

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5073796号
(P5073796)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 S 3/097	(2006.01)
HO 1 S 3/02	(2006.01)
GO 5 B 19/18	(2006.01)
B 23 K 26/00	(2006.01)
HO 1 S	3/097
HO 1 S	3/02
GO 5 B	19/18
B 23 K	26/00

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-186277 (P2010-186277)
(22) 出願日	平成22年8月23日(2010.8.23)
(65) 公開番号	特開2012-44103 (P2012-44103A)
(43) 公開日	平成24年3月1日(2012.3.1)
審査請求日	平成23年8月24日(2011.8.24)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 358 0番地
(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
(74) 代理人	100154380 弁理士 西村 隆一
(74) 代理人	100112357 弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レーザ発振器制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信部および受信部を有するコントローラと、送信部および受信部を有し、通信ラインを介して前記コントローラと通信するレーザ発振器とを備え、前記レーザ発振器から前記コントローラに送信された前記レーザ発振器の動作状態を表す状態信号に基づいて、前記コントローラから前記レーザ発振器に制御信号を出力するレーザ発振器制御装置であって、

前記通信ラインは、第1の通信ラインと第2の通信ラインとを有し、
前記コントローラは、

所定周期で変化する交番信号を生成し、この交番信号を前記第1の通信ラインおよび前記第2の通信ラインを介してそれぞれ前記レーザ発振器に送信する交番信号送信回路を有し、

前記レーザ発振器は、

前記第1の通信ラインおよび前記第2の通信ラインを介して送信された前記コントローラからの前記交番信号をそれぞれ戻り信号として前記第1の通信ラインおよび前記第2の通信ラインを介してそれぞれ前記コントローラに送信する戻り信号送信回路を有し、

さらに前記コントローラは、

前記第1の通信ラインおよび前記第2の通信ラインを介してそれぞれ送信された前記レーザ発振器からの戻り信号を監視し、前記戻り信号が異常であると判定すると、前記レーザ発振器によるレーザ照射を停止するための停止制御信号を出力する監視回路と、

前記監視回路からの前記停止制御信号を前記レーザ発振器に送信する停止制御信号送信回路とを有し、

さらに前記レーザ発振器は、

前記停止制御信号を受信すると、前記レーザ発振器によるレーザ照射を停止させる照射停止信号を出力する停止信号出力回路を有し、

前記停止制御信号送信回路は、前記第1の通信ラインを介して送信された前記戻り信号に基づく前記監視回路からの前記停止制御信号を、前記第2の通信ラインを介して前記レーザ発振器に送信する一方、前記第2の通信ラインを介して送信された前記戻り信号に基づく前記監視回路からの前記停止制御信号を、前記第1の通信ラインを介して前記レーザ発振器に送信することを特徴とするレーザ発振器制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コントローラとの通信によりレーザ発振器を制御するレーザ発振器制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種のレーザ発振器制御装置として、従来、制御プログラムの実行異常を検出するウォッチドッグタイマを備え、制御プログラムに異常が発生した場合に、レーザ光線照射手段のゲート信号を遮断して、レーザ照射を停止させるようにした装置が知られている（例えば特許文献1参照）。また、コントローラとの通信により制御されるI/Oモジュールを有する装置において、コントローラからの周期的な信号の有無をI/Oモジュール内に備えたウォッチドッグタイマで検出し、周期的な信号がなくなるとI/Oモジュールからの出力を停止させるようにした装置が知られている（例えば特許文献2参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-126252号公報

【特許文献2】特開2002-123301号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、コントローラとの通信によりレーザ発振器を制御する場合には、レーザ出力データ、レーザガス圧のデータ、励起用電源出力データ等、レーザ発振器の動作状態を表す状態信号がレーザ発振器からコントローラに送信され、この状態信号に基づきコントローラがレーザ発振器をフィードバック制御する。したがって、レーザ発振器からの信号の送信に異常があると、コントローラがレーザ発振器を適切に制御できなくなる。

【0005】

しかしながら、上記特許文献1, 2記載の装置は、コントローラから出力される信号の異常を検出するものであり、レーザ発振器からコントローラに送信される信号の異常を検出することはできない。したがって、レーザ発振器からの送信に異常があった場合に、レーザ発振器が不所望に動作するおそれがある。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、送信部および受信部を有するコントローラと、送信部および受信部を有し、通信ラインを介してコントローラと通信するレーザ発振器とを備え、レーザ発振器からコントローラに送信されたレーザ発振器の動作状態を表す状態信号に基づいて、コントローラからレーザ発振器に制御信号を出力するレーザ発振器制御装置であって、通信ラインは、第1の通信ラインと第2の通信ラインとを有し、コントローラは、所定周期で変化する交番信号を生成し、この交番信号を第1の通信ラインおよび第2の通信ラインを介してそ

50

それぞれレーザ発振器に送信する交番信号送信回路を有し、レーザ発振器は、第1の通信ラインおよび第2の通信ラインを介して送信されたコントローラからの交番信号をそれぞれ戻り信号として第1の通信ラインおよび第2の通信ラインを介してそれぞれコントローラに送信する戻り信号送信回路を有し、さらにコントローラは、第1の通信ラインおよび第2の通信ラインを介してそれぞれ送信されたレーザ発振器からの戻り信号を監視し、戻り信号が異常であると判定すると、レーザ発振器によるレーザ照射を停止するための停止制御信号を出力する監視回路と、監視回路からの停止制御信号をレーザ発振器に送信する停止制御信号送信回路とを有し、さらにレーザ発振器は、停止制御信号を受信すると、レーザ発振器によるレーザ照射を停止させる照射停止信号を出力する停止信号出回路を有し、停止制御信号送信回路は、第1の通信ラインを介して送信された戻り信号に基づく監視回路からの停止制御信号を、第2の通信ラインを介してレーザ発振器に送信する一方、第2の通信ラインを介して送信された戻り信号に基づく監視回路からの停止制御信号を、第1の通信ラインを介してレーザ発振器に送信することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、コントローラがレーザ発振器からの戻り信号を監視し、戻り信号が異常であると判定すると、停止制御信号を出力するようにしたので、レーザ発振器からの送信に異常があった場合のレーザ発振器の不所望な動作を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るレーザ発振器制御装置の全体構成を示す図。

【図2】図1の変形例を示す図。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係るレーザ発振器制御装置の全体構成を示す図。

【図4】図3の具体例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

- 第1の実施の形態 -

以下、図1、図2を参照して本発明の第1の実施の形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係るレーザ発振器制御装置の全体構成を示す図である。このレーザ発振器制御装置は、コントローラ1とレーザ発振器2とを有し、両者はシリアル通信用の通信ケーブル3を介して互いに通信可能に接続されている。

【0010】

図1に示すように、コントローラ1は、レーザ発振器2に信号を送信する送信部11と、レーザ発振器2からの信号を受信する受信部12とを有する。同様に、レーザ発振器2は、コントローラ1に信号を送信する送信部21と、コントローラ1からの信号を受信する受信部22とを有する。各送信部11、21は、パラレル信号をシリアル信号に変換する変換回路を有し、各受信部12、22は、シリアル信号をパラレル信号に変換する変換回路を有する。

【0011】

コントローラ1は、CPU、ROM、RAM、その他の周辺回路などを有する演算処理装置を含んで構成され、レーザ発振器2の制御用の制御信号S1を出力する制御信号出力部13と、交番信号S2を生成する交番信号生成部14と、交番信号S2に対応したレーザ発振器2からの戻り信号S3を監視する信号監視部15とを有する。

【0012】

制御信号出力部13には、受信部12で受信されたレーザ発振器2の動作状態を表す状態信号S4、例えばレーザ出力データ、レーザガス圧のデータ、励起用電源出力データ等の信号が入力される。制御信号出力部13は、これらの入力信号に基づいて送信部11に制御信号S1を出力し、レーザ発振器2が所定の動作を実行するようにレーザ発振器2をフィードバック制御する。

【0013】

10

20

30

40

50

交番信号生成部 14 は、C P U のクロック信号に応じて発振する発振回路を有し、図示のように所定周期でオンオフ的（パルス状）に変化する交番信号 S 2 を生成して、この交番信号 S 2 を送信部 11 に出力する。コントローラ 1 が正常に動作していれば、交番信号生成部 14 から交番信号 S 2 が出力され続け、コントローラ 1 (C P U) の動作が異常になると、交番信号 S 2 の出力が停止する。

【 0 0 1 4 】

信号監視部 15 は、レーザ発振器 2 からの戻り信号 S 3 を監視する。戻り信号 S 3 は、図示のように交番信号 S 2 に対応して周期的に変化（交番）する信号であり、信号監視部 15 では、戻り信号 S 3 が交番する周期を監視し、戻り信号 S 3 が異常であるか否かを判定する。例えば、予め定めた所定時間を経過しても戻り信号 S 3 の交番が検出されない場合に、戻り信号 S 3 が異常であると判定する。戻り信号 S 3 が異常であると判定されると、信号監視部 15 は交番信号生成部 14 に停止信号 S 5 を出力する。停止信号 S 5 が出力されると、交番信号生成部 14 は交番信号 S 2 の出力を停止する。

10

【 0 0 1 5 】

レーザ発振器 2 は、コントローラ 1 からの制御信号 S 1 によりレーザ発振器本体 23 の駆動を制御する駆動回路部 24 と、受信部 22 で受信した交番信号 S 2 を監視するウォッチドッグタイマ 25 と、交番信号 S 2 に対応した戻り信号 S 3 を生成する戻り信号生成部 26 とを有する。

【 0 0 1 6 】

レーザ発振器本体 23 は、例えば放電管と、放電管の両側に配置された一対のミラーにより光共振器を構成する周知のものであり、放電励起用の電源が起動されて放電管の電極に高周波電圧が印加されると放電が発生し、放電管内の媒質ガスが励起され、光共振器からレーザ光が出力される。光共振器のレーザ出力部には、レーザ光を光学的に遮断または通過させるシャッタが設けられている。

20

【 0 0 1 7 】

駆動回路部 24 は、コントローラ 1 からの制御信号 S 1 に応じてレーザ発振器本体 23 に制御信号を出力し、レーザ発振器本体 23 における放電のオンオフ、放電電圧の大きさ、シャッタの開閉等、レーザ発振器本体 23 の動作を制御する。レーザ発振器本体 23 の動作状態を表す状態信号 S 4 は、コントローラ 1 のフィードバック制御に供するために送信部 21 に出力される。

30

【 0 0 1 8 】

ウォッチドッグタイマ 25 は、交番信号 S 2 のパルスが入力される度にタイマをリセットする。リセット後に予め定めた所定時間 t 0 を経過しても交番信号 S 2 のパルスの入力がないとき、ウォッチドッグタイマ 25 はタイムアップし、駆動回路部 24 に停止信号 S 6 を出力する。この停止信号 S 6 により駆動回路部 24 は、レーザ発振器本体 23 の放電を停止するとともに、レーザ出力部のシャッタを閉じ、レーザ発振器 2 のレーザ照射を停止させる。

【 0 0 1 9 】

戻り信号生成部 26 は、交番信号 S 2 に対応して周期的に変化する戻り信号 S 3 を生成する。例えば、戻り信号生成部 26 では交番信号 S 2 の信号線と戻り信号 S 3 の信号線を短絡し、交番信号 S 2 をそのまま戻り信号 S 3 として送信部 21 に出力し、コントローラ 1 に送信する。

40

【 0 0 2 0 】

第 1 の実施の形態に係るレーザ発振器制御装置の主要な動作を説明する。コントローラ 1 の C P U に異常がなく、レーザ発振器 2 から送信される信号にも異常がなければ、レーザ発振器 2 から交番信号 S 1 に対応した戻り信号 S 3 がコントローラ 1 に送信される。この場合、信号監視部 15 は戻り信号 S 3 が正常状態であると判定するため、交番信号生成部 14 で生成された交番信号 S 2 がレーザ発振器 2 に送信され続け、ウォッチドッグタイマ 25 が繰り返しリセットされる。したがって、ウォッチドッグタイマ 25 から駆動回路部 24 に停止信号 S 6 は出力されず、コントローラ 1 はレーザ発振器本体 23 の状態信号

50

S 4 に応じた制御信号 S 1 を出力し、レーザ発振器 2 を適切にフィードバック制御する。

【 0 0 2 1 】

これに対し、レーザ発振器 2 の送信部 2 1 または受信部 2 2 における通信状態に異常が生じると、戻り信号生成部 2 6 で正常状態の戻り信号 S 3 が生成されず、あるいは送信部 2 1 から戻り信号 S 3 が正常状態のまま送信されない。このため、信号監視部 1 5 は、戻り信号 S 3 の交番周期が異常であると判定し、交番信号生成部 1 4 に停止信号 S 5 を出力する。停止信号 S 5 が出力されると、交番信号生成部 1 4 からの交番信号 S 2 の出力が停止し、ウォッチドッグタイマ 2 5 はタイムアップして、駆動回路部 2 4 に停止信号 S 6 を出力する。

【 0 0 2 2 】

これにより、レーザ発振器本体 2 3 の放電が停止されるとともに、レーザ出力部のシャッタが閉じられ、レーザ発振器 2 の動作が停止される。レーザ発振器 2 の通信状態に異常が生じた場合には、戻り信号 S 3 だけでなくレーザ発振器本体 2 3 の状態信号 S 4 もコントローラ 1 に正常に送信されないが、この場合に、レーザ発振器 2 の動作が停止されることで、レーザ発振器 2 の誤動作を防止できる。なお、コントローラ 1 の C P U に異常が生じた場合には、交番信号 S 2 のパルスが出力されないため、ウォッチドッグタイマ 2 5 が同様にタイムアップし、レーザ発振器 2 の動作が停止される。

【 0 0 2 3 】

第 1 の実施の形態によれば以下のような作用効果を得ることができる。

(1) コントローラ 1 に設けられた交番信号生成部 1 4 により、交番信号 S 2 を生成してレーザ発振器 2 に送信し、レーザ発振器 2 に設けられた戻り信号生成部 2 6 により、コントローラ 1 からの交番信号 S 2 に対応した戻り信号 S 3 を生成してコントローラ 1 に送信し、さらにコントローラ 1 に設けられた信号監視部 1 5 により、レーザ発振器 2 からの戻り信号 S 3 を監視し、戻り信号 S 3 が異常であると判定すると、交番信号生成部 1 4 に停止信号 S 5 を出力して交番信号 S 2 の出力を停止するようにした。これによりレーザ発振器 2 の通信状態に異常が発生した場合に、レーザ発振器 2 のウォッチドッグタイマ 2 5 がタイムアップし、レーザ発振器 2 の動作が停止され、レーザ発振器 2 の不所望な動作を防止できる。

【 0 0 2 4 】

(2) レーザ発振器 2 に、コントローラ 1 からの交番信号 S 2 により作動するウォッチドッグタイマ 2 5 を設けるようにしたので、コントローラ 1 の異常時にもレーザ発振器 2 の動作を停止できる。

(3) コントローラ 1 の異常時およびレーザ発振器 2 の異常時に、それぞれ共通のウォッチドッグタイマ 2 5 を用いてレーザ発振器 2 の動作を停止させて、部品構成を簡素化できる。

【 0 0 2 5 】

なお、以上では、コントローラ 1 の交番信号生成部 1 4 で交番信号 S 2 を生成するようになしたが、コントローラ 1 の起動初期においては、動作が不安定となり、交番信号 S 2 の交番周期が一定とならず、レーザ発振器 2 で通信異常を誤検知してしまうおそれがある。そこで、図 2 に示すように、レーザ発振器 2 に、交番信号 S 2 の交番回数をカウンタするカウンタ 2 7 を設け、コントローラ 1 の起動後に交番回数が所定回数に達すると、カウンタ 2 7 から駆動開始信号 S 7 を出力し、ウォッチドッグタイマ 2 5 に交番信号 S 2 の監視を開始させることによってよい。これにより通信状態が安定してから交番信号 S 2 の監視が行われるため、通信異常の誤検知を防止できる。

【 0 0 2 6 】

- 第 2 の実施の形態 -

図 3、図 4 を参照して本発明の第 2 の実施の形態について説明する。第 2 の実施の形態では、戻り信号 S 3 の異常時に、その戻り信号 S 3 が送信される通信ケーブル 3 を介さずに、コントローラ 1 からレーザ発振器 2 に停止信号を出力する。図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るレーザ発振器制御装置の全体構成を示す図である。なお、図 1 と同一の

10

20

30

40

50

箇所には同一の符号を付し、以下では第1の実施の形態との相違点を主に説明する。

【0027】

図3に示すように、レーザ発振器2にウォッチドッグタイマ25(図1)は設けられず、コントローラ1からの交番信号S2は、戻り信号生成部26を介して戻り信号S3とされて送信部21に出力される。コントローラ1の信号監視部15は、レーザ発振器2からの戻り信号S3の異常の有無を判定し、戻り信号S3が異常であると判定されると、交番信号生成部14以外に停止信号S5を出力する。この停止信号S5は、レーザ発振器2によるレーザ照射を停止させるための制御信号であり、戻り信号S3が送信された通信ケーブル3を介さずに信号監視部15から出力される。なお、レーザ発振器2に第1の実施の形態と同様、ウォッチドッグタイマ25を設けてもよい。

10

【0028】

図4は、図3の停止信号S5の出力形態を含む、レーザ発振器制御装置の全体構成を示す図である。なお、図4では、制御信号出力部13とレーザ発振器本体23と駆動回路部24の図示を省略している。

【0029】

図4では、図3の制御構成を2系統設けて制御装置全体を構成している。すなわち、コントローラ1には、一対の送信部11a, 11bと一対の受信部12a, 12bと一対の信号生成部14a, 14bと一対の信号監視部15a, 15bとがそれぞれ設けられ、レーザ発振器2には、一対の送信部21a, 21bと一対の受信部22a, 22bと一対の戻り信号生成部26a, 26bとがそれぞれ設けられている。コントローラ1の送受信部11a, 11bとレーザ発振器2の送受信部21a, 21bとは第1通信ケーブル3aを介して接続され、コントローラ1の送受信部12a, 12bとレーザ発振器2の送受信部22a, 22bとは第2通信ケーブル3bを介して接続されている。各信号生成部14a, 14b、各信号監視部15a, 15b、および各戻り信号生成部26a, 26bは、それぞれ互いに同一の処理を行い、第1通信ケーブル3aおよび第2通信ケーブル3bを介してそれぞれレーザ発振器2からコントローラ1に戻り信号S3が送信される。

20

【0030】

一方の信号監視部15aが、第1通信ケーブル3aからの戻り信号S3が異常であると判定すると、信号監視部15aは送信部11bに停止信号S5を出力し、送信部11bは第2通信ケーブル3bを介してレーザ発振器2に停止信号S5を送信する。この停止信号S5を受信部22bが受信すると、受信部22bは駆動回路部24に停止信号S6を出力する。これにより駆動回路部24がレーザ発振器2の動作を停止する。また、他方の信号監視部15bが、第2通信ケーブル3bからの戻り信号S3が異常であると判定すると、信号監視部15bは送信部11aに停止信号S5を出力し、送信部11aは第1通信ケーブル3aを介してレーザ発振器2に停止信号S5を送信する。この停止信号S5を受信部22aが受信すると、受信部22aは駆動回路部24に停止信号S6を出力する。これにより駆動回路部24がレーザ発振器2の動作を停止する。

30

【0031】

このように第2の実施の形態では、コントローラ1とレーザ発振器2とを一対の通信ケーブル3a, 3bで接続し、一方の通信ケーブル3a(3b)からの戻り信号S3が異常であると判定すると、他方の通信ケーブル3b(3a)を介してレーザ発振器2に停止信号S5を送信するようにした。これにより、一方の通信ラインに異常が生じた場合に、他方の通信ラインを介して確実に停止信号S5を送信することができ、レーザ発振器2の誤動作を確実に防止することができる。

40

【0032】

上記実施の形態(図1～図3)では、通信ケーブル3(通信ライン)を介してコントローラ1とレーザ発振器2とが通信する際に、交番信号送信回路として、交番信号生成部14で交番信号S2を生成して送信部11から送信し、戻り信号送信回路として、戻り信号生成部26で戻り信号S3を生成して送信部21から送信し、監視回路として、信号監視部15で戻り信号S3の異常の有無を判定し、異常と判定した時に交番信号生成部14に

50

停止信号 S 5 (停止制御信号)を出力するようにした。とくに、図 1 では、ウォッチドッグタイマ回路として、交番信号 S 2 の異常時にウォッチドッグタイマ 2 5 から停止信号 S 6 (照射停止信号)を出力し、図 2 では、カウンタ回路として、交番回数をカウンタ 2 7 でカウントし、交番回数が所定回数に達してから交番信号 S 2 の監視を開始させないようにした。また、上記実施の形態(図 4)では、交番信号送信回路および戻り信号送信回路をそれぞれ 2 系統設けるとともに、停止制御信号送信回路として、信号監視部 1 5 a, 1 5 b で第 1 通信ケーブル 3 a (第 1 の通信ライン)からの戻り信号 S 3 が異常であると判定すると、第 2 通信ケーブル 3 b (第 2 の通信ライン)を介してレーザ発振器 2 に停止信号 S 5 (停止制御信号)を出力し、停止信号出力回路として、停止信号 S 5 を受信した受信部 2 2 b から駆動回路部 2 4 に停止信号 S 6 (照射停止信号)を出力するようにした。 10

【0033】

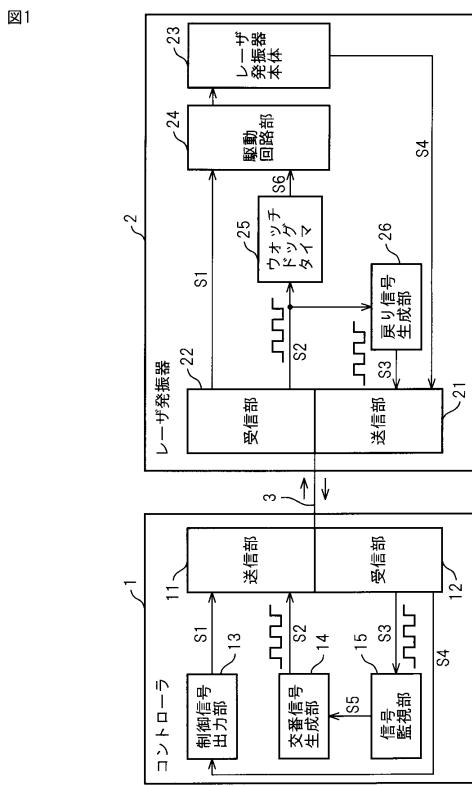
これらの構成は一例であり、レーザ発振器 2 でコントローラ 1 からの交番信号 S 2 に対応した戻り信号 S 3 を生成し、レーザ発振器からの戻り信号 S 3 の異常の有無をコントローラ 1 で判定して異常判定時に停止信号 S 5 を出力するのであれば、レーザ発振器制御装置の構成はいかなるものでもよい。すなわち、本発明の特徴、機能を実現できる限り、本発明は実施の形態のレーザ発振器制御装置に限定されない。

【符号の説明】

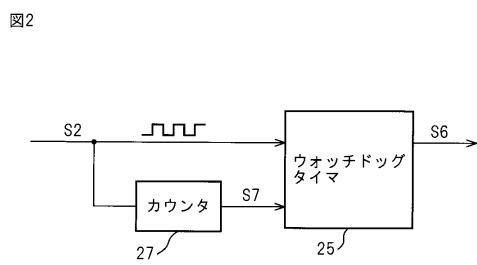
【0034】

1	コントローラ	
1 1 , 1 1 a , 1 1 b	送信部	20
1 2 , 1 2 a , 1 2 b	受信部	
1 3	制御信号出力部	
1 4 , 1 4 a , 1 4 b	交番信号生成部	
1 5 , 1 5 a , 1 5 b	信号監視部	
2	レーザ発振器	
2 1 , 2 1 a , 2 1 b	送信部	
2 2 , 2 2 a , 2 2 b	受信部	
2 3	レーザ発振器本体	
2 4	駆動回路部	
2 5	ウォッチドッグタイマ	30
2 6 , 2 6 a , 2 6 b	戻り信号生成部	
2 7	カウンタ	

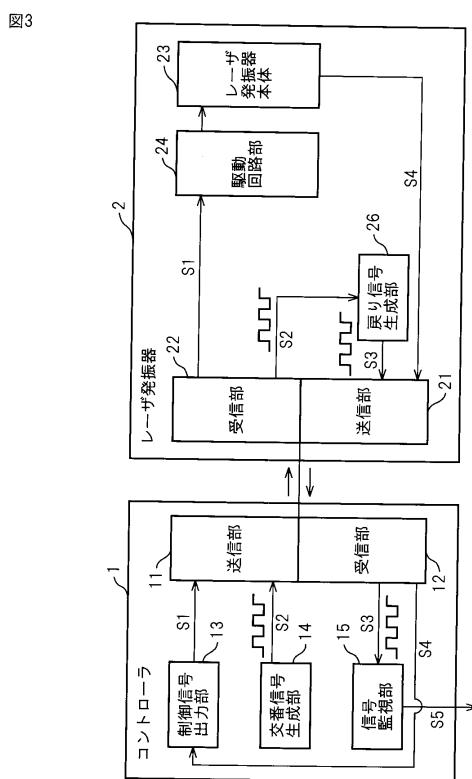
【図1】



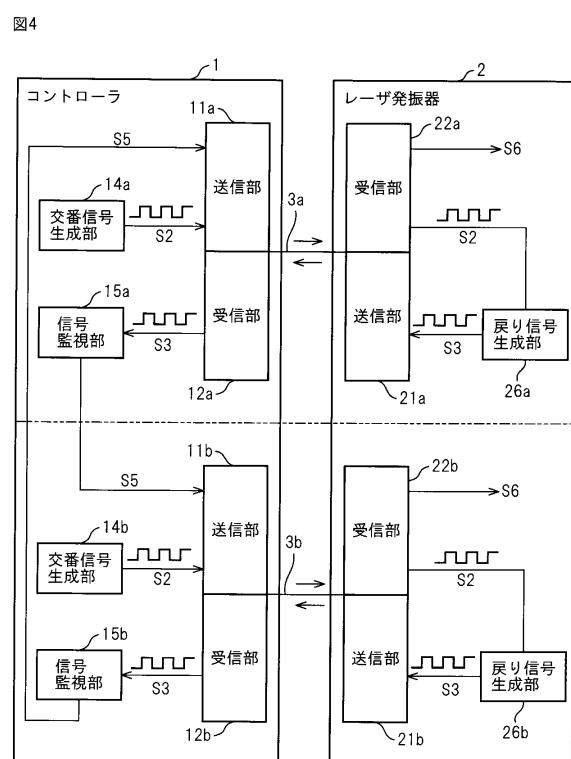
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(72)発明者 小林 英二

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 渡邊 武

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 傍島 正朗

(56)参考文献 特開2004-341995(JP, A)

実開平01-156888(JP, U)

特開2006-325390(JP, A)

国際公開第2005/036288(WO, A1)

特開昭62-003828(JP, A)

特開昭62-107301(JP, A)

特開2005-196441(JP, A)

特開2007-279933(JP, A)

特開2002-123301(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 3/00 - 3/30

B23K 26/00 - 26/42

G05B 19/18