッチ14のオン／オフを制御するゲート駆動信号GT2を出力する。

[0049] 電流制御部83は、電流検出器11の検出信号によって示されるLD20に供給される電流Iが電流指令値IDと一致するように、電圧変換回路3の動作を制御するための駆動信号DRを生成する。駆動信号DRのオン・オフのデューティ比は、電流Iと電流指令値IDの偏差がなくなるように制御される。

[0050] 制御装置13は、さらに、図示しない通信回路を備える。通信回路は、通信回線を介して他の構成要素との間で信号を授受する。

[0051] 図5は、実施の形態1のレーザ光発生装置200の動作を示すタイミングチャートである。図5において、上から順に、電流制御部83に入力される

電流指令値  $I_D$ 、経路切替用スイッチ 12 のゲート駆動信号  $G_T1$ 、リアクトル 5a に蓄えられたエネルギーが放出されるリアクトル電流と、インダクタンス値切替用スイッチ 14 のゲート駆動信号  $G_T2$ 、リアクトル 5b に蓄えられたエネルギーが放出されるリアクトル電流と、LD20 の駆動電流が示される。

[0052] 図5における時間軸において、(a)の区間では、レーザ光発生装置200のモードがモードAに設定され、レーザ光発生装置200は、以下のように動作する。

[0053] スイッチ制御部82は、ゲート駆動信号  $G_T1$  をハイレベルに設定し、ゲート駆動信号  $G_T2$  をロウレベルに設定する。ゲート駆動信号  $G_T1$  がハイレベルに設定されるので、経路切替用スイッチ12がオンになる。これによって、LD20に電流が流れない。ゲート駆動信号  $G_T2$  がロウレベルに設定されるので、インダクタンス値切替用スイッチ14がオフとなる。これによって、リアクトル回路30内では、リアクトル5aのみに電流が流れるので、一定の電流リップルを生じるが、リアクトル5aのインダクタンス値が大きいので、リアクトル5aの出力電流の電流リップル量は小さい。

[0054] (b)の区間では、レーザ光発生装置200のモードがモードBに設定され、レーザ光発生装置200は、以下のように動作する。

[0055] 加工指令出力部81は、電流指令値  $I_D$  を  $I_a$  に設定する。スイッチ制御部82は、ゲート駆動信号  $G_T1$  をロウレベルに設定し、ゲート駆動信号  $G_T2$  をロウレベルに維持する。ゲート駆動信号  $G_T1$  がロウレベルに設定されるので、経路切替用スイッチ12がオフになる。これによって、LD20に電流が流れる。安定した一定電流を必要とする場合は、レーザ光発生装置200のモードがモードBに維持される。

[0056] (c)の区間では、レーザ光発生装置200のモードがモードCに設定され、レーザ光発生装置200は、以下のように動作する。

[0057] スイッチ制御部82は、ゲート駆動信号  $G_T1$  をハイレベルに設定する。ゲート駆動信号  $G_T1$  がハイレベルに設定されるので、経路切替用スイッチ

12がオンになる。これによって、LD20に電流が流れない。

[0058] (d)の区間では、レーザ光発生装置200のモードがモードDに設定され、レーザ光発生装置200は、以下のように動作する。

[0059] スイッチ制御部82は、ゲート駆動信号GT2をハイレベルに設定する。ゲート駆動信号GT2がハイレベルに設定されるので、インダクタンス値切替用スイッチ14がオンとなる。これによって、リアクトル回路30内では、リアクトル5aとリアクトル5bに電流が流れる。リアクトル5bのインダクタンス値は、リアクトル5aのインダクタンス値に比べて小さく設定されているため、リアクトル5bの出力電流の電流リップル量は大きく、電流ピーク値は高くなる。

[0060] (e)の区間では、加工指令出力部81は、電流指令値IDをIbに設定する。スイッチ制御部82は、ゲート駆動信号GT1をロウレベルに設定する。ゲート駆動信号GT1がロウレベルに設定されるので、経路切替用スイッチ12がオフになる。これによって、LD20に電流が流れる。(e)の区間は、リアクトル回路30から出力される電流であるリアクトル5aの出力電流とリアクトル5bの出力電流との和が規定値TH以上となる期間である。この期間は、リアクトル5bの出力電流がピークとなる時点およびその時点の付近の時間である。これによって、リアクトル回路30から出力される電流が大きい期間に限り、LD20に電流を流すことが可能となる。

[0061] 以上のように、(e)の期間では、LD20から短パルスで高いピークのレーザ光出力を得ることができる。短パルスであるために、LD20の発熱を抑えることができる。従来ではレーザが長時間ワークに照射されることによって、ワーク側への熱負荷が高くなる。その結果、レーザ加工精度の悪化する場合、およびレーザ加工切断面の加工状態が悪化する場合があった。本実施の形態では、短パルスで高いピークのレーザ光出力によって、ワークへの熱負荷を局所的にできるので、上記問題を低減することができる。

[0062] 次に、リアクトル回路30のインダクタンス値とLD20へ流れる電流との関係を表わすシミュレーション結果を説明する。

[0063] 図6 (a) は、リアクトル回路30のインダクタンス値が $10\mu\text{H}$ のときのLD20へ流れる電流を示す図である。LD20へ流れる電流ピーク値は、 $254\text{A}$ である。最大と最小の電流の差をリップル量とすると、このときのリップル量は $\Delta 7\text{A}$ である。

[0064] 図6 (b) は、リアクトル回路30のインダクタンス値が $1\mu\text{H}$ のときのLD20へ流れる電流を示す図である。LD20へ流れる電流ピーク値は、 $282\text{A}$ である。リップル量は $\Delta 66\text{A}$ である。

[0065] 図6 (c) は、リアクトル回路30のインダクタンス値が $0.1\mu\text{H}$ のときのLD20へ流れる電流を示す図である。LD20へ流れる電流ピーク値は、 $498\text{A}$ である。リップル量は $\Delta 488\text{A}$ である。

[0066] リアクトル回路30のインダクタンス値が $10\mu\text{H}$ の時と比べて、 $0.1\mu\text{H}$ の時は、電流ピーク値を約2倍にすることが可能となることが分かる。このように、安定したレーザ光出力を得たい場合は、リアクトル回路30のインダクタンス値を大きくすればよい。一方、高いピークのレーザ光出力を得たい場合は、リアクトル回路30のインダクタンス値を小さくすればよい。さらに、電流経路切替回路105を使用して、高いピークの電流期間のみLD20へ電流を流すように経路切替用スイッチ12をゲート駆動信号GT1によって制御すればよい。

[0067] 実施の形態2.

図7は、実施の形態2のリアクトル回路30cの構成を表わす図である。

[0068] リアクトル回路30cは、インダクタンス値が同じ2個のリアクトル5a, 5cと、1個のインダクタンス値切替用スイッチ14とを備える。

[0069] ノードND3とノードND5との間に、直列接続されたリアクトル5cとインダクタンス値切替用スイッチ14とが配置される。ノードND3とノードND5との間に、リアクトル5aが配置される。スイッチ制御部82が、インダクタンス値切替用スイッチ14をオフにして、リアクトル5aのみを電流が流れるようにすることによって、リアクトル回路30aのインダクタンス値を大きくすることができる。スイッチ制御部82は、インダクタンス

値切替用スイッチ 14 をオンにして、リアクトル 5 a とリアクトル 5 c とに電流が流れるようにすることによって、リアクトル回路 30 c のインダクタンス値を小さくすることができる。

[0070] 本実施の形態では、同じインダクタンス値の 2 つのリアクトルを使用することによって、部品の種類の数を減らすことができる。なお、リアクトル 5 c とインダクタンス値切替用スイッチ 14 とは、どちらがノード ND 3 側もしくはノード ND 5 側に配置されてもよい。

[0071] 実施の形態 3.

図 8 は、実施の形態 3 のリアクトル回路 30 d の構成を表わす図である。

[0072] リアクトル回路 30 d は、リアクトル 5 c とインダクタンス値切替用スイッチ 14 とを備える。リアクトル 5 c の中点が分岐して、インダクタンス値切替用スイッチ 14 に接続される。スイッチ制御部 82 が、インダクタンス値切替用スイッチ 14 のオン／オフを制御することによって、リアクトル回路 30 d のインダクタンス値を変えることができる。

[0073] 本実施の形態では、リアクトル回路 30 d 内のリアクトルの個数を 1 個とすることができる。

[0074] 実施の形態 4.

図 9 は、実施の形態 4 のリアクトル回路 30 e の構成を表わす図である。

[0075] リアクトル回路 30 e は、インダクタンス値が相違する 2 個のリアクトル 5 a, 5 b と、2 個のインダクタンス値切替用スイッチ 14 a, 14 b とを備える。リアクトル 5 a, 5 b のインダクタンス値の大小は、どちらでもよい。

[0076] ノード ND 3 とノード ND 5 との間に、直列接続されたリアクトル 5 b とインダクタンス値切替用スイッチ 14 b とが配置される。ノード ND 3 とノード ND 5 との間に、直列接続されたリアクトル 5 a とインダクタンス値切替用スイッチ 14 a とが配置される。スイッチ制御部 82 が、ゲート駆動信号 GT 2 によってインダクタンス値切替用スイッチ 14 a のオン／オフを制御する。スイッチ制御部 82 が、ゲート駆動信号 GT 3 によってインダクタ

ンス値切替用スイッチ 14 b のオン／オフを制御する。リアクトル 5 a、5 b のどちらの電流経路も、インダクタンス値切替用スイッチ 14 a、14 b によって、オフにすることができるため、LD 20 のオン／オフの制御も可能となる。なお、リアクトル 5 a、5 b とインダクタンス値切替用スイッチ 14 a、14 b とは、どちらがノード ND 3 側もしくはノード ND 5 側に配置されてもよい。

[0077] 実施の形態 5.

図 10 は、実施の形態 5 のレーザ光発生装置 200 a の構成を表わす図である。実施の形態 5 のレーザ光発生装置 200 a が、実施の形態 1 のレーザ光発生装置 200 と相違する点は、実施の形態 5 のレーザ光発生装置 200 a が、平滑回路 104 に代えて、平滑回路 104 a を備える点である。

[0078] 平滑回路 104 a は、過電圧防止機能を有するリアクトル回路 30 a と、実施の形態 1 と同様の平滑コンデンサ 6 とを備える。

[0079] リアクトル回路 30 a は、リアクトル 5 b と、リアクトル 5 a と、インダクタンス値切替用スイッチ 14 と、過電圧防止回路 15 とを備える。

[0080] 実施の形態 1 と同様に、直列接続されたリアクトル 5 b と、インダクタンス値切替用スイッチ 14 とが、ノード ND 3 とノード ND 5 との間に配置される。実施の形態 1 と同様に、リアクトル 5 a がノード ND 3 とノード ND 5 との間に配置される。

[0081] 過電圧防止回路 15 が、リアクトル 5 b とインダクタンス値切替用スイッチ 14 との間のノード ND 8 と、ノード ND 7 との間に配置される。過電圧防止回路 15 は、ツェナーダイオードまたはスイッチング素子によって構成される。スイッチング素子だけでは、過電流が流れてしまう場合は、スイッチング素子に抵抗素子を直接接続してもよい。

[0082] インダクタンス値切替用スイッチ 14 の両端の電圧が、ある電圧  $V_T$  以上となると、過電圧防止回路 15 はオンとなる。これによって、リアクトル 5 b に蓄積された電荷を放出することができる。その結果、インダクタンス値切替用スイッチ 14 の両端にかかる電圧を耐圧以下に抑えることができるの

で、インダクタンス値切替用スイッチ 14 の故障を防ぐことができる。

[0083] ノードND3側にインダクタンス値切替用スイッチ14が配置され、リアクトル5bがノードND5側に配置されるときも同様に、インダクタンス値切替用スイッチ14とリアクトル5bとの間に過電圧防止回路15が配置されることによって、インダクタンス値切替用スイッチ14の両端にかかる電圧を耐圧以下に抑えることができる。

[0084] 実施の形態6.

図11は、実施の形態6のレーザ光発生装置200bの構成を表わす図である。実施の形態6のレーザ光発生装置200bが、実施の形態1のレーザ光発生装置200と相違する点は、実施の形態5のレーザ光発生装置200bが、平滑回路104に代えて、平滑回路104bを備える点である。

[0085] 平滑回路104bは、リアクトル回路30bと、平滑コンデンサ6aと、平滑コンデンサ6bとを備える。

[0086] リアクトル回路30bは、リアクトル5aと、リアクトル5bと、インダクタンス値切替用スイッチ14aと、インダクタンス値切替用スイッチ14bと、過電圧防止回路15aと、過電圧防止回路15bとを備える。

[0087] 平滑コンデンサ6aは、ノードND9とノードND7との間に配置される。平滑コンデンサ6bは、ノードND8とノードND7との間に配置される。リアクトル5bは、ノードND3とノードND8との間に配置される。リアクトル5aは、ノードND3とノードND9との間に配置される。インダクタンス値切替用スイッチ14bは、ノードND8とノードND5との間に配置される。インダクタンス値切替用スイッチ14aは、ノードND9とノードND5との間に配置される。過電圧防止回路15bは、ノードND8とノードND7との間に配置される。過電圧防止回路15aは、ノードND9とノードND7との間に配置される。過電圧防止回路15a, 15bは、スイッチング素子またはツェナーダイオードなどによって構成される。

[0088] このようにリアクトルと平滑コンデンサとスイッチのセットが2個以上設けられている場合に、電流リップル量が小さい安定した電流を供給すること

ができるとともに、ピークの電流値を高くすることができる。

[0089] 例えば、リアクトル 5 a のインダクタンス値をリアクトル 5 b のインダクタンス値よりも大きくし、平滑コンデンサ 6 a の容量を平滑コンデンサ 6 b の容量よりも大きくすることができる。

[0090] 電流の急峻な立ち上がりが所望する場合は、インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 b をオンにして、リアクトル 5 b に電流を流す。この場合には、平滑コンデンサ 6 b の容量は小さいので、短い充電時間で出力電流を所望の値まで増加させることができる。

[0091] 一方、通常運転時の安定した出力電流を所望するときは、インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 a をオンにして、リアクトル 5 a に電流を流す。この場合には、出力電流の電流リップルを抑制することができる。

[0092] リアクトル 5 b とインダクタンス値切替用スイッチ 1 4 b との間のノード N D 8、リアクトル 5 a とインダクタンス値切替用スイッチ 1 4 a との間のノード N D 9 に、それぞれ過電圧防止のための過電圧防止回路 1 5 b、1 5 a を設けられる。インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 a の両端の電圧がある電圧  $V_T$  以上となると、過電圧防止回路 1 5 a はオンとなる。インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 b の両端の電圧がある電圧  $V_T$  以上となると、過電圧防止回路 1 5 b はオンとなる。これによって、インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 b、1 4 a の破壊を防止することができる。

[0093] ノード N D 3 側にインダクタンス値切替用スイッチ 1 4 が配置され、リアクトル 5 がノード N D 5 側に配置されるときも同様に、インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 とリアクトル 5 の間に過電圧防止回路 1 5 を配置することによって、インダクタンス値切替用スイッチ 1 4 の両端にかかる電圧を耐圧以下に抑えることができる。

[0094] 実施の形態 7.

リアクトルのインダクタンス値  $L$  は、以下の式で表される。

[0095] 
$$L = K \times \mu \times \pi \times a^2 \times n^2 / b \cdots (2)$$

$K$  は長岡係数、 $\mu$  は透磁率、 $a$  はリアクトル半径、 $b$  はリアクトルの長さ

、 $n$ はリアクトルの巻数を示す。

[0096] 図12(a)および(b)は、機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える第1の方法を説明するための図である。式(2)から、リアクトル $R_T$ の長さ $b$ を変えることにより、インダクタンス値を変えることができる。図12(a)、(b)に示すように、リアクトル $R_T$ の長さ $b$ を機械的に変えることによってインダクタンス値を変更することができる。例えば、リアクトル $R_T$ の両端を絶縁物251a, 251bで固定して、両端の絶縁物251a, 251bの距離をボールねじ253とモータ254(ステッピングモータなど)により、リアクトル $R_T$ の長さ $b$ を機械的に変えることができる。

[0097] 図12(c)および(d)は、機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える第2の方法を説明するための図である。図12(c)および(d)に示すように、リアクトル $R_T$ の一端を固定して、他端の位置を変更させることにより、インダクタンス値を変更することもできる。

[0098] 図12(e)および(f)は、機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える第3の方法を説明するための図である。リアクトルが2つのサブリアクトル $R_{Ta}$ ,  $R_{Tb}$ によって構成されている場合、それぞれのサブリアクトル $R_{Ta}$ ,  $R_{Tb}$ の間の距離を変えることによって、インダクタンス値を変えることもできる。それぞれの漏れ磁束の影響によるものである。図12(e)、(f)では、サブリアクトル $R_{Ta}$ ,  $R_{Tb}$ を固定している台261a, 261bの位置をモータ254とボールねじ253とによって変化させることによって、インダクタンス値を変更している。

[0099] 図13は、空芯コイルの長さに対するインダクタンス値の変化を表わす図である。図13には、コイル半径が50mmで巻き数を10ターンとした場合のインダクタンス値のコイル長依存性が示されている。コイルの長さを50mmから400mmの8倍にすることによって、コイルのインダクタンス値が $10\mu\text{H}$ から $2.3\mu\text{H}$ にできる。

[0100] 上記のような機械的にリアクトルのインダクタンス値を変える方法は、リ

アクトルのインダクタンス値を精度よく調整が必要な場合にも使用することができる。例えば、電流値を精度よく合わせるためにはリアクトルのインダクタンス値の調整が必要となるが、通常のリアクトルの製造手法ではインダクタンスのばらつきが±5%以上となる。このような場合は、モータ254ではなく、製造時に手動でリアクトルの長さ、およびリアクトル同士の距離を調整することによって、量産時のインダクタンス値のばらつきを低減することも可能となる。

[0101] 図12(a)～(f)には、空芯リアクトルが示されているが、リアクトルは、空芯に限らずフェライトなどの磁性体材料によって構成されてもよい。この場合には、大きなインダクタンス値を得ることができる。

[0102] インダクタンス値切替用スイッチ14によるリアクトル回路30のインダクタンスの切替と、図12(a)～(f)に示すような機械的な手段によるリアクトル回路30のインダクタンスの切替えとを組み合わせると、よりインダクタンス値の範囲を広げることができる。

[0103] なお、手動によって、リアクトルの長さ、およびリアクトル同士の距離を調整することによって、リアクトル回路30のインダクタンスを初期設定した後に、インダクタンス値切替用スイッチ14によって、リアクトル回路30のインダクタンスの切替を実行することによって、インダクタンス値の範囲を広げることができる。

[0104] 実施の形態8.

図14は、実施の形態8のレーザ加工装置の構成を示す図である。レーザ加工装置は、レーザ光発生装置51、集光部52、加工ヘッド53、レンズ54、および位置決め装置55を備える。集光部52としては、光ファイバ、プリズム、ミラー、光結合素子、または光増幅器を用いることができる。

[0105] レーザ光発生装置51は、上記の実施の形態1～8のレーザ光発生装置のいずれかである。レーザ光発生装置51は、リップルの小さなレーザ光 $\beta$ を出力する。

[0106] 集光部52は、レーザ光発生装置51から出力されたレーザ光 $\beta$ を加工へ

ッド53に伝送する。

[0107] 加工ヘッド53は、対象物56の表面にレーザ光 $\beta$ を垂直に照射する。

レンズ54は、加工ヘッド53と対象物56の間に設けられる。レンズ54の焦点は対象物56の表面に合わせられている。

[0108] 対象物56は、位置決め装置55に搭載される。位置決め装置55は、対象物56を水平および垂直方向に移動させることによって、対象物56の表面の被加工位置をレンズ54の焦点に合わせることができる。レーザ光発生装置51から出射されたレーザ光 $\beta$ は、集光部52、加工ヘッド53、およびレンズ54を介して対象物56の被加工位置に照射されて、対象物56が加工される。

[0109] 実施の形態8では、上述の実施形態1～7のレーザ光発生装置が用いられるので、レーザ加工時に要求するリップル量を制御することができる。これによって、リップルが小さな安定したレーザ光 $\beta$ を対象物56に照射することができる。その結果、レーザ加工時の加工断面の平坦精度の向上を図ることができる。また、高いピークで短パルスのレーザを対象物56に照射することができるので、レーザ加工時の加工のバリなどを抑制したりすることができる。

[0110] 実施の形態9.

制御装置13は、専用処理回路のような専用のハードウェアによって実現されるか、あるいはソフトウェアと汎用のハードウェアとによって実現される。

[0111] 制御装置13が専用のハードウェアによって構成される場合に、専用処理回路は、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。

[0112] 図15は、制御装置13がソフトウェアと汎用のハードウェアによって実現される場合の制御装置13の構成を表わす図である。

[0113] 制御装置 13 は、バス 133 に接続されたプロセッサ 131 および記憶装置 132 によって構成される。

[0114] 制御装置 13 の各機能は、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組合せにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、記憶装置 132 に記憶される。プロセッサ 131 は、記憶装置 132 に記憶されたプログラムを読み出して実行する。これらのプログラムは、制御装置 13 の各機能を実現する手順および方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。

[0115] 記憶装置 132 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、またはEEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (登録商標)) といった半導体メモリが該当する。半導体メモリは、不揮発性メモリでもよいし揮発性メモリでもよい。また、記憶装置は、半導体メモリ以外にも、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスクまたはDVD (Digital Versatile Disc) が該当する。

[0116] 今回開示された各実施の形態は、技術的に矛盾しない範囲で適宜組み合わせて実施することも予定されている。そして、今回開示された実施の形態は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

## 符号の説明

[0117] 1, 103 整流回路、2, 6, 6a, 6b 平滑コンデンサ、3 電圧変換回路、4 トランス、5a, 5b, 5c, RT リアクトル、10 電源、11 電流検出器、12, 12a 経路切替用スイッチ、13 制御装置、14, 14a, 14b インダクタンス値切替用スイッチ、15, 15a, 15b 過電圧防止回路、30, 30a, 30b, 30c, 30d, 3

0 e リアクトル回路、51, 200, 200 a, 200 b, 200 c レーザ光発生装置、52 集光部、53 加工ヘッド、54 レンズ、55 位置決め装置、56 対象物、81 加工指令出力部、82 スイッチ制御部、83 電流制御部、100 LD駆動用電源装置、101 整流部、102 変換部、104, 104 a, 104 b 平滑回路、105, 105 a 電流経路切替回路、131 プロセッサ、132 記憶装置、133 バス、251 a, 251 b 絶縁物、253 ボールねじ、254 モータ、261 a, 261 b 台、300 ワーク、400 交流電源、RT a, RT b サブリアクトル。

## 請求の範囲

- [請求項1]           レーザダイオードと、  
電流を供給する電源と、  
前記電源と接続され、可変のインダクタンス値を有するリアクトル回路と、  
前記リアクトル回路から出力される電流を前記レーザダイオードに供給するか否かを切り替えるように構成された電流経路切替回路と、  
前記電流経路切替回路を制御し、かつ前記リアクトル回路のインダクタンス値を設定する制御装置とを備えた、レーザ光発生装置。
- [請求項2]           前記制御装置は、前記レーザ光発生装置のモードが第1のモードにおいて、前記リアクトル回路のインダクタンス値を小さく設定し、かつ前記リアクトル回路から出力された電流が前記レーザダイオードに流れるように電流経路切替回路を制御する、請求項1記載のレーザ光発生装置。
- [請求項3]           前記制御装置は、前記レーザ光発生装置のモードが第2のモードにおいて、前記リアクトル回路のインダクタンス値を大きく設定し、かつ前記リアクトル回路から出力される電流が規定値以上となる期間にのみ前記リアクトル回路から出力された電流が前記レーザダイオードに流れるように電流経路切替回路を制御する、請求項1記載のレーザ光発生装置。
- [請求項4]           前記リアクトル回路は、  
前記電源の第1の出力端子である第1のノードと、前記リアクトル回路の出力端子である第2のノードとの間に直列に接続された第1のリアクトルおよびインダクタンス値切替用スイッチと、  
前記第1のノードと前記第2のノードとの間に配置された第2のリアクトルとを含む、請求項1～3のいずれか1項に記載のレーザ光発生装置。
- [請求項5]           前記リアクトル回路は、さらに、

前記第1のリアクトルと前記インダクタンス値切替用スイッチとの間の第3のノードと、前記レーザダイオードの基準電源との間に配置された過電圧保護回路を含む、請求項4記載のレーザ光発生装置。

[請求項6] 前記第1のリアクトルのインダクタンス値は、前記第2のリアクトルのインダクタンス値よりも小さい、請求項4～5のいずれか1項に記載のレーザ光発生装置。

[請求項7] 前記第1のリアクトルのインダクタンス値は、前記第2のリアクトルのインダクタンス値と等しい、請求項4～5のいずれか1項に記載のレーザ光発生装置。

[請求項8] 前記リアクトル回路は、  
前記電源の第1の出力端子である第1のノードと、前記リアクトル回路の出力端子である第2のノードとの間に直列に接続された第1のリアクトルおよび第1のインダクタンス値切替用スイッチと、  
前記第1のノードと前記第2のノードとの間に配置された第2のリアクトルおよび第2のインダクタンス値切替用スイッチとを含む、請求項1～3のいずれか1項に記載のレーザ光発生装置。

[請求項9] 前記リアクトル回路は、さらに、  
前記第1のリアクトルと前記第1のインダクタンス値切替用スイッチとの間の第3のノードと、前記レーザダイオードの基準電源との間に配置された第1の過電圧保護用スイッチと、  
前記第2のリアクトルと前記第2のインダクタンス値切替用スイッチとの間の第4のノードと、前記基準電源との間に配置された第2の過電圧保護用スイッチとを含む、請求項8記載のレーザ光発生装置。

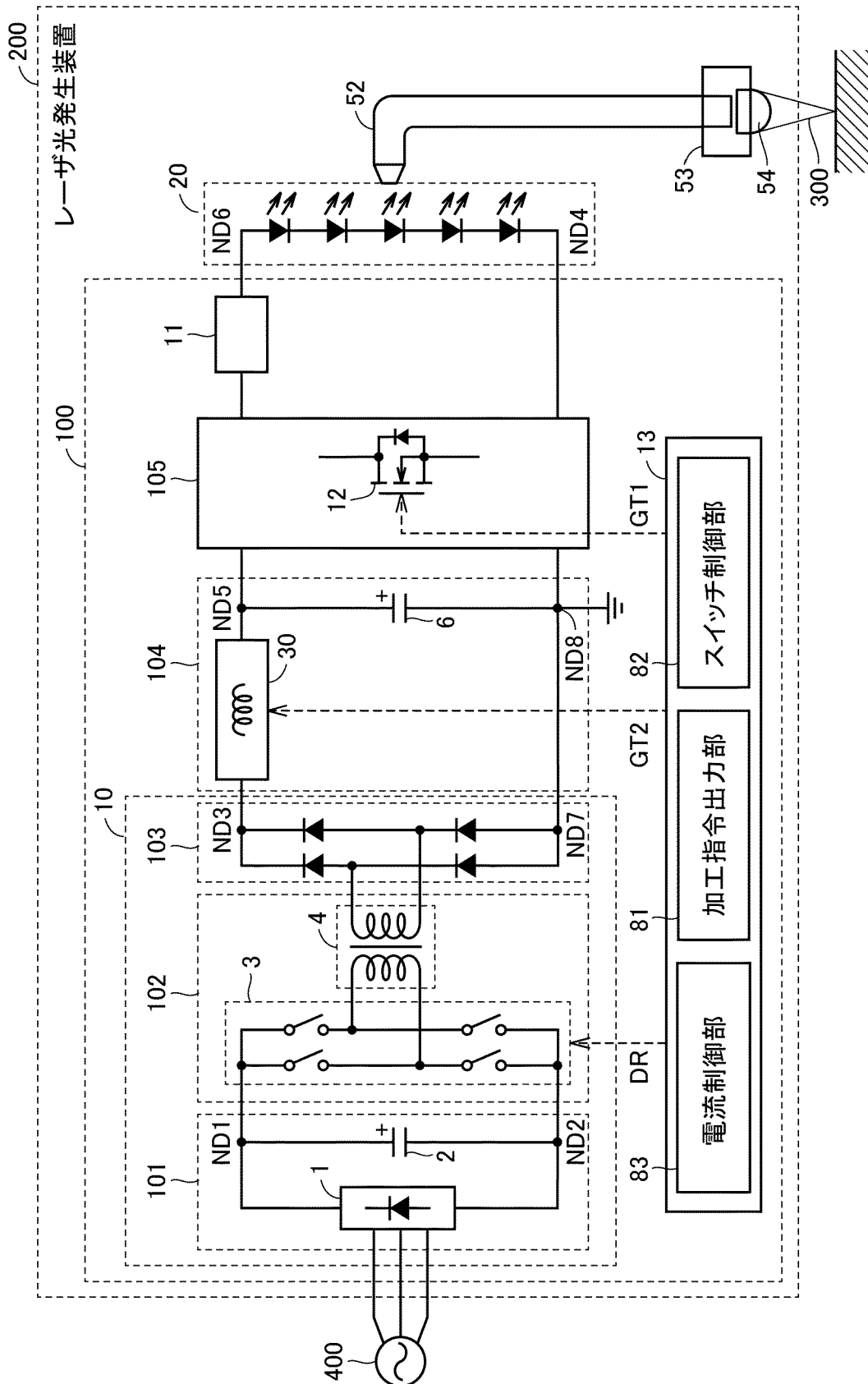
[請求項10] 前記リアクトル回路は、  
前記電源の第1の出力端子である第1のノードと、前記リアクトル回路の出力端子である第2のノードとの間に配置されたリアクトルと、  
前記リアクトルの中点と、前記第2のノードとの間に配置されたイ

ンダクタンス値切替用スイッチとを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ光発生装置。

- [請求項11]       前記リアクトル回路は、  
リアクトルと、  
前記リアクトルの長さを変化させるためのモータとを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ光発生装置。
- [請求項12]       前記電流経路切替回路は、前記レーザダイオードに並列に接続される経路切替用スイッチを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ光発生装置。
- [請求項13]       前記電流経路切替回路は、前記レーザダイオードに直列に接続される経路切替用スイッチを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のレーザ光発生装置。
- [請求項14]       請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載のレーザ光発生装置と、  
前記レーザ光発生装置から出力されるレーザ光を対象物の表面に照射する加工ヘッドとを備えるレーザ加工装置。

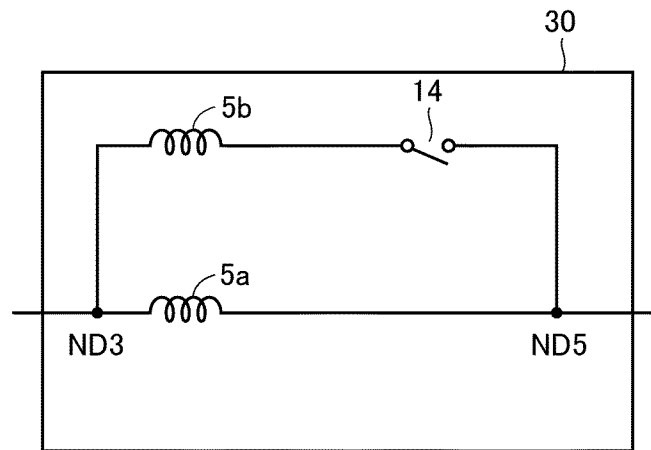
[図1]

図1



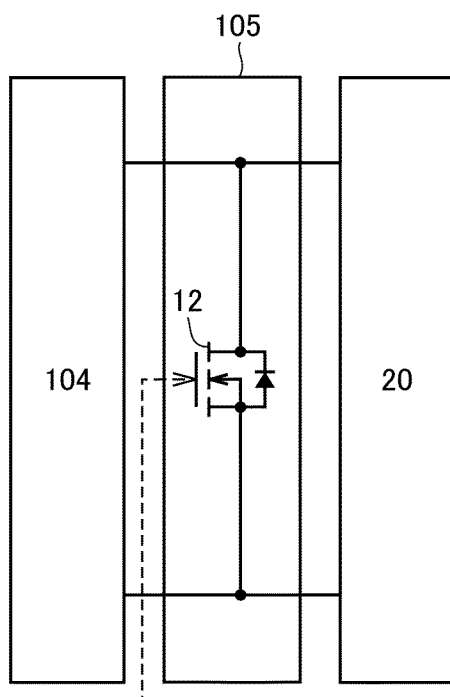
[図2]

図2



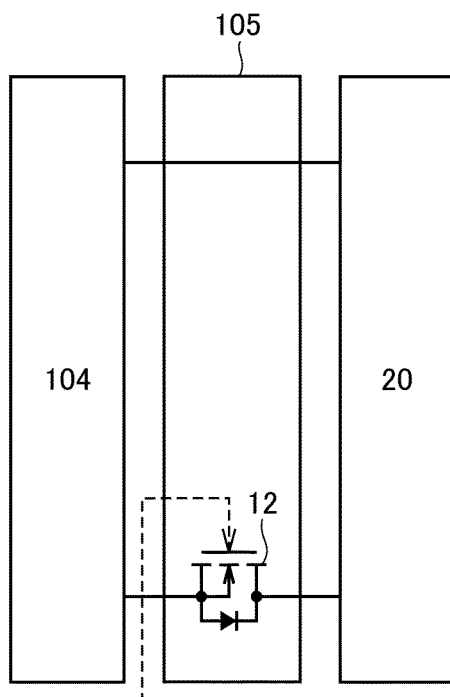
[図3]

図3



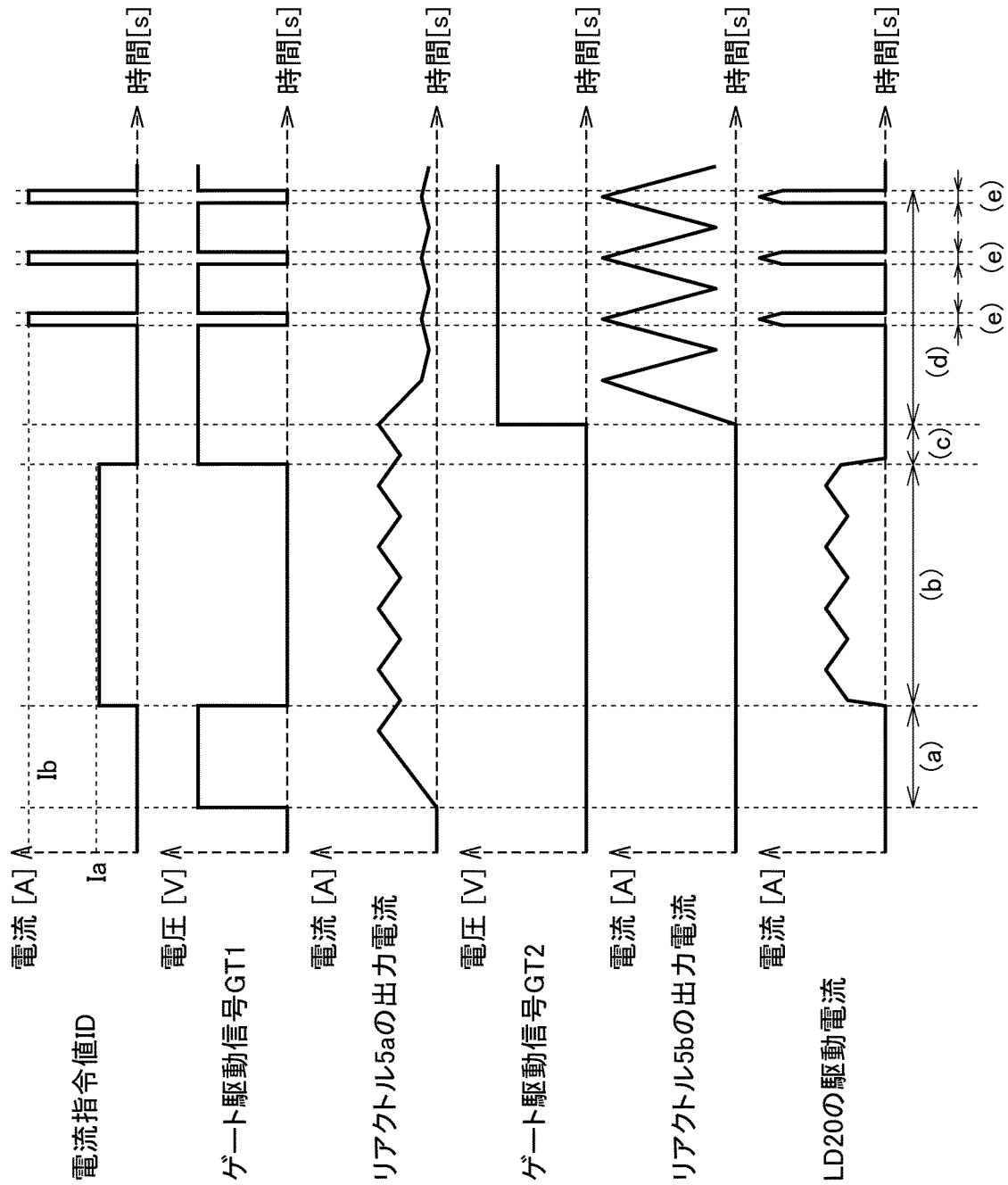
[図4]

図4



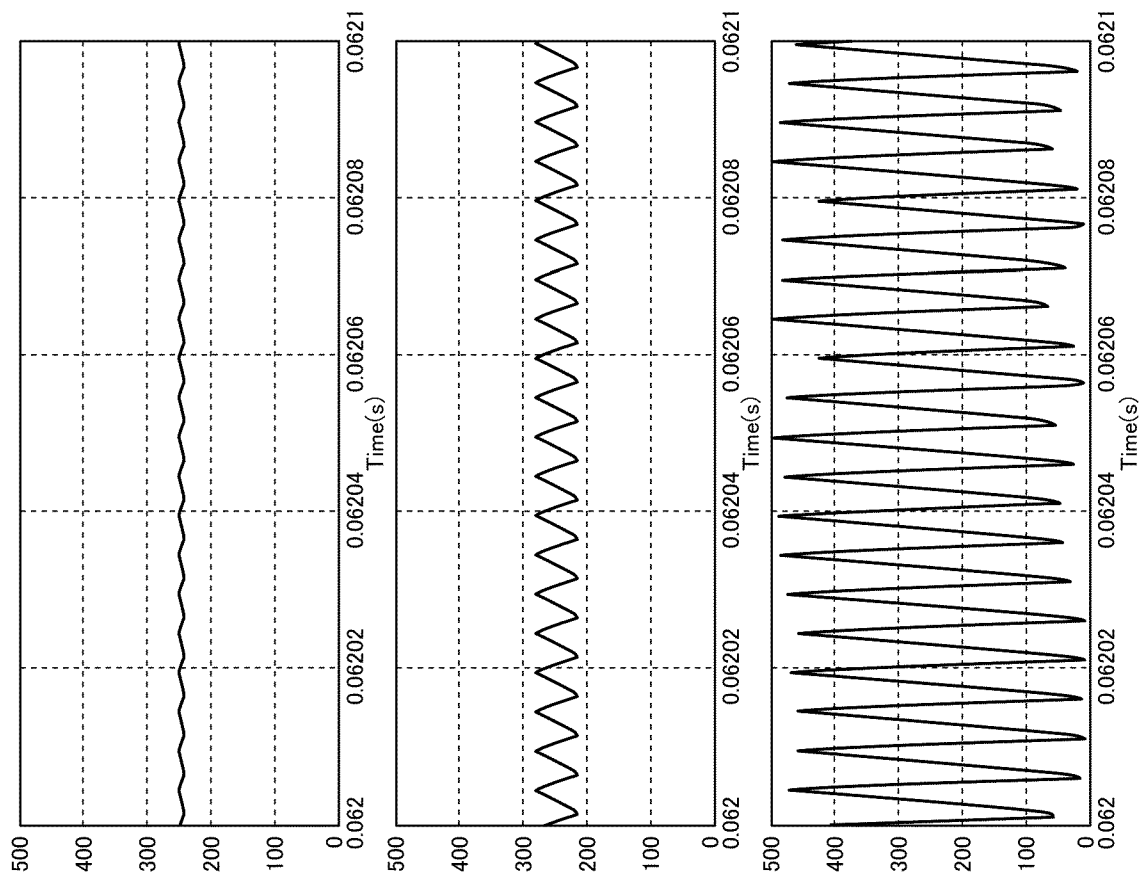
[図5]

図5



[図6]

図6



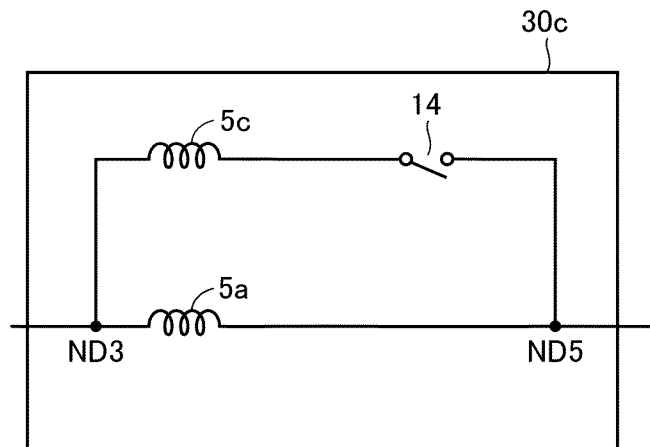
(a) 2次側平滑リアクトル : 10uH  
Max(254A)－Min(247A)＝Δ 7A

(b) 2次側平滑リアクトル : 1uH  
Max(282A)－Min(216A)＝Δ 66A

(c) 2次側平滑リアクトル : 0.1 uH  
Max(498A)－Min(10A)＝Δ 488A

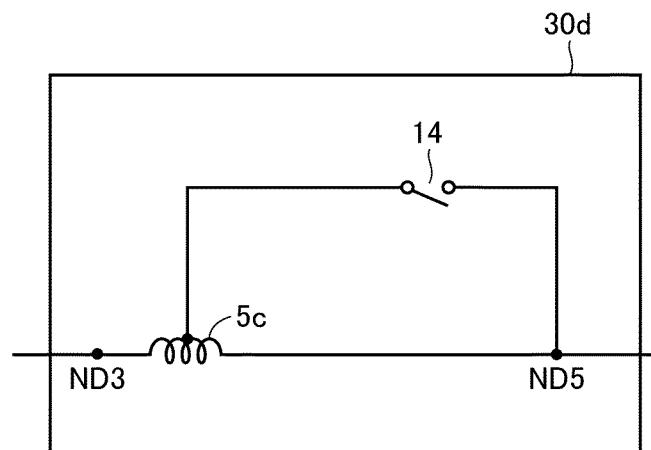
[図7]

図7



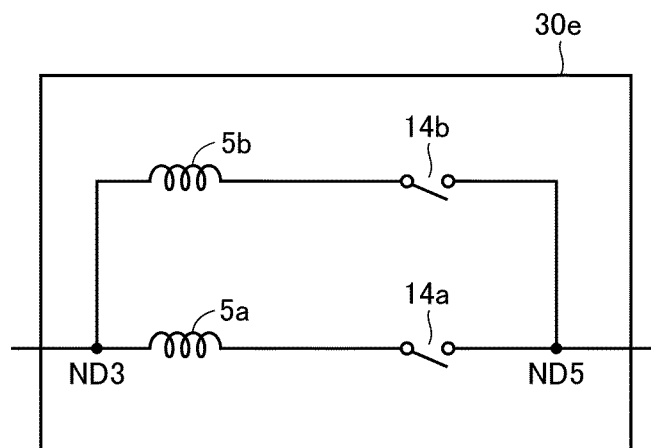
[図8]

図8



[図9]

図9



[図10]

図10

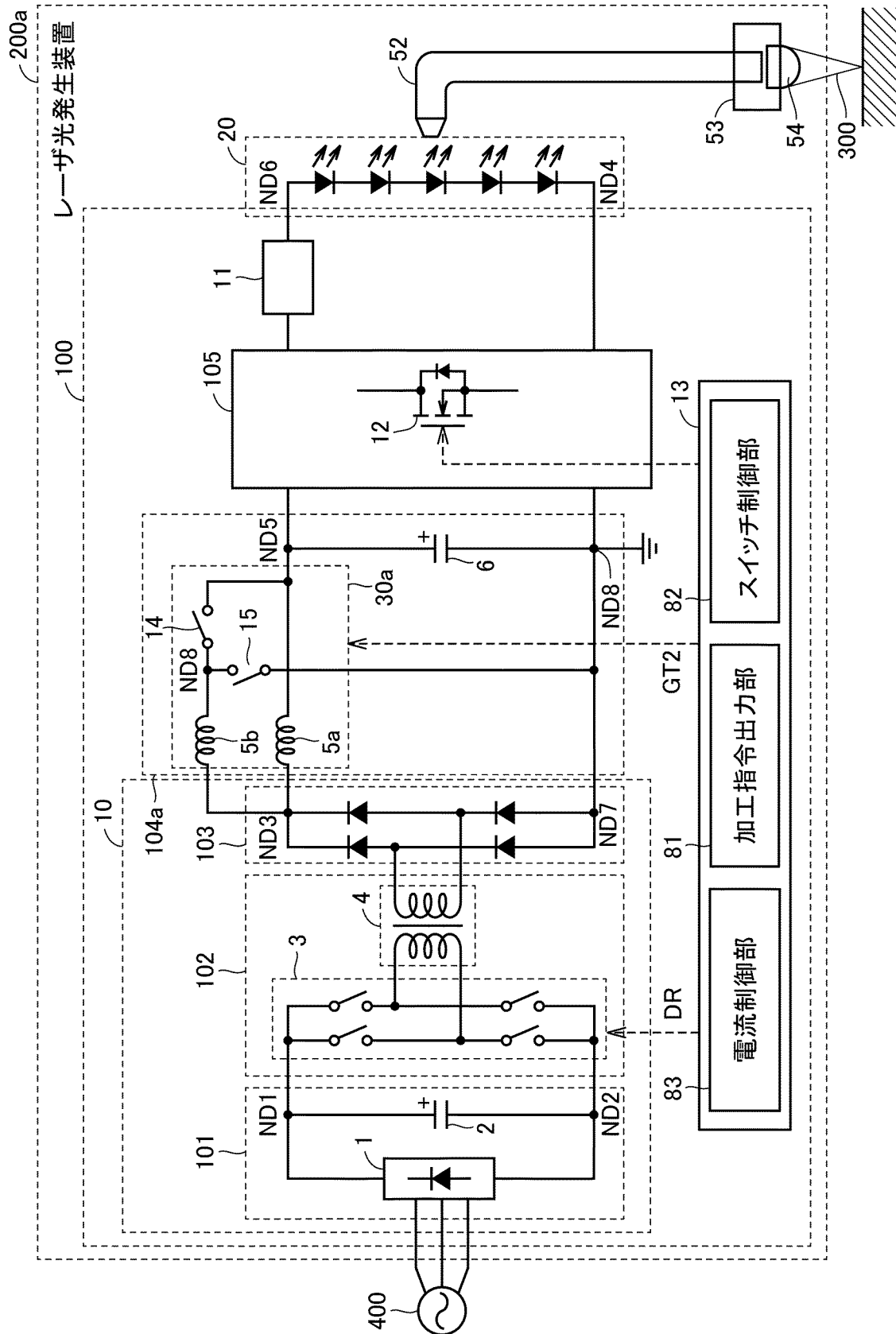
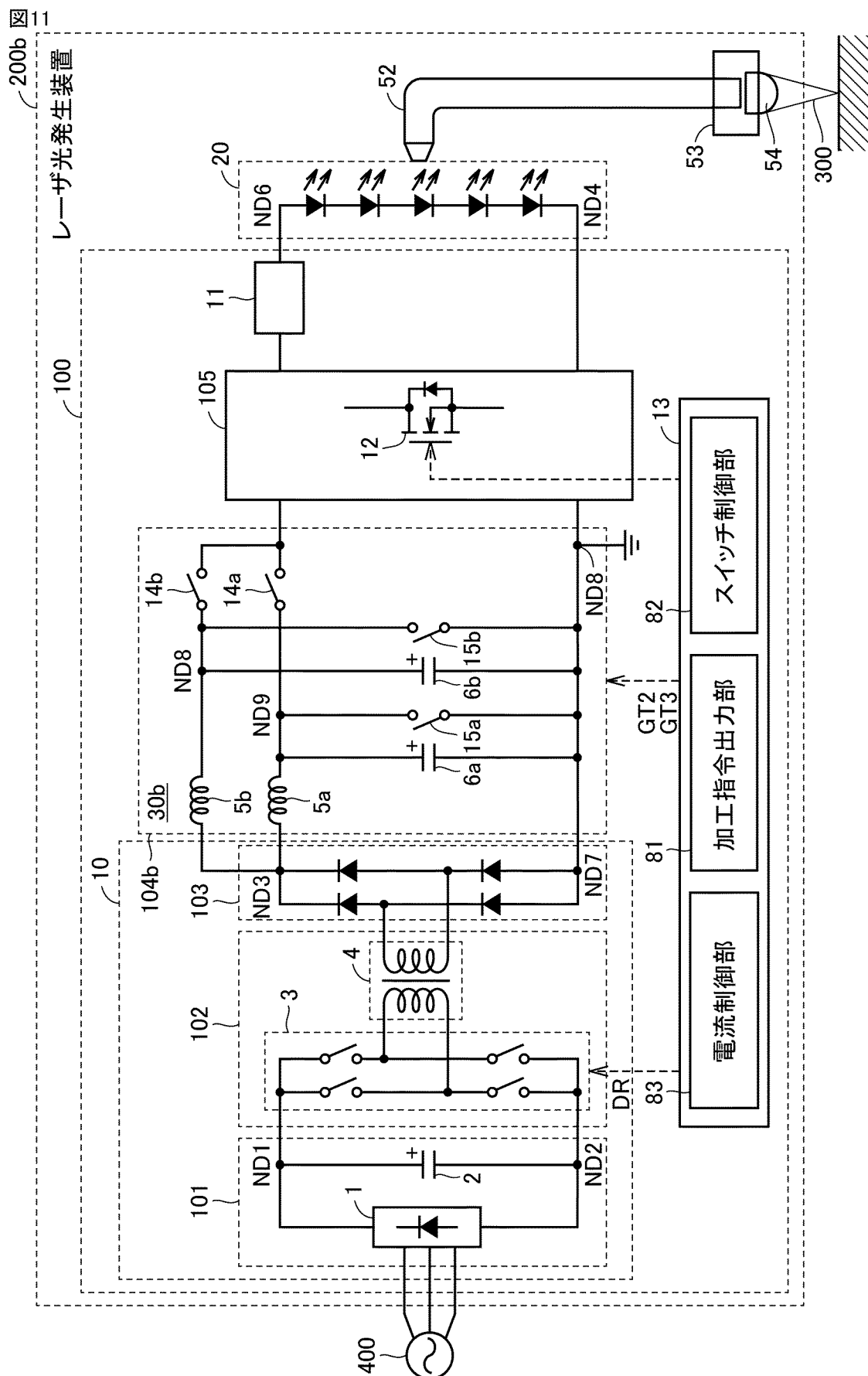
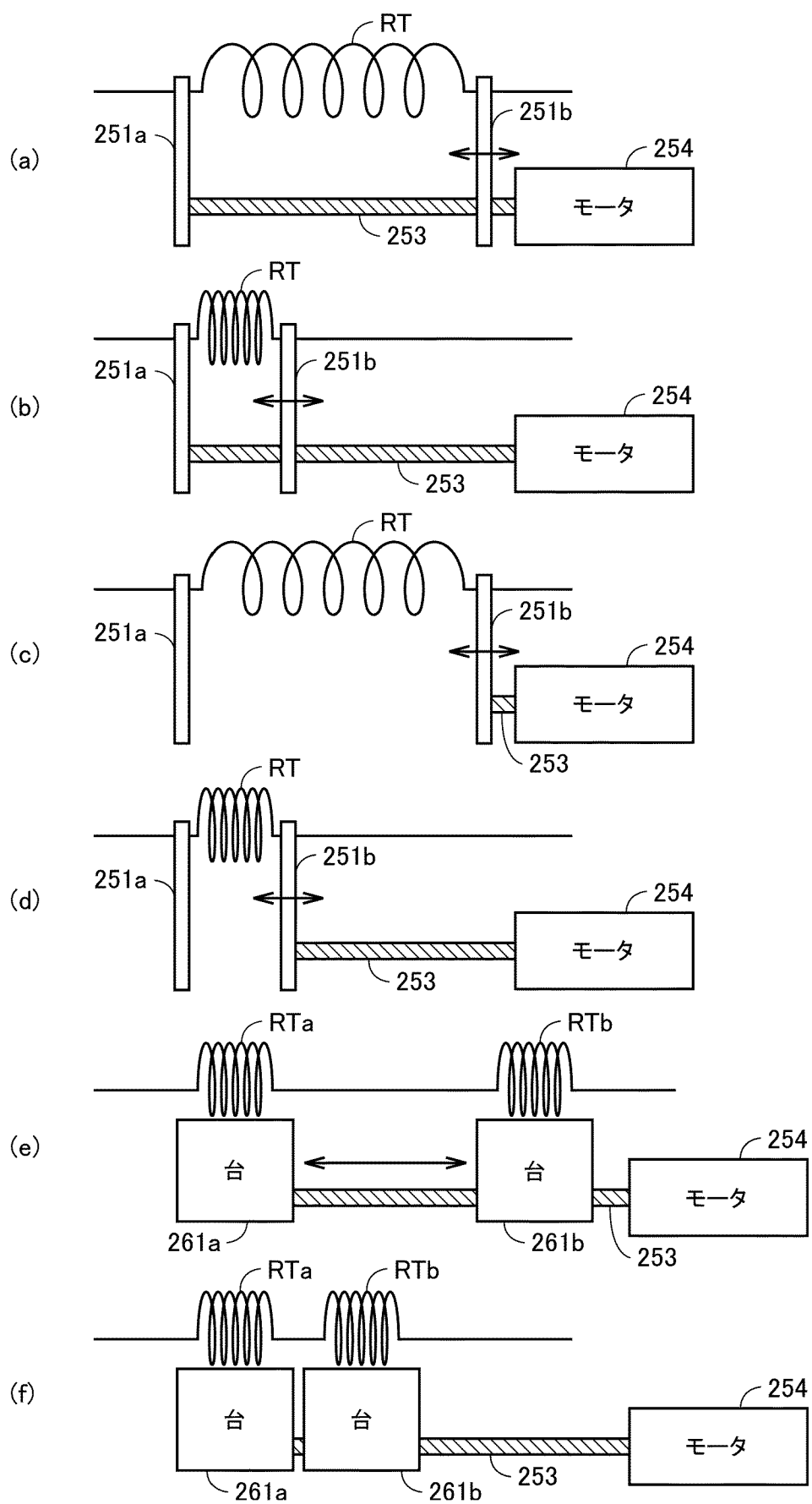


图11



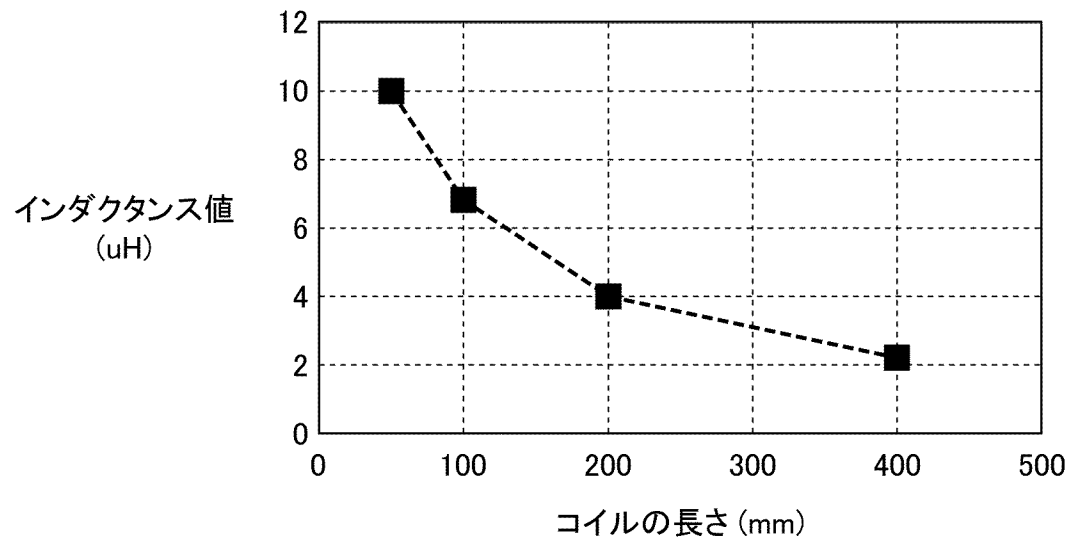
[図12]

図12



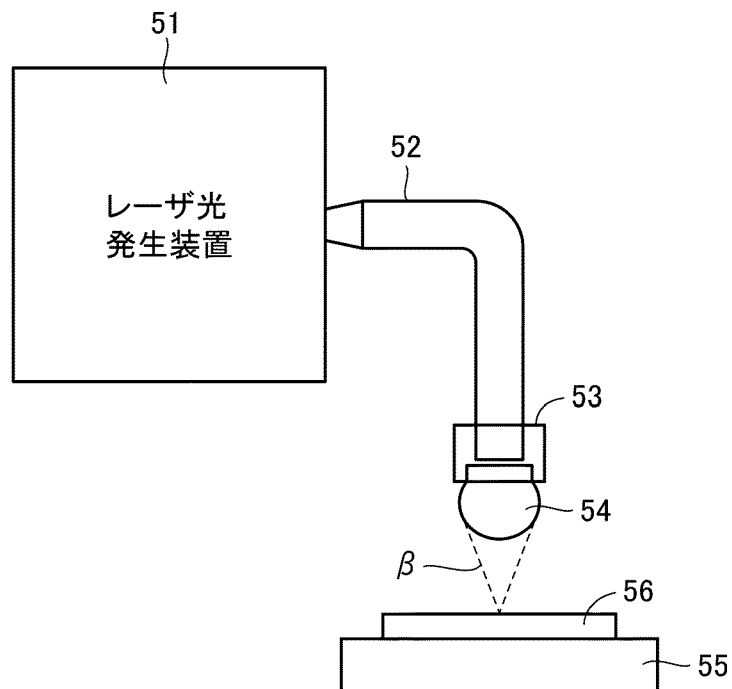
[図13]

図13



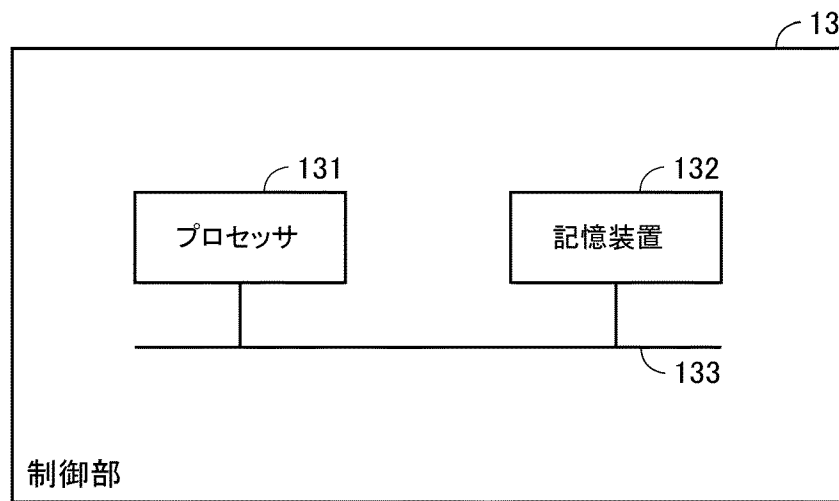
[図14]

図14



[図15]

図15



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/032693

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01S5/068 (2006.01) i

FI: H01S5/068

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, H01S3/00-3/30, B23K26/00-26/70

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. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | WO 2016/167019 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 20 October 2016 (2016-10-20), paragraphs [0013]-[0029], [0035]-[0038], fig. 1-4, 6 | 1-14                  |
| Y         | JP 2003-78201 A (PENTAX CORPORATION) 14 March 2003 (2003-03-14), paragraphs [0014]-[0019], [0023], fig. 2-4, 6                         | 1-14                  |
| Y         | JP 2015-156777 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 27 August 2015 (2015-08-27), paragraphs [0038]-[0044], fig. 2-4                     | 1-14                  |
| Y         | JP 9-121534 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 06 May 1997 (1997-05-06), paragraphs [0009]-[0013], fig. 1                    | 1-14                  |
| Y         | JP 2019-68584 A (SANKEN ELECTRIC CO., LTD.) 25 April 2019 (2019-04-25), paragraphs [0004]-[0006], [0014]-[0019], fig. 1, 3             | 10, 14                |



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

09 November 2020

Date of mailing of the international search report

17 November 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/JP2020/032693

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 9-246051 A (NISSIN HIGH VOLTAGE CO., LTD.) 19 September 1997 (1997-09-19), paragraphs [0005]-[0009], [0016]-[0020], fig. 1-5 | 11, 14                |
| A         | WO 2018/150459 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 23 August 2018 (2018-08-23), entire text, all drawings                      | 1-14                  |
| A         | WO 2018/193506 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 25 October 2018 (2018-10-25), entire text, all drawings                     | 1-14                  |
| A         | JP 2009-123833 A (MIYACHI TECHNOS CORP.) 04 June 2009 (2009-06-04), entire text, all drawings                                   | 1-14                  |
| A         | US 2019/0386460 A1 (ANALOG DEVICES, INC.) 19 December 2019 (2019-12-19), entire text, all drawings                              | 1-14                  |
| A         | US 2016/0372888 A1 (MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC.) 22 December 2016 (2016-12-22), entire text, all drawings                   | 1-14                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/032693

|                    |                   |                                                                                                 |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2016/167019 A1  | 20 October 2016   | US 2018/0097336 A1<br>paragraphs [0026]-[0042],<br>[0051]-[0058], fig. 1-4, 6<br>CN 107534270 A |
| JP 2003-78201 A    | 14 March 2003     | US 2002/0180862 A1<br>paragraphs [0029]-[0044],<br>[0058], fig. 2-4, 6                          |
| JP 2015-156777 A   | 27 August 2015    | (Family: none)                                                                                  |
| JP 9-121534 A      | 06 May 1997       | (Family: none)                                                                                  |
| JP 2019-68584 A    | 25 April 2019     | (Family: none)                                                                                  |
| JP 9-246051 A      | 19 September 1997 | (Family: none)                                                                                  |
| WO 2018/150459 A1  | 23 August 2018    | CN 110114943 A<br>entire text, all drawings                                                     |
| WO 2018/193506 A1  | 25 October 2018   | US 2019/0356109 A1<br>entire text, all drawings<br>CN 110088996 A                               |
| JP 2009-123833 A   | 04 June 2009      | (Family: none)                                                                                  |
| US 2019/0386460 A1 | 19 December 2019  | US 2017/0085057 A1<br>entire text, all drawings<br>DE 102016116875 A1<br>CN 106549301 A         |
| US 2016/0372888 A1 | 22 December 2016  | CN 106257777 A<br>entire text, all drawings                                                     |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01S 5/068(2006.01)i<br>FI: H01S5/068                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H01S5/00-5/50; H01S3/00-3/30; B23K26/00-26/70<br>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<br><table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                            |                | 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        |                           |  |                                          |  |
| 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                                                                                 |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 2016/167019 A1（三菱電機株式会社）20.10.2016（2016-10-20）<br>[0013]-[0029], [0035]-[0038], 図1-4, 6 | 1-14           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2003-78201 A（ペンタックス株式会社）14.03.2003（2003-03-14）<br>[0014]-[0019], [0023], 図2-4, 6        | 1-14           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2015-156777 A（三菱電機株式会社）27.08.2015（2015-08-27）<br>[0038]-[0044], 図2-4                    | 1-14           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 9-121534 A（松下電器産業株式会社）06.05.1997（1997-05-06）<br>[0009]-[0013], 図1                       | 1-14           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2019-68584 A（サンケン電気株式会社）25.04.2019（2019-04-25）<br>[0004]-[0006], [0014]-[0019], 図1, 3   | 10, 14         |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 9-246051 A（日新ハイボルテージ株式会社）19.09.1997（1997-09-19）<br>[0005]-[0009], [0016]-[0020], 図1-5   | 11, 14         |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 2018/150459 A1（三菱電機株式会社）23.08.2018（2018-08-23）<br>全文, 全図                                | 1-14           |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&amp;" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                                            |                | * 引用文献のカテゴリー | "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 | "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | "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 | "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 | "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 | "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） | "&" 同一パテントファミリー文献 | "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 |  |
| * 引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | "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                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | "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                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | "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                        |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | "&" 同一パテントファミリー文献                                                                          |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                            |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br>09.11.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 国際調査報告の発送日<br>17.11.2020                                                                   |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>百瀬 正之 2K 4084<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3255                      |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

| C. 関連すると認められる文献 |                                                                                            |                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A               | WO 2018/193506 A1 (三菱電機株式会社) 25.10.2018 (2018 - 10 - 25)<br>全文, 全図                         | 1-14           |
| A               | JP 2009-123833 A (ミヤチテクノス株式会社) 04.06.2009 (2009 - 06 - 04)<br>全文, 全図                       | 1-14           |
| A               | US 2019/0386460 A1 (ANALOG DEVICES, INC.) 19.12.2019 (2019 - 12 - 19)<br>全文, 全図            | 1-14           |
| A               | US 2016/0372888 A1 (MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC.) 22.12.2016 (2016 - 12 - 22)<br>全文, 全図 | 1-14           |

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/JP2020/032693

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                            | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| WO   | 2016/167019  | A1 | 20.10.2016 | US 2018/0097336 A1<br>[0026]-[0042], [0051]-<br>[0058], FIGs. 1-4, 6<br>CN 107534270 A |     |
| JP   | 2003-78201   | A  | 14.03.2003 | US 2002/0180862 A1<br>[0029]-[0044], [0058],<br>FIGs. 2-4, 6                           |     |
| JP   | 2015-156777  | A  | 27.08.2015 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 9-121534     | A  | 06.05.1997 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 2019-68584   | A  | 25.04.2019 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 9-246051     | A  | 19.09.1997 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| WO   | 2018/150459  | A1 | 23.08.2018 | CN 110114943 A<br>全文, 全図                                                               |     |
| WO   | 2018/193506  | A1 | 25.10.2018 | US 2019/0356109 A1<br>全文, 全図<br>CN 110088996 A                                         |     |
| JP   | 2009-123833  | A  | 04.06.2009 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| US   | 2019/0386460 | A1 | 19.12.2019 | US 2017/0085057 A1<br>全文, 全図<br>DE 102016116875 A1<br>CN 106549301 A                   |     |
| US   | 2016/0372888 | A1 | 22.12.2016 | CN 106257777 A<br>全文, 全図                                                               |     |