

(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
2018年10月11日(11.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/186082 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 3/28 (2006.01) H01S 3/00 (2006.01)
B23K 9/073 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/008227
- (22) 国際出願日: 2018年3月5日(05.03.2018)
- (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 2017-074961 2017年4月5日(05.04.2017) JP
- (71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207

大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).

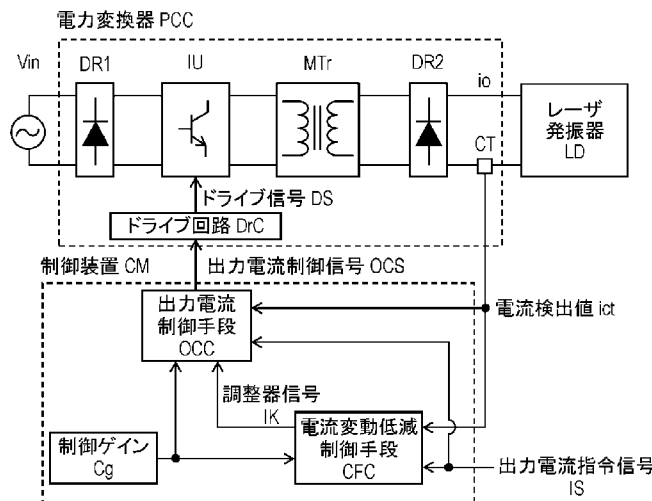
(72) 発明者: 三溝 真史(SAMIZO Masashi). 小林 直樹(KOBAYASHI Naoki). 柴垣 龍之介(SHIBAGAKI Ryunosuke). 井原 英樹(IHARA Hideki). 本宮 紀典(HONGU Toshinori).

(74) 代理人: 鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.); 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 パナソニック IP マネジメント株式会社内 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: LASER DRIVING POWER SOURCE

(54) 発明の名称: レーザ駆動電源



CFC Current fluctuation reduction control means
Cg Control gain
CM Control device
DrC Drive circuit
DS Drive signal
ict Current detection value
IK Regulator signal
IS Output current command signal
LD Laser oscillator
OCC Output current control means
OCS Output current control signal
PCC Electric power converter

(57) Abstract: In the present invention, the variation in responsiveness of an output current due to the fluctuation of an input voltage is reduced by a control device (CM) that includes a current fluctuation reduction control means (CFC) which is a regulator that regulates any one of an output current command signal, a current detection value or a control gain when the input voltage fluctuates.

(57) 要約: 入力電圧が変動した際に、出力電流指令信号、電流検出値、または制御ゲインのいずれかを調整する調整器である電流変動低減制御手段(CFC)を有する制御装置(CM)により、入力電圧の変動による出力電流の応答性変動を低減する。

[続葉有]

WO 2018/186082 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： レーザ駆動電源

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ溶接・切断機といったレーザ加工機のレーザ発振器に電流を供給するレーザ駆動電源に関する。

背景技術

[0002] 近年、金属加工分野での高速・高品質化の要求が高まっている。この要求を満たすため、ファイバーレーザやダイレクトダイオードレーザといった半導体レーザ発振器を搭載した加工機の導入が進んでいる。

[0003] 半導体レーザ発振器は電流を供給することでレーザ光を出力するため、駆動電源の出力電流特性の影響を受ける。半導体レーザ加工機の導入が進む上で、この駆動電源にも高性能・高品質なものが求められている。

[0004] 駆動電源の出力電流応答性は入力電圧の変動の影響を受けており、入力電圧が低くなると応答性が遅く、入力電圧が高くなると応答性は速くなる。この応答性の変動は、特に、パルス電流出力といった急峻な変化を要する際に影響が大きくなる。レーザ加工機において、出力電流の変動が加工材料に与える熱量の変動となり、加工材料への入熱に影響を与える。そのため、レーザ切断及び溶接の加工精度低下といった課題を有していた。

[0005] 従来技術では、駆動電源のインバータ部の前段にインバータ部への入力電圧を一定電圧に制御する電力変換器を備えた構成が開示されている。このような電力変換器を追加することで、入力電圧が変動してもインバータ部への入力電圧を一定に保つことができる（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平2-41778号公報

発明の概要

[0007] しかし、従来技術のように、一定電圧制御用の電力変換器を設けて、入力

電圧の変動による影響を後段に与えないようにする構成では、コスト増加、損失増大、機器の大型化という課題を有していた。

[0008] 本開示の一態様は、追加の電力変換器を要せずに、入力電圧の変動による出力電流の変動を解消するレーザ駆動電源を提供する。

[0009] 本開示の一態様のレーザ駆動電源は、レーザ光を出力するための電流をレーザ発振器に対して供給し、レーザ発振器を駆動するためのレーザ駆動電源であって、交流電力の入力電圧を整流し直流電圧に変換する一次整流回路と、直流電圧を交流電圧に変換するインバータユニットと、交流電圧を電力変換して二次電流を生成する電力変換トランスと、二次電流を整流しレーザ発振器に供給される出力電流に変換する二次整流回路と、インバータユニットを構成する半導体スイッチを駆動するドライブ信号を出力するドライブ回路と、出力電流を検出し電流検出値を出力する出力電流検出手段と、を有する電力変換器と、出力電流の応答性に対して、出力電流の制御目標である出力電流指令信号の変化が速い場合、電流検出値、出力電流指令信号、および、電流検出値と出力電流指令信号の偏差に対して制御する操作量の演算に用いる制御ゲインの、少なくともいずれか一つの信号を、入力電圧の変動による出力電流の応答性の変動を低減するように調整して調整器信号を生成し、調整器信号を出力する電流変動低減制御手段と、電流検出値、出力電流指令信号、および、制御ゲインの中で、電流変動低減制御手段で調整されなかった信号と調整器信号とを用いて、出力電流を制御するためにドライブ回路に入力する出力電流制御信号を出力する出力電流制御手段と、を有する制御装置と、を有するものである。

[0010] 本開示の一態様に係るレーザ駆動電源は、追加の電力変換器を要せずに、入力電圧の変動による出力電流の変動を解消できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の一態様に係るレーザ駆動電源の構成図

[図2]本開示の実施の形態1におけるレーザ駆動電源の電気接続図

[図3]電流指令調整器を追加していない駆動電源において、パルス電流指令信

号に対して、入力電圧の変動による出力電流の応答性の変化の一例を示す図

[図4]出力電流指令信号と電流指令調整器信号の一例を示す図

[図5]本開示の実施の形態2におけるレーザ駆動電源の電気接続図

[図6]本開示の実施の形態2における電圧検出値とゲイン調整器信号の関係の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0012] (実施の形態1)

本実施の形態について、図1から図4を用いて説明をする。図1は本開示の一態様によるレーザ発振器のレーザ用の駆動電源の構成を示している。この駆動電源は、電力変換器PCCと制御装置CMとを備え、レーザ発振器LDに適した電流と電圧を得るための電力変換を行うレーザ駆動電源である。電力変換器PCCは、一次整流回路DR1と、インバータユニットIUと、電力変換トランスMTと、二次整流回路DR2と、を備える。一次整流回路DR1は、交流電力の入力電圧 V_{in} を整流し、直流電圧に変換する。インバータユニットIUは、直流電圧を交流電圧に変換する。電力変換トランスMTは、交流電圧を電力変換して二次電流を生成する。二次整流回路DR2は、二次電流を整流しレーザ発振器LDに供給される出力電流に変換する。

[0013] 電力変換器PCCは、さらに、ドライブ回路DrCと、出力電流検出回路CTと、を備える。ドライブ回路DrCは、インバータユニットIUを構成する半導体スイッチを駆動するドライブ信号DSを出力する。出力電流検出回路CTは、出力電流 i_o を検出し、出力電流検出値 i_{ct} を出力する。また、制御装置CMは、電流変動低減制御手段CFCと、出力電流制御手段OCCと、制御ゲインCgと、を備える。電流変動低減制御手段CFCは、入力電圧の変動による出力電流 i_o の応答性の変動を低減するための調整器信号IKを出力する。出力電流制御手段OCCは、出力電流 i_o が制御目標である出力電流指令信号ISと等しくなるようにインバータユニットIUを制御する。制御ゲインCgは、出力電流 i_o を示す出力電流検出値 i_{ct} と制御

目標を示す出力電流指令信号 I_S との偏差に対して制御する操作量の演算に用いられる。

[0014] 図2は本開示の実施の形態1によるレーザ発振器のレーザ駆動電源の構成を示している。

[0015] 一次整流回路 $DR1$ は三相交流である入力電圧 V_{in} を整流して直流電圧である整流電圧 V_{DR} に変換する。また、インバータユニット IU は、第1のスイッチング素子 $Q1$ と第2のスイッチング素子 $Q2$ とを有する第1回路部と、第3のスイッチング素子 $Q3$ と第4のスイッチング素子 $Q4$ とを有する第2回路部とを備える。第1回路部は、第2回路部に並列接続されている。第1のスイッチング素子 $Q1$ は第2のスイッチング素子 $Q2$ に直列接続されている。第3のスイッチング素子 $Q3$ は第4のスイッチング素子 $Q4$ に直列接続されている。インバータユニット IU は整流電圧 V_{DR} を各スイッチング素子の制御により、交流電圧に変換する。

[0016] なお、スイッチング素子は $IGBT$ (Insulated Gate Bipolar Transistor) や $MOSFET$ (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等の半導体スイッチであってもよい。

[0017] 電力変換トランス MT_r は一次側コイルと二次側コイルとを含む。一次側コイルは、第1のスイッチング素子 $Q1$ のエミッタと第4のスイッチング素子 $Q4$ のコレクタとの間に接続される。電力変換トランス MT_r は一次側コイルに入力された交流電圧を変換して、レーザ発振器 LD に適した電圧および電流を二次側コイルから出力する。また、電力変換トランス MT_r の二次側コイルは中間タップを有する。

[0018] 二次整流回路 $DR2$ は第1のダイオード $D1$ のカソードと第2のダイオード $D2$ のカソードを接続した構成である。電力変換トランス MT_r の二次側の交流電流を直流電流である出力電流 i_o に変換する。電力変換トランス MT_r の二次側コイルの一端に第1のダイオード $D1$ のアノードが接続され、二次側コイルの他端に第2のダイオード $D2$ のアノードが接続される。第1

のダイオードD 1と第2のダイオードD 2の各カソードがレーザ発振器LDの+端子に接続される。

[0019] 電力変換トランスMT rの中間タップと直流リアクトルDCLの一端が接続され、直流リアクトルDCLのもう一端とレーザ発振器LDの一端子が接続される。直流リアクトルDCLは出力電流 i_o を平滑する。これにより、電力変換器PCCは、レーザ発振器LDに適した出力電流 i_o をレーザ発振器LDに供給する。出力電流検出回路CTは、レーザ発振器LDに接続される配線上に設置され、出力電流検出値 i_{ct} を出力する。

[0020] 次に電力変換器PCCの制御を行う制御装置CMについて説明する。制御装置CMは出力電流制御手段OCC、制御ゲインCg、出力電流 i_o の応答性の変動を低減する電流変動低減制御手段CFCである電流指令調整器Ksで構成される。

[0021] 出力電流指令信号ISは、外部入力、または内部生成され、作業者によって調整される出力電流 i_o に係る設定値信号であり、出力電流 i_o の制御目標を示す信号である。

[0022] 出力電流指令信号ISは、電流指令調整器Ksに入力される。電流指令調整器Ksは一次遅れを発生させる一次遅れ要素（例えば、一次ローパスフィルタなど）で構成される。電流指令調整器Ksのフィルタ設計方法を図2、図3、および図4を用いて説明する。

[0023] 図3に出力電流指令信号ISを入力した際の出力電流 i_o の応答性の変動を示す。このように、出力電流指令信号ISにパルス信号を入力した場合、一点鎖線で表す様に入力電圧 V_{in} が高くなると出力電流 i_o の応答性は速く、二点鎖線で表す様に入力電圧 V_{in} が低くなると出力電流の応答性は遅くなる。そのため、入力電圧 V_{in} の変動により出力電流 i_o の波形が変化する。

[0024] レーザ駆動電源の最も遅い応答性に対して、出力電流指令信号ISの変化が同等またはそれ以下であれば、出力電流 i_o の波形は、入力電圧 V_{in} の変動の影響を受けない。この場合、出力電流 i_o の波形を出力電流指令信号

ISの波形と同等にすることが可能である。図4に出力電流指令信号ISを入力した際の電流指令調整器信号IKsの生成をしめす。このように、電流指令調整器Ksは、破線で表す出力電流指令信号ISに対して、上述の様に、遅れを付与した、実線で表す電流指令調整器信号IKsを生成する。

[0025] 例えば、出力電流ioの応答性が最も遅くなるのは、レーザ駆動電源が保障する入力電圧Vinの範囲で最低電圧Vmの時である。そのため、入力電圧Vinとして最低電圧Vmを入力し、出力電流指令信号ISとしてパルス信号を入力してレーザ駆動電源を動作させた際の、出力電流ioの応答性を測定する。パルス信号の変化が測定した応答性と同等またはそれ以下となるように電流指令調整器Ks内の一次遅れフィルタのフィルタ特性を設計する。

[0026] 出力電流制御手段OCCは、出力電流検出値ictと、電流指令調整器信号IKsと、制御ゲインCgを用いて出力電流制御信号OCSを生成する。制御ゲインCgは、出力電流検出値ictと電流指令調整器信号IKsの偏差に対して制御する操作量の演算に用いられる。出力電流制御信号OCSは、出力電流ioが電流指令調整器信号IKsと等しくなるようにインバータユニットIUを制御するための信号である。

[0027] ドライブ回路DrCは、出力電流制御信号OCSに基づいて、第1のドライブ信号DS1、第2のドライブ信号DS2、第3のドライブ信号DS3、第4のドライブ信号DS4を生成する。第1のドライブ信号DS1は第1のスイッチング素子Q1を駆動する。第2のドライブ信号DS2は第2のスイッチング素子Q2を駆動する。第3のドライブ信号DS3は第3のスイッチング素子Q3を駆動する。第4のドライブ信号DS4は第4のスイッチング素子Q4を駆動する。これにより、出力電流ioが制御される。

[0028] 上記の構成によって、出力電流指令信号ISを調整することで、入力電圧Vinの変動による応答性の変動を低減した出力電流ioを供給することが可能である。

[0029] (実施の形態2)

次に実施の形態2について図5から図6を用いて説明する。図5は本開示の実施の形態2によるレーザ発振器のレーザ駆動電源の構成を示している。実施の形態1では、電流指令調整器 K_s が、制御装置CMが有する出力電流 i_o の応答性変動を低減する電流変動低減制御手段CFCとして採用されている。これに対して、実施の形態2では、ゲイン調整器 K_g が、電流変動低減制御手段CFCとして採用されている。さらに、実施の形態2では、電力変換器PCCは、一次整流回路DR1により入力電圧 V_{in} が整流された後の電圧である整流電圧VDRを検出する電圧検出回路VSを備える。主な回路動作は実施の形態1と同様なため、実施の形態1と異なる制御装置CMの、制御方法についてのみ説明する。

[0030] 電圧検出回路VSは、一次整流回路DR1の出力端子間の整流電圧VDRを検出するために、一次整流回路DR1に並列接続される。電圧検出回路VSより得られた電圧検出値 V_{sen} と制御ゲイン C_g とがゲイン調整器 K_g に入力される。ゲイン調整器 K_g は制御ゲイン C_g に電圧検出値 V_{sen} に反比例する係数を乗算する。ゲイン調整器 K_g の係数は基準入力電圧 V_{ref} を電圧検出値 V_{sen} で除算した値である。ゲイン調整器 K_g はゲイン調整器 K_g の係数を制御ゲイン C_g に乗算してゲイン調整器信号 I_{Kg} を生成する。図6は電圧検出値 V_{sen} とゲイン調整器信号 I_{Kg} の関係を示す。

[0031] このように、電圧検出値 V_{sen} とゲイン調整器信号 I_{Kg} は反比例の関係である。また、基準入力電圧 V_{ref} は入力電圧 V_{in} の変動の中央値の場合における、電圧検出値 V_{sen} と同等の値である。例えば、基準入力電圧 V_{ref} は、入力電圧 V_{in} の保障範囲が160Vから240Vの場合、中央値200V時の電圧検出値 V_{sen} に一致する。

[0032] 出力電流制御手段OCCは、ゲイン調整器信号 I_{Kg} と出力電流検出値 i_{ct} と出力電流指令信号ISを用いて出力電流制御信号OCSを生成する。出力電流制御信号OCSは、出力電流 i_o が出力電流指令信号ISと等しくなるようにインバータユニットIUを制御するための信号である。具体的には、出力電流制御信号OCSは、インバータユニットIUが電力変換トラン

スMT rに電圧または電流を供給する割合である導通率D u t yを制御するための信号である。

[0033] ドライブ回路D r Cは、出力電流制御信号O C Sに基づいて、第1のドライブ信号D S 1、第2のドライブ信号D S 2、第3のドライブ信号D S 3、第4のドライブ信号D S 4を生成する。第1のドライブ信号D S 1は第1のスイッチング素子Q 1を駆動する。第2のドライブ信号D S 2は第2のスイッチング素子Q 2を駆動する。第3のドライブ信号D S 3は第3のスイッチング素子Q 3を駆動する。第4のドライブ信号D S 4は第4のスイッチング素子Q 4を駆動する。これにより、出力電流i oが制御される。

[0034] 例えば、入力電圧V i nが上昇し、電圧検出値V s e nが基準入力電圧V r e fより高くなり、出力電流i oの応答性が速い場合は、ゲイン調整器K gの係数が1よりも小さくなる。そして、ゲイン調整器信号I K gが制御ゲインC gよりも小さくなり、インバータユニットI Uの導通率D u t yが低く調整される。このことで出力電流i oの応答性が遅くなる。

[0035] 逆に、入力電圧V i nが下降し、電圧検出値V s e nが基準入力電圧V r e fより低くなり、出力電流i oの応答性が遅い場合は、ゲイン調整器K gの係数が1よりも大きくなる。そして、ゲイン調整器信号I K gが制御ゲインC gよりも大きくなり、インバータユニットI Uの導通率D u t yが高く調整される。このことで出力電流i oの応答性が速くなる。

[0036] 上記の構成によって、制御ゲインC gを調整することで、入力電圧V i nの変動に応じて出力電流i oの応答性を制御することができる。従って、入力電圧V i nの変動による応答性の変動を低減した出力電流i oを供給することが可能である。

[0037] 以上のように本開示の一態様に係るレーザ駆動電源は、レーザ光を出力するための電流をレーザ発振器L Dに対して供給し、レーザ発振器L Dを駆動するためのレーザ駆動電源である。レーザ駆動電源は、電力変換器P C Cと制御装置C Mで構成される。電力変換器P C Cは、一次整流回路D R 1と、インバータユニットI Uと、電力変換トランスM T rと、二次整流回路D R

2と、を備える。一次整流回路DR1は、交流電力の入力電圧 V_{in} を整流し直流電圧に変換する。インバータユニットIUは、直流電圧を交流電圧に変換する。電力変換トランスMT_rは、交流電圧を電力変換して二次電流を生成する。二次整流回路DR2は、二次電流を整流してレーザ発振器LDに供給される出力電流に変換する。

[0038] 電力変換器PCCは、さらに、ドライブ回路DrCと、出力電流検出回路CTと、を備える。ドライブ回路DrCは、インバータユニットIUを構成する半導体スイッチを駆動するドライブ信号を出力する。出力電流検出回路CTは、出力電流 i_o を検出し、出力電流検出値 i_{ct} を出力する。

[0039] また、制御装置CMは、出力電流 i_o の応答性に対して、出力電流 i_o の制御目標である出力電流指令信号ISの変化が速い場合、出力電流検出値 i_{ct} 、出力電流指令信号IS、または、制御ゲインCgの、少なくともいずれか一つの信号を、入力電圧 V_{in} の変動による出力電流 i_o の応答性の変動を低減するように調整して調整器信号IKを生成し、調整器信号を出力する電流変動低減制御手段CFCを有する。

[0040] それに加え、制御装置CMは、出力電流検出値 i_{ct} 、出力電流指令信号IS、および、制御ゲインCgの中で、電流変動低減制御手段CFCで調整されなかった全ての信号と調整器信号IKとを用いて、出力電流制御信号OCSを出力する出力電流制御手段OCCを有する。

[0041] また、上記に加えて、手法の一つとして、実施の形態1で詳述したように、電流変動低減制御手段CFCが、出力電流指令信号ISを調整するようにしてもよい。具体的には、電流変動低減制御手段CFCは、出力電流指令信号ISを調整することにより電流指令調整器信号IK_sを生成する電流指令調整器K_sを有してもよい。電流指令調整器K_sは、入力電圧 V_{in} に対して保障する電圧範囲において、最も遅い出力電流 i_o の応答性に対応して、出力電流指令信号ISの変化が遅くなるように一次遅れを発生させる一次遅れ要素を有する。電流指令調整器K_sには出力電流指令信号ISが入力される。レーザ駆動電源は、出力電流指令信号ISの変化を遅らせることで、入

力電圧 V_{in} の変動に関係なく、電流指令調整器信号 I_{Ks} に対して遅れなく、または、わずかな遅れで出力電流 i_o を制御する。

[0042] なお、出力電流指令信号 I_S に対してわずかな遅れでの出力電流 i_o の制御とは、レーザ加工機の加工精度のバラツキが許容できる程度のわずかな遅れとするものである。

[0043] また、上記に加えて、手法の一つとして、実施の形態2で詳述したように、電流変動低減制御手段 $CF C$ が、制御ゲイン C_g を調整するようにしてもよい。具体的には、電力変換器 PCC は、入力電圧 V_{in} 、または整流電圧 V_{DR} を検出する電圧検出回路 VS を備える。また、電流変動低減制御手段 $CF C$ は、電圧検出値 V_{sen} に反比例した係数を制御ゲイン C_g に乗算することで、制御ゲイン C_g を電圧検出値 V_{sen} に応じて調整するゲイン調整器 K_g を有する。

[0044] このように、本開示のレーザ駆動電源は、電圧検出値 V_{sen} に応じてインバータユニット IU の導通率 $Duty$ を制御し、出力電流 i_o の応答性を制御することで、出力電流 i_o の応答性変動を低減するものである。

[0045] 実施の形態1と実施の形態2で詳述したように、本開示に係るレーザ駆動電源は、電流変動低減制御手段 $CF C$ を有する制御装置 CM の働きにより、入力電圧 V_{in} の変動による出力電流 i_o の応答性の変動を低減する。具体的には、制御装置 CM は、制御に関わる出力電流指令信号 I_S または制御ゲイン C_g を調整するパラメータを有する。電流変動低減制御手段 $CF C$ は、出力電流指令信号 I_S 、出力電流検出値 i_{ct} 、または制御ゲイン C_g のいずれかを調整する調整器として働く。

[0046] このようなレーザ駆動電源により、入力電圧の変動による出力電流の変動を解消し、レーザ光の出力変動を低減することができる。これにより加工精度の向上を提供できる。さらに、上記のレーザ駆動電源は、追加の電力変換器や追加の素子を要しない。そのため、低コスト化、高効率化が可能である。

[0047] また、実施の形態2の制御装置 CM は、基準入力電圧 V_{ref} 時の出力電

流 i_o の応答性へと近づける。そのため、実施の形態 1 と比べて、出力電流 i_o の応答性を速くして、応答性変動を低減することが可能である。しかし、調整後の導通率 $Duty$ が導通率 $Duty$ の上限を超えるような場合には、応答性変動の低減効果は小さくなる。実施の形態 1 は他のパラメータの影響が小さく、一定の低減効果を得ることが可能である。

[0048] なお、実施の形態 1 では、入力電圧の変動による出力電流の応答性の変動を低減するために、出力電流指令信号 I_S が調整されている。実施の形態 2 では、それに代えて、制御ゲイン C_g が調整されている。本開示は、これに限らず、出力電流検出値 i_{ct} が調整されることとしてもよい。出力電流検出値 i_{ct} の調整によっても、入力電圧の変動による出力電流の応答性の変動を低減することができる。

[0049] また、実施の形態 1 および実施の形態 2 では、いずれも、調整される信号は一つである。実施の形態 1 では、出力電流指令信号 I_S であり、実施の形態 2 では、制御ゲイン C_g である。本開示は、これに限らず、調整される信号は二つまたは三つでもよい。例えば、出力電流指令信号 I_S および制御ゲイン C_g の二つの信号が調整されてもよい。また、例えば、出力電流検出値 i_{ct} 、出力電流指令信号 I_S および制御ゲイン C_g の三つの信号が調整されてもよい。

産業上の利用可能性

[0050] 本開示は、入力電圧の変動によるレーザ発振器のレーザ駆動電源の出力電流変動を低減することで、レーザ発振器を搭載したレーザ加工機の加工精度のバラツキを低減可能な制御法として産業上有用である。

符号の説明

[0051] V_{in} 入力電圧
 PCC 電力変換器
 $DR1$ 一次整流回路
 I_U インバータユニット
 V_{DR} 整流電圧

Q 1	第 1 のスイッチング素子
Q 2	第 2 のスイッチング素子
Q 3	第 3 のスイッチング素子
Q 4	第 4 のスイッチング素子
M T r	電力変換トランス
D R 2	二次整流回路
D 1	第 1 のダイオード
D 2	第 2 のダイオード
D C L	直流リアクトル
i o	出力電流
L D	レーザ発振器
C T	出力電流検出回路
i c t	出力電流検出値
C M	制御装置
C F C	電流変動低減制御手段
I K	調整器信号
O C C	出力電流制御手段
C g	制御ゲイン
K s	電流指令調整器
I S	出力電流指令信号
I K s	電流指令調整器信号
V m	最低電圧
O C S	出力電流制御信号
D r C	ドライブ回路
D S 1	第 1 のドライブ信号
D S 2	第 2 のドライブ信号
D S 3	第 3 のドライブ信号
D S 4	第 4 のドライブ信号

V S 電圧検出回路

V s e n 電圧検出値

K g ゲイン調整器

V r e f 基準入力電圧

I K g ゲイン調整器信号

D u t y 導通率

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を出力するための電流をレーザ発振器に対して供給し、前記レーザ発振器を駆動するためのレーザ駆動電源であって、
- 交流電力の入力電圧を整流し直流電圧に変換する一次整流回路と、
- 前記直流電圧を交流電圧に変換するインバータユニットと、
- 前記交流電圧を電力変換して二次電流を生成する電力変換トランスと、
- 前記二次電流を整流し前記レーザ発振器に供給される出力電流に変換する二次整流回路と、
- 前記インバータユニットを構成する半導体スイッチを駆動するドライブ信号を出力するドライブ回路と、
- 前記出力電流を検出し電流検出値を出力する出力電流検出手段と、
- を有する電力変換器と、
- 前記出力電流の応答性に対して、前記出力電流の制御目標である出力電流指令信号の変化が速い場合、前記電流検出値、前記出力電流指令信号、および、前記電流検出値と前記出力電流指令信号の偏差に対して制御する操作量の演算に用いる制御ゲインの、少なくともいずれか一つの信号を、前記入力電圧の変動による前記出力電流の応答性の変動を低減するように調整して調整器信号を生成し、前記調整器信号を出力する電流変動低減制御手段と、
- 前記電流検出値、前記出力電流指令信号、および、前記制御ゲインの中で、前記電流変動低減制御手段で調整されなかった信号と前記調整器信号とを用いて、前記出力電流を制御するために前記ドライブ回路に輸入する出力電流制御信号を出力する出力電流制御手段と、
- を有する制御装置と、
- を有するレーザ駆動電源。
- [請求項2] 前記少なくともいずれか一つの信号は、前記出力電流指令信号であり、

前記電力変換器は、前記入力電圧に対して保障する電圧範囲を有し、

前記制御装置における前記電流変動低減制御手段は、前記保障された電圧範囲において、最も遅い前記出力電流の応答性に対応して、前記出力電流指令信号の変化が遅くなるように前記出力電流指令信号を調整する電流指令調整器を有し、

前記電流指令調整器は前記出力電流指令信号に一次遅れを発生させて前記調整器信号を生成する一次遅れ要素を有し、

前記出力電流指令信号の変化を遅らせることで、前記入力電圧の変動に関係なく、前記調整器信号に対して遅れなく、または、わずかな遅れで前記出力電流を制御可能とする、

請求項 1 記載のレーザ駆動電源。

[請求項3]

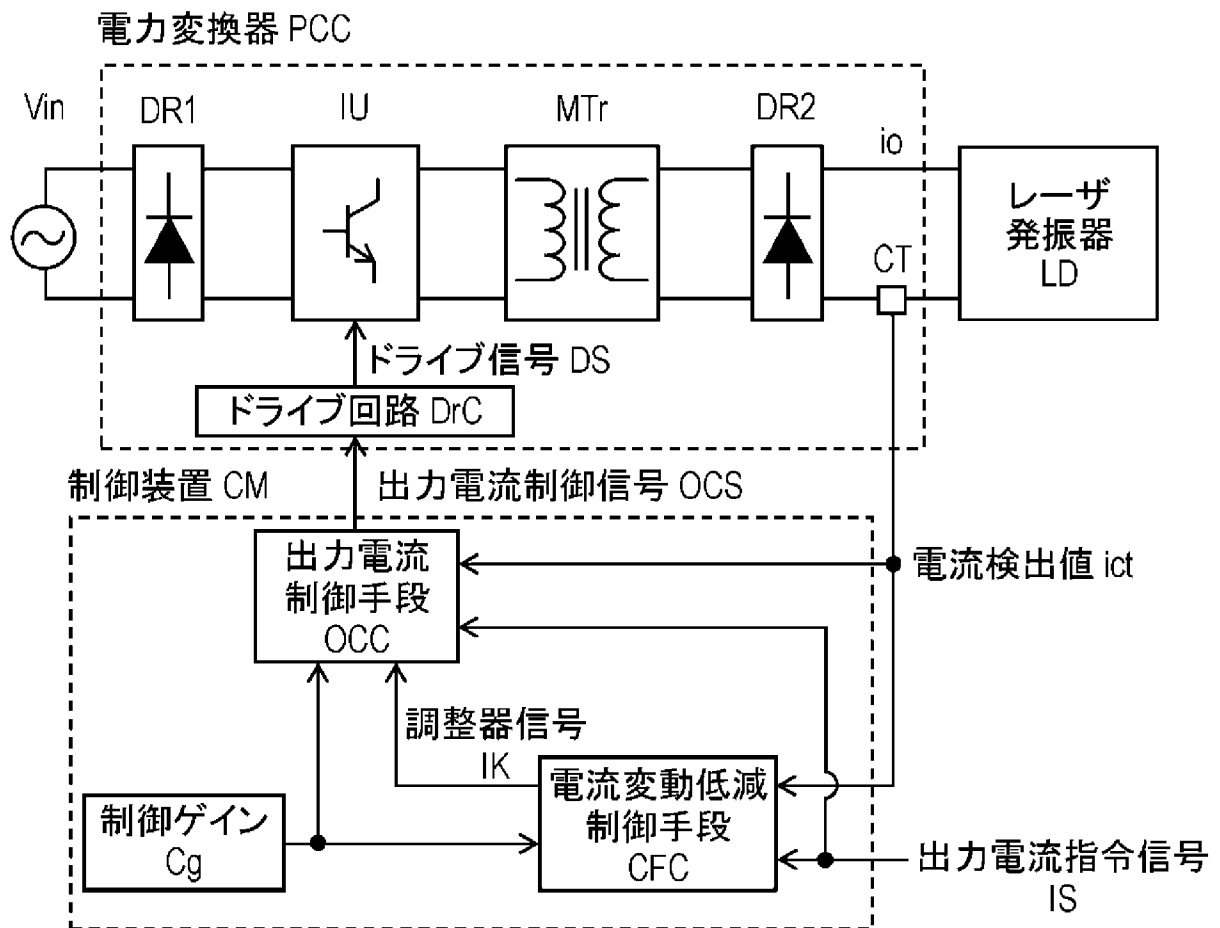
前記少なくともいずれか一つの信号は、前記制御ゲインであり、

前記電力変換器は、前記入力電圧、または前記直流電圧を検出し電圧検出値を出力する入力電圧検出手段を有し、

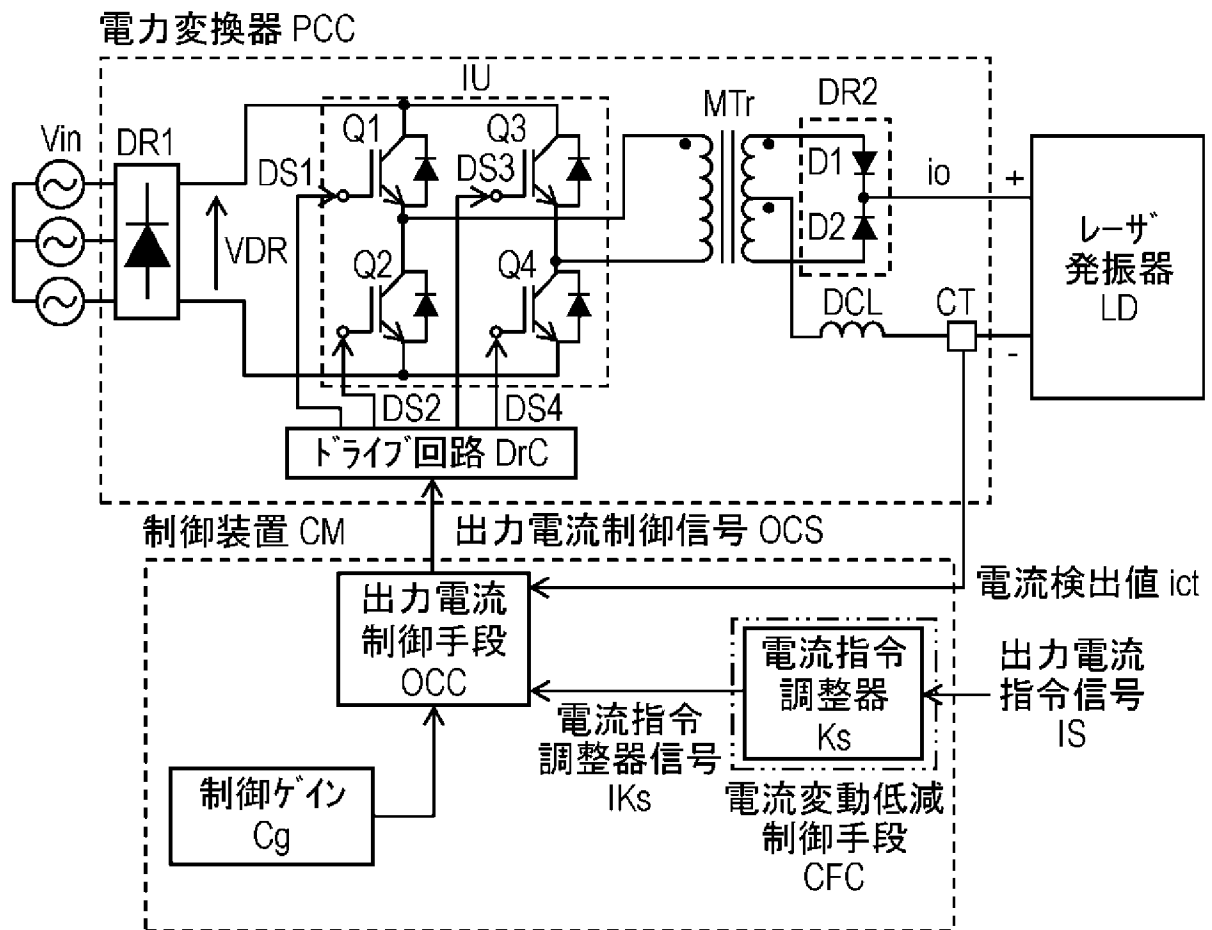
前記制御装置の前記電流変動低減制御手段は、前記電圧検出値に反比例した係数を前記制御ゲインに乗算することで、前記制御ゲインを前記電圧検出値に応じて調整するゲイン調整器を有し、

前記電圧検出値に応じて前記インバータユニットの導通率を制御し、前記出力電流の応答性を制御することで、前記出力電流の応答性変動を低減する請求項 1 記載のレーザ駆動電源。

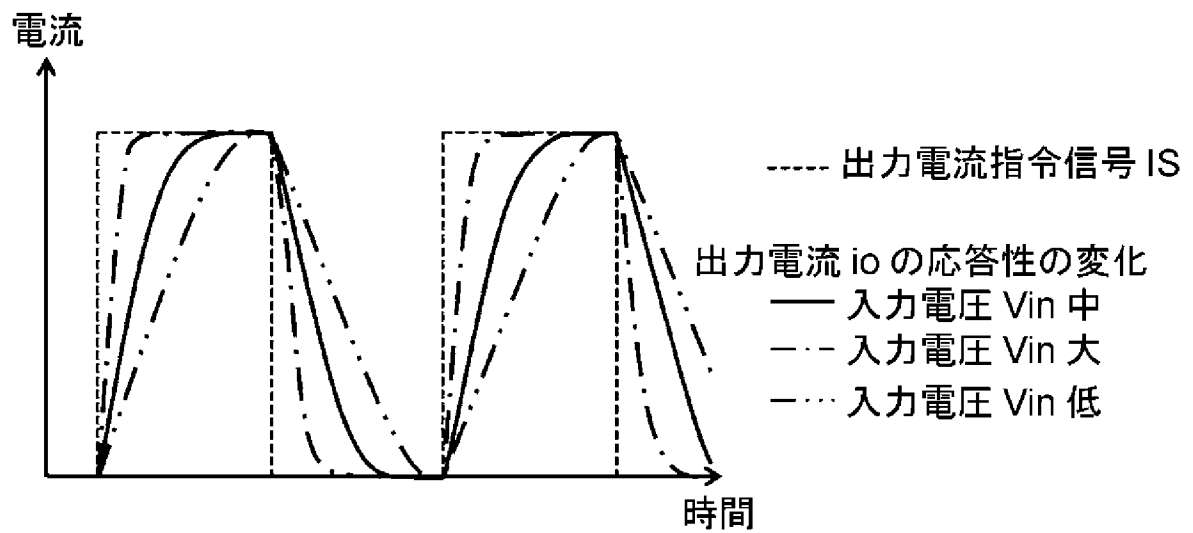
[図1]



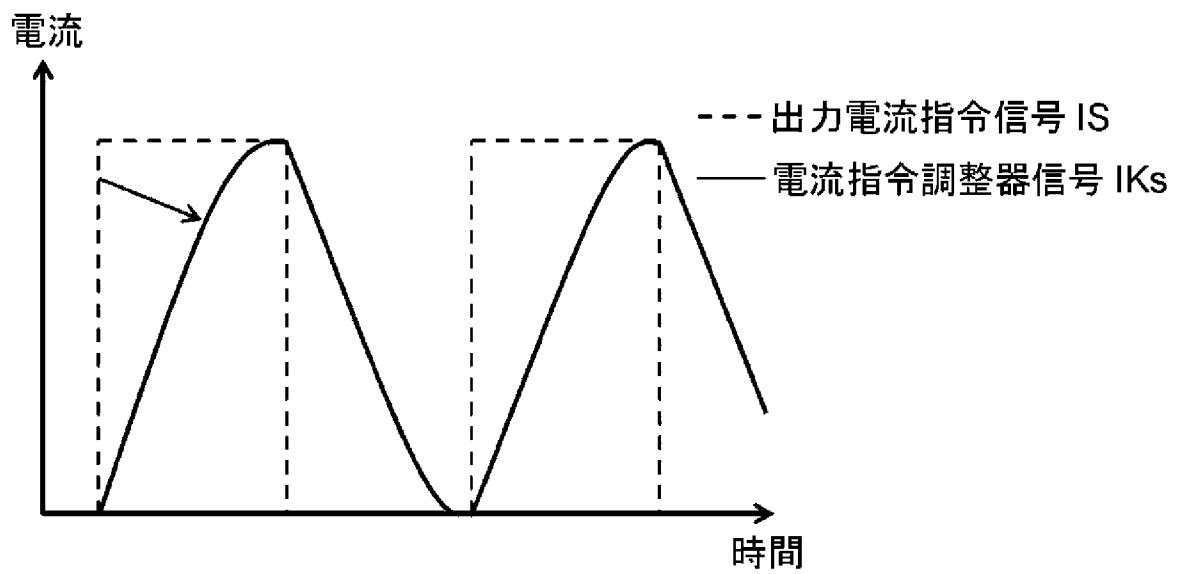
[図2]



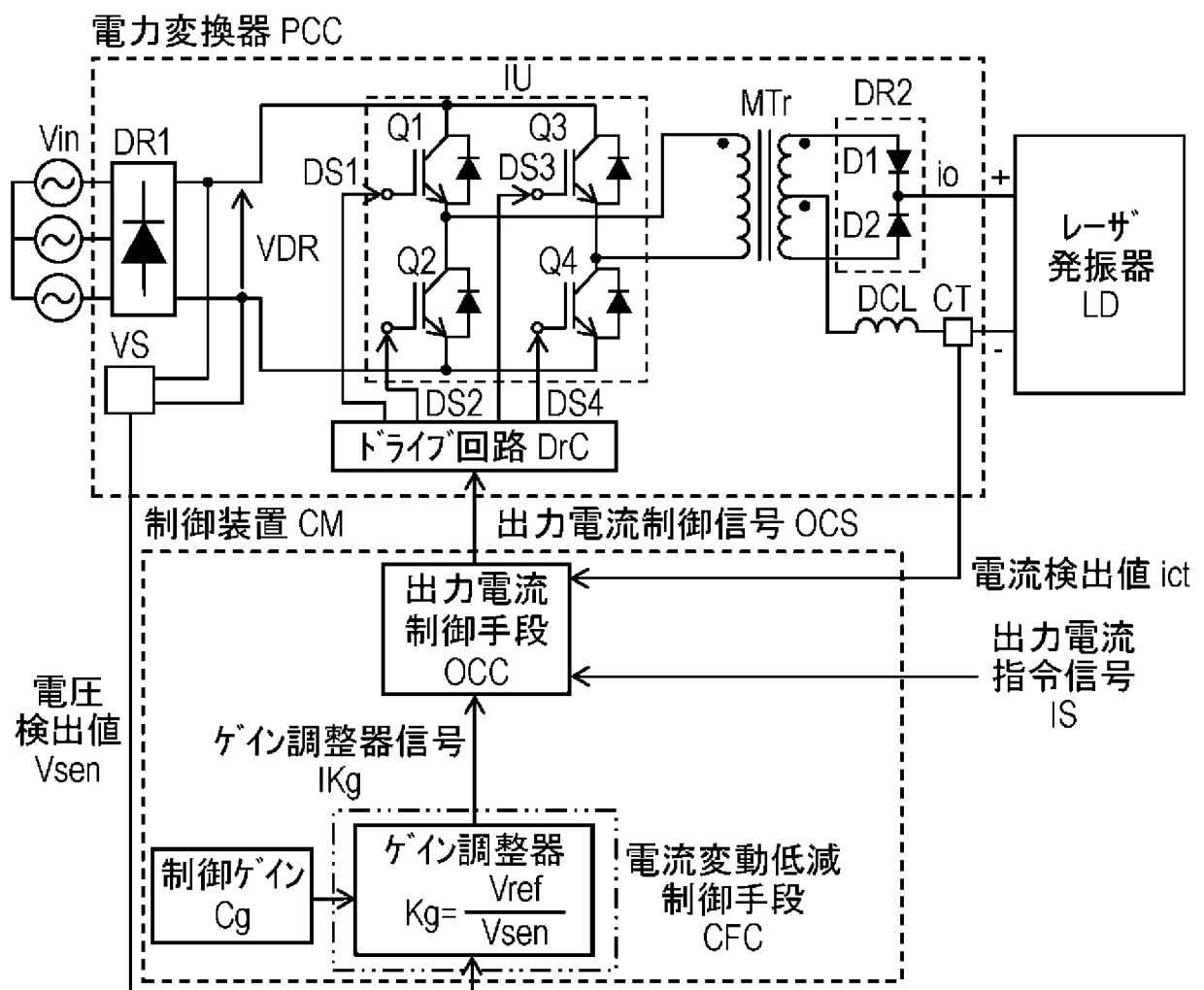
[図3]



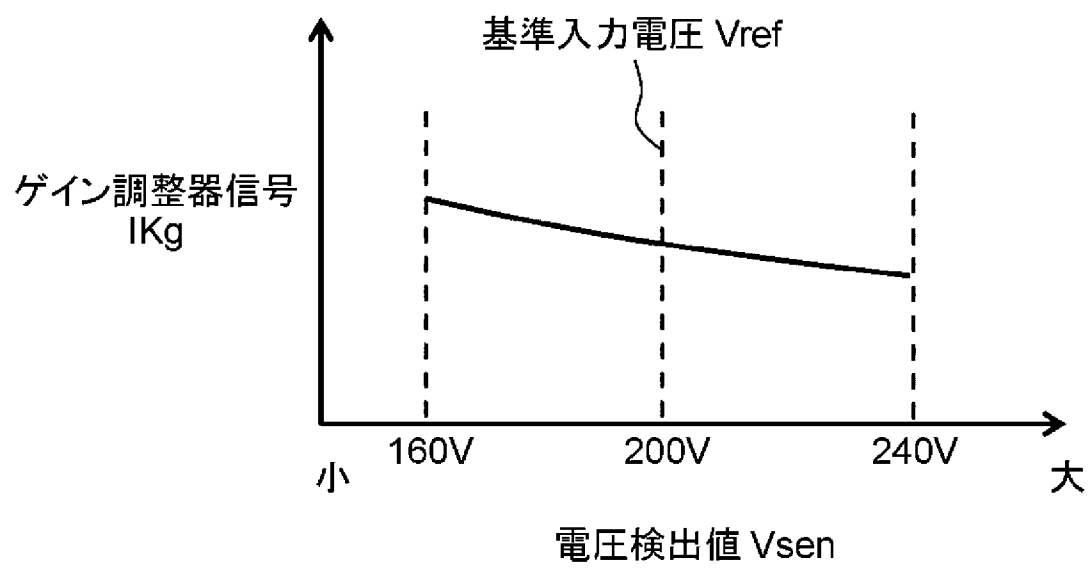
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008227

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02M3/28 (2006.01) i, B23K9/073 (2006.01) n, H01S3/00 (2006.01) n

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. H02M3/28, B23K9/073, H01S3/00

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/175137 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 03 November 2016 (Family: none)	1-3
A	JP 2-140984 A (NEC CORPORATION) 30 May 1990 (Family: none)	1-3
A	JP 2009-12028 A (DAIHEN CORPORATION) 22 January 2009 (Family: none)	1-3

☐ 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
30.03.2018

Date of mailing of the international search report
10.04.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M3/28(2006.01)i, B23K9/073(2006.01)n, H01S3/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M3/28, B23K9/073, H01S3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2016/175137 A1（三菱電機株式会社）2016.11.03 （ファミリーなし）	1-3
A	JP 2-140984 A（日本電気株式会社）1990.05.30 （ファミリーなし）	1-3
A	JP 2009-12028 A（株式会社ダイヘン）2009.01.22 （ファミリーなし）	1-3

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

30.03.2018

国際調査報告の発送日

10.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

木村 励

5G

4092

電話番号 03-3581-1101 内線 3526