

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-41201

(P2019-41201A)

(43) 公開日 平成31年3月14日 (2019.3.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03K 17/78 (2006.01)	H03K 17/78 P	5F173
G01S 7/484 (2006.01)	G01S 7/484	5F849
H01S 5/0625 (2006.01)	H01S 5/0625	5J050
H01L 31/0232 (2014.01)	H01L 31/02 D	5J084
H01L 31/10 (2006.01)	H01L 31/10 A	
審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 40 頁)		

(21) 出願番号 特願2017-160847 (P2017-160847)
 (22) 出願日 平成29年8月24日 (2017.8.24)

(71) 出願人 316005926
 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社
 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
 (74) 代理人 100121131
 弁理士 西川 孝
 (74) 代理人 100082131
 弁理士 稲本 義雄
 (72) 発明者 増満 直樹
 熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地
 1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置、駆動方法、及び、発光装置

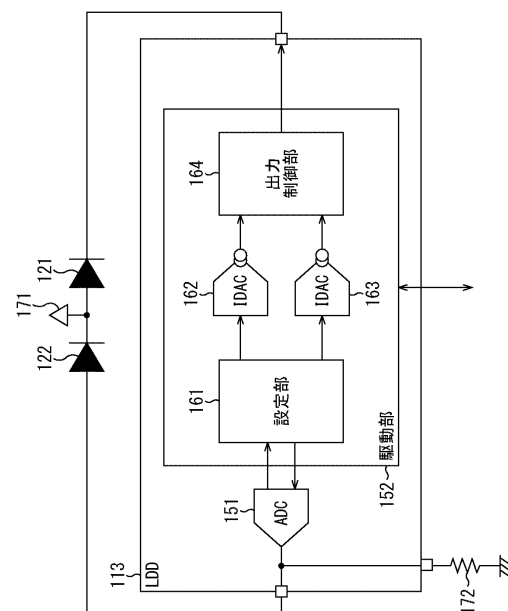
(57) 【要約】

【課題】 発光素子を適切に駆動する。

【解決手段】 駆動装置は、発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う設定部と、設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部とを備える。本技術は、例えば、測距モジュールに適用できる。

【選択図】 図2

FIG. 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも 1 つの設定を行う設定部と、

設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも 1 つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部と
を備える駆動装置。

【請求項 2】

前記設定部は、前記発光素子の発光強度が駆動電流に対して略線形に変化する線形区間の複数の値が異なる第 1 の駆動電流により前記発光素子をそれぞれ発光させた場合の複数の第 1 のサンプル光量、及び、前記オフセット光量を前記受光素子により検出した結果に基づいて、前記バイアス電流の設定を行う

請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 3】

前記設定部は、設定された前記バイアス電流に基づく駆動電流により前記発光素子を発光させた場合の第 1 のテスト光量を前記受光素子により検出した結果、及び、前記オフセット光量の検出結果に基づいて、前記バイアス電流の異常の検出を行う

請求項 2 に記載の駆動装置。

【請求項 4】

前記複数の第 1 の駆動電流は、前記発光素子の閾値電流の近傍の電流である

請求項 2 に記載の駆動装置。

【請求項 5】

前記設定部は、前記発光素子の発光強度が駆動電流に対して略線形に変化する線形区間より大きい複数の値が異なる第 2 の駆動電流により前記発光素子をそれぞれ発光させた場合の複数の第 2 のサンプル光量、及び、前記オフセット光量を前記受光素子により検出した結果に基づいて、前記線形区間より大きい前記ターゲット電流を設定する

請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 6】

前記設定部は、設定された前記ターゲット電流に基づく駆動電流により前記発光素子を発光させた場合の第 2 のテスト光量を前記受光素子により検出した結果に基づいて、前記ターゲット電流の異常の検出を行う

請求項 5 に記載の駆動装置。

【請求項 7】

前記受光素子は、前記出射光を拡散させる拡散部材により反射された戻り光を受光し、
前記設定部は、前記オフセット光量の検出結果及び前記第 2 のテスト光量の検出結果に基づいて、前記拡散部材の異常の検出を行う

請求項 6 に記載の駆動装置。

【請求項 8】

前記出力制御部は、前記ターゲット電流及び前記バイアス電流を加算した駆動電流の出力を制御する

請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 9】

前記出射光を用いて対象物までの距離の測定が行われ、

前記設定部は、前記距離の測定前に、前記オフセット光量の検出結果に基づいて、前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも 1 つの設定を行う

請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 10】

前記受光素子は、前記出射光が所定の部材により反射されて戻ってくる戻り光を受光す

10

20

30

40

50

る

請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 1 1】

前記出力制御部は、カレントミラー比が可変のカレントミラー回路を備え、前記カレントミラー回路の出力電流と前記バイアス電流を加算した駆動電流の出力を制御する

請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 1 2】

前記カレントミラー比は、前記出力電流の出力を開始するときに下げられる

請求項 1 1 に記載の駆動装置。

【請求項 1 3】

前記カレントミラー比は、前記出力電流の出力が開始されてから所定の遅延時間が経過した後下げられる

請求項 1 1 に記載の駆動装置。

【請求項 1 4】

前記遅延時間は可変である

請求項 1 3 に記載の駆動装置。

【請求項 1 5】

前記カレントミラー回路の出力段に接続可能なシャント回路が設けられており、

前記シャント回路は、前記出力電流の出力が開始されてから前記遅延時間が経過するまでの間、前記出力段に接続され、前記遅延時間の経過後に、前記出力段から切り離される

請求項 1 3 に記載の駆動装置。

【請求項 1 6】

前記シャント回路を構成する抵抗は、電界効果トランジスタのオン抵抗により構成され

、

前記電界効果トランジスタのゲート電圧は、前記カレントミラー回路の入力電流により線形に変化する

請求項 1 5 に記載の駆動装置。

【請求項 1 7】

前記カレントミラー回路の入力段は、複数のトランジスタを備え、

前記複数のトランジスタのオン又はオフの状態により、前記カレントミラー比が変化する

請求項 1 1 に記載の駆動装置。

【請求項 1 8】

前記出力電流の出力開始前に、前記複数のトランジスタのうちの一部がオフしており、

前記出力電流の出力を開始するとき、又は、前記出力電流の出力が開始されてから所定の遅延時間が経過した後に、前記オフしているトランジスタのうちの少なくとも一部がオンする

請求項 1 7 に記載の駆動装置。

【請求項 1 9】

駆動装置が、

発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも 1 つの設定を行い、

設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも 1 つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する

駆動方法。

【請求項 2 0】

発光素子と、

前記発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子と、

10

20

30

40

50

前記受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う設定部と、

設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部と

を備える発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、駆動装置、駆動方法、及び、発光装置に関し、特に、発光素子を適切に駆動できるようにした駆動装置、駆動方法、及び、発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、LD (Laser Diode、半導体レーザ) の閾値電流近傍の値が異なる2種類のバイアス電流、及び、2種類のバイアス電流によりLDを発光させた場合に受光素子により検出される受光パワーに基づいて、LDのバイアス電流と受光パワーとの関係式を求めることが提案されている。また、求めた関係式において受光パワーが0のときの電流値をLDの閾値電流として算出することが提案されている (例えば、特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平7-147446号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の発明では、外光等の背景光の影響が考慮されていない。

【0005】

例えば、レーザプリンタや光ディスク装置においては、LDが筐体内に設置されるため、背景光がLDの周辺にほとんど存在しない。

【0006】

一方、ToF (Time of Flight) を用いた測距モジュールにおいては、レーザ光を外部に向けて出射可能な位置にLDが設置されるため、背景光がLDの周辺に存在する。そのため、LDの未発光時も受光素子により検出される受光パワーは0にならない。従って、特許文献1に記載の発明によりLDの閾値電流を算出する場合、背景光の影響により算出結果に誤差が生じる。そして、この誤差によりLDを適切に駆動できなくなるおそれがある。

【0007】

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、LD等の発光素子を適切に駆動できるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本技術の第1の側面の駆動装置は、発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う設定部と、設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部とを備える。

【0009】

本技術の第1の側面の駆動方法は、駆動装置が、発光素子からの出射光の一部を受光す

10

20

30

40

50

る受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行い、設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する。

【0010】

本技術の第2の側面の発光装置は、発光素子と、前記発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子と、前記受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う設定部と、設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部とを備える。

10

【0011】

本技術の第1の側面又は第2の側面においては、発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定が行われ、設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力が制御される。

【発明の効果】

20

【0012】

本技術の第1の側面又は第2の側面によれば、発光素子のバイアス電流及びターゲット電流のうちの少なくとも1つを適切に設定することができる。また、本技術の第1の側面又は第2の側面によれば、発光素子を適切に駆動することができる。

【0013】

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載された何れかの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本技術を適用した測距モジュールの一実施の形態を示すブロック図である。

30

【図2】LDDの構成例を示すブロック図である。

【図3】LSIの機能の構成例を示すブロック図である。

【図4】測距モジュールにより実行されるAPC実行処理を説明するためのフローチャートである。

【図5】測距モジュールにより実行されるAPC実行処理を説明するためのタイミングチャートである。

【図6】背景光測定処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図7】背景光測定処理の詳細を説明するためのグラフである。

【図8】APC1の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図9】APC1の詳細を説明するためのグラフである。

40

【図10】APC2の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図11】APC2の詳細を説明するためのグラフである。

【図12】APC1発光チェック処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図13】APC1発光チェック処理の詳細を説明するためのグラフである。

【図14】APC2発光チェック処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図15】APC2発光チェック処理の詳細を説明するためのグラフである。

【図16】ディフューザの異常の検出方法を説明するための図である。

【図17】ディフューザの異常の検出方法を説明するための図である。

【図18】バイアス電流及びターゲット電流の誤差を説明するための図である。

【図19】バイアス電流及びターゲット電流の誤差による発光遅延を説明するための図で

50

ある。

【図 2 0】スイッチング電流生成回路の第 1 の実施の形態を示す回路図である。

【図 2 1】LD の等価回路を示す回路図である。

【図 2 2】LD の駆動電流のスルーレートの低下を説明するためのグラフである。

【図 2 3】LD の駆動電流のスルーレートの限界を説明するためのグラフである。

【図 2 4】スイッチング電流生成回路の動作の第 1 の例を示すタイミングチャートである

。【図 2 5】スイッチング電流生成回路の動作の第 2 の例を示すタイミングチャートである

。【図 2 6】スイッチング電流生成回路の動作の第 3 の例を示すタイミングチャートである 10

。【図 2 7】スイッチング電流生成回路の第 2 の実施の形態を示す回路図である。

【図 2 8】スイッチング電流生成回路の第 3 の実施の形態を示す回路図である。

【図 2 9】スイッチング電流生成回路の第 4 の実施の形態を示す回路図である。

【図 3 0】車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

【図 3 1】車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本技術を実施するための形態について説明する。説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態

20

2. 変形例

3. その他

【0016】

<<1. 実施の形態>>

<測距モジュールの構成例>

図 1 は、本技術を適用した測距モジュールの一実施の形態を示している。

【0017】

測距モジュール 100 は、ToF 方式により、レーザ光を用いて対象物までの距離を測定するモジュールである。測距モジュール 100 は、基板 111、光学モジュール 112、LDD (Laser Diode Driver) 113、レンズ 114、距離画像センサ 115、及び、LSI 116 を備える。光学モジュール 112、LDD 113、レンズ 114、距離画像センサ 115、及び、LSI 116 は、基板 111 上に装着されている。また、光学モジュール 112 及び LDD 113 により、レーザ光の発光を行う発光部 101 が構成される。

30

【0018】

光学モジュール 112 は、LD (Laser Diode) 121、PD (Photo Diode) 122、及び、ディフューザ 123 を備える。

【0019】

LD 121 は、所定の波長のレーザ光を出射する発光素子である。例えば、LD 121 は、LDD 113 の制御の下に、対象物までの距離の測定に用いるレーザ光を出射する。

40

【0020】

PD 122 は、LD 121 から出射されるレーザ光の強度 (パワー) の測定に用いられる受光素子であり、受光量を示す受光信号を出力する。例えば、PD 122 は、LD 121 から出射されたレーザ光の一部がディフューザ 123 により反射されることにより戻ってくる戻り光を受光し、戻り光の光量を示す受光信号を出力する。

【0021】

ディフューザ 123 は、LD 121 から出射されるレーザ光が、IEC (International Electrotechnical Commission) 60825-1 等の安全基準を満たすようにする目的で設けられる拡散部材である。LD 121 から出射されたレーザ光は、ディフューザ 123 を透過することにより拡散され、拡散光となる。また、レーザ光の一部はディフューザ 1

50

23により反射され、その戻り光がPD122に入射する。

【0022】

LDD113は、LD121に駆動電流を供給することにより、LD121の発光を制御する。また、LDD113は、PD122からの受光信号に基づいて、LD121から出射されるレーザ光の強度（パワー）を制御するAPC（Auto Power Control）を行う。

【0023】

レンズ114は、LD121からのレーザ光を測距対象となる対象物に照射したときに、対象物により反射されて戻ってくる反射光を距離画像センサ115の受光面に結像させる。

【0024】

距離画像センサ115は、例えば、ToF方式の距離画像センサであり、被写体までの距離（デプス）を画素毎に検出する。より具体的には、距離画像センサ115は、LD121から出射されるレーザ光と、被写体からの反射光との間の位相差を画素毎に検出し、検出した位相差を示す距離画像データをLSI116に供給する。

【0025】

LSI116は、LDD113及び距離画像センサ115の制御を行ったり、距離画像データに基づいて、被写体までの距離の検出等の各種の処理を行ったりする。

【0026】

なお、図1の光学モジュール112、LDD113、レンズ114、距離画像センサ115、及び、LSI116の基板111上の配置は、その一例であり、適宜変更することが可能である。

【0027】

＜LDDの構成例＞

図2は、図1のLDD113の構成例を示している。LDD113は、ADC（A/Dコンバータ）151及び駆動部152を備える。駆動部152は、設定部161、IDAC（電流出力D/Aコンバータ）162、IDAC163、及び、出力制御部164を備える。

【0028】

なお、LD121のアノード及びPD122のカソードは、所定の電圧の電源171に接続されている。すなわち、この例では、LD121がアノードコモンとなっている。また、ADC151の入力端子は、抵抗172を介して接地されている。

【0029】

ADC151は、PD122から供給される受光信号のA/D変換を行い、デジタルの受光信号を設定部161に供給する。

【0030】

設定部161は、LSI116の制御の下に、ADC151からの受光信号に基づいて、LD121に供給するスイッチング電流及びバイアス電流の設定を行う。設定部161は、IDAC162から出力させるスイッチング電流の値を示すデジタルの入力信号をIDAC162に供給する。また、設定部161は、IDAC163から出力させるバイアス電流の値を示すデジタルの入力信号をIDAC163に供給する。

【0031】

IDAC162は、入力信号のD/A変換を行い、入力信号により示される値のスイッチング電流を生成し、出力制御部164に供給する。

【0032】

IDAC163は、入力信号のD/A変換を行い、入力信号により示される値のバイアス電流を生成し、出力制御部164に供給する。

【0033】

出力制御部164は、LD121の駆動電流の出力の制御を行う。例えば、出力制御部164は、LSI116の制御の下に、スイッチング電流を増幅し、増幅後のスイッチング電流とバイアス電流を加算した値をピークとするパルス状の駆動電流を生成し、LD1

10

20

30

40

50

2 1 に供給する。

【0034】

＜L S I の機能の構成例＞

図3は、図1のL S I 1 1 6 の機能の構成例を示している。L S I 1 1 6 は、制御部2 0 1 を含む機能を実現する。制御部2 0 1 は、A P C 実行部2 1 1 及び測距制御部2 1 2 を備える。

【0035】

A P C 実行部2 1 1 は、L D D 1 1 3 を制御することにより、L D 1 2 1 から出射されるレーザ光の強度を調整するA P C を実行する。

【0036】

測距制御部2 1 2 は、測距モジュール1 0 0 による測距の制御を行う。より具体的には、測距制御部2 1 2 は、L D D 1 1 3 及び距離画像センサ1 1 5 を制御することにより、対象物にレーザ光を照射し、距離画像データを取得する処理を制御する。

【0037】

＜A P C 実行処理＞

次に、図4のフローチャート、及び、図5のタイミングチャートを参照して、測距モジュール1 0 0 により実行されるA P C 実行処理について説明する。なお、この処理は、例えば、測距モジュール1 0 0 により測距を行う度に、測距前に実行される。

【0038】

ステップS 1 において、測距モジュール1 0 0 は、背景光測定処理を実行する。ここで、図6のフローチャートを参照して、背景光測定処理の詳細について説明する。なお、この処理は、図5のB G 区間内に実行される。

【0039】

ステップS 1 0 1 において、L D D 1 1 3 は、L D 1 2 1 を非発光状態にする。具体的には、設定部1 6 1 は、A P C 実行部2 1 1 の制御の下に、スイッチング電流及びバイアス電流の値が0になるように、I D A C 1 6 2 及びI D A C 1 6 3 への入力信号の値を設定する。これにより、L D 1 2 1 に供給される駆動電流の値が0になり、L D 1 2 1 が非発光状態となる。

【0040】

ステップS 1 0 2 において、L D D 1 1 3 は、オフセット光量P D _ B G を検出し、保持する。具体的には、A D C 1 5 1 は、L D 1 2 1 が非発光状態のときのP D 1 2 2 からの受光信号をA / D 変換し、設定部1 6 1 に供給する。設定部1 6 1 は、このときの受光信号の値であるオフセット光量P D _ B G を保持する。

【0041】

図7は、L D 1 2 1 の発光特性の例を示すグラフである。図7において、横軸はL D 1 2 1 の駆動電流を示し、縦軸はP D 1 2 2 の検出光量を示しており、L D 1 2 1 の駆動電流とP D 1 2 2 の検出光量（L D 1 2 1 の発光強度）との関係が示されている。

【0042】

L D 1 2 1 は、駆動電流が閾値電流I t h 未満では発光せず、駆動電流が閾値電流I t h 以上になると発光する。

【0043】

また、L D 1 2 1 の発光強度（発光パワー）は、駆動電流が閾値電流I t h 以上となってから、ある程度のレベルに達するまでの区間（以下、線形区間と称する）内において、駆動電流に対して略線形に変化する。従って、P D 1 2 2 の検出光量は、線形区間内において駆動電流に対して略線形に変化する。

【0044】

これに対して、駆動電流が大きくなり線形区間を超えると、L D 1 2 1 の発光強度は駆動電流に対して非線形に変化ようになる。具体的には、線形区間と比較して、L D 1 2 1 の発光強度の駆動電流に対する変化量が小さくなる。なお、以下、駆動電流が線形区間を超えた区間を非線形区間と称する。

10

20

30

40

50

【0045】

また、PD122は、レーザ光の戻り光以外に、外光等の周辺の背景光を受光する。そのため、PD122の検出光量は、LD121が未発光のときにも0にならない。従って、オフセット光量PD__BGは、PD122による背景光の検出光量を示す。

【0046】

ステップS102の処理の後、背景光測定処理は終了する。

【0047】

図4に戻り、ステップS2において、測距モジュール100は、APC1を実行する。ここで、図8のフローチャートを参照して、APC1の詳細について説明する。なお、この処理は、図5のAPC1区間内に実行される。

10

【0048】

ステップS131において、LDD113は、バイアス電流ILD__L1によりLD121を発光させる。具体的には、設定部161は、APC実行部211の制御の下に、スイッチング電流の値が0、及び、バイアス電流の値がILD__L1になるように、IDAC162及びIDAC163への入力信号の値を設定する。これにより、値がILD__L1のバイアス電流（以下、バイアス電流ILD__L1と称する）がLD121に供給され、LD121が発光する。

【0049】

図9は、図7と同様に、LD121の駆動電流とPD122の検出光量との関係を示している。バイアス電流ILD__L1は、例えば、線形区間内において、LD121の閾値電流Ith近傍であって、閾値電流Ithより大きい値に設定される。なお、APC実行処理において、閾値電流Ithには、例えば、事前に算出された設計値（例えば、カタログ値）が用いられる。

20

【0050】

ステップS132において、LDD113は、サンプル光量PD__L1を検出し、保持する。具体的には、ADC151は、PD122からの受光信号をA/D変換し、設定部161に供給する。設定部161は、このときの受光信号の値であるサンプル光量PD__L1を保持する。サンプル光量PD__L1は、図9に示されるように、バイアス電流ILD__L1によりLD121が発光しているときのPD122の検出光量となる。

【0051】

30

ステップS133において、LDD113は、バイアス電流ILD__H1によりLD121を発光させる。具体的には、設定部161は、APC実行部211の制御の下に、スイッチング電流の値が0、及び、バイアス電流の値がILD__H1になるように、IDAC162及びIDAC163への入力信号の値を設定する。これにより、値がILD__H1のバイアス電流（以下、バイアス電流ILD__H1と称する）がLD121に供給され、LD121が発光する。

【0052】

バイアス電流ILD__H1の値は、例えば、図9に示されるように、線形区間内において、閾値電流Ith近傍であって、バイアス電流ILD__L1より大きい値に設定される。

40

【0053】

ステップS134において、ステップS132と同様の処理により、サンプル光量PD__H1が検出され、保持される。サンプル光量PD__H1は、図9に示されるように、バイアス電流ILD__H1によりLD121が発光しているときのPD122の検出光量となる。

【0054】

ステップS135において、設定部161は、バイアス電流ILD__thを算出する。

【0055】

上述したように、バイアス電流ILD__L1及びバイアス電流ILD__H1は、線形区間内に含まれる。そこで、設定部161は、図9に示されるように、バイアス電流ILD

50

— L 1 及びサンプル光量 P D — L 1 に対応する点 L 1、並びに、バイアス電流 I L D — H 1 及びサンプル光量 P D — H 1 に対応する点 H 1 を用いた 2 点補間の演算を行うことにより、オフセット光量 P D — B G に対応するバイアス電流 I L D — t h を算出する。このバイアス電流 I L D — t h は、閾値電流 I t h とほぼ等しい値となり、バイアス電流の精度が向上する。

【 0 0 5 6 】

なお、例えば、3 以上の値が異なるバイアス電流により L D 1 2 1 を発光させた場合の 3 以上のサンプル光量を用いた補間処理により、バイアス電流 I L D — t h を算出するようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 3 6 において、設定部 1 6 1 は、バイアス電流 I L D — t h が想定の範囲内であるか否かを判定する。すなわち、バイアス電流 I L D — t h の演算結果のチェックが行われる。例えば、設定部 1 6 1 は、バイアス電流 I L D — t h と閾値電流 I t h とを比較し、両者の差が所定の判定値以内である場合、バイアス電流 I L D — t h が想定の範囲内であると判定し、処理はステップ S 1 3 7 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 3 7 において、設定部 1 6 1 は、バイアス電流 I L D — t h を記憶する。

【 0 0 5 9 】

その後、A P C 1 は終了する。

【 0 0 6 0 】

一方、ステップ S 1 3 6 において、設定部 1 6 1 は、バイアス電流 I L D — t h と閾値電流 I t h との差が所定の判定値を超える場合、バイアス電流 I L D — t h が想定の範囲外であると判定し、処理はステップ S 1 3 8 に進む。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 3 8 において、L D D 1 1 3 は、エラー処理を行う。

【 0 0 6 2 】

例えば、設定部 1 6 1 は、A P C 実行部 2 1 1 にエラー信号を供給する。また、例えば、設定部 1 6 1 は、A P C 実行部 2 1 1 の制御の下に、I D A C 1 6 2 及び I D A C 1 6 3 への入力信号の値を 0 に設定する。これにより、L D 1 2 1 に供給される駆動電流の値が 0 になり、L D 1 2 1 が非発光状態となる。

【 0 0 6 3 】

その後、測距は行われずに、A P C 実行処理は終了する。

【 0 0 6 4 】

図 4 に戻り、ステップ S 3 において、測距モジュール 1 0 0 は、A P C 2 を実行する。ここで、図 1 0 のフローチャートを参照して、A P C 2 の詳細について説明する。なお、この処理は、図 5 の A P C 2 区間内に実行される。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 6 1 において、L D D 1 1 3 は、スイッチング電流 I L D — L 2 により L D 1 2 1 を発光させる。具体的には、設定部 1 6 1 は、A P C 実行部 2 1 1 の制御の下に、スイッチング電流の値が I L D — L 2、及び、バイアス電流の値が I L D — t h になるように、I D A C 1 6 2 及び I D A C 1 6 3 への入力信号の値を設定する。これにより、値が I L D — L 2 のスイッチング電流（以下、スイッチング電流 I L D — L 2 と称する）とバイアス電流 I L D — t h を加算したパルス状の駆動電流が L D 1 2 1 に供給され、L D 1 2 1 が発光する。

【 0 0 6 6 】

図 1 1 は、図 7 と同様に、L D 1 2 1 の駆動電流と P D 1 2 2 の検出光量との関係を示している。

【 0 0 6 7 】

測距モジュール 1 0 0 では、遠方の対象物にレーザ光を照射し、その反射光を受光する必要があるため、測距時に用いる L D 1 2 1 のレーザ光の所望の強度（以下、ターゲット

10

20

30

40

50

強度と称する)は非常に大きくなる。従って、LD121からターゲット強度のレーザ光を出射させるための駆動電流は、線形区間を超え、非線形区間内に含まれる。

【0068】

そこで、スイッチング電流ILD__L2は、非線形区間内において設定される。より具体的には、例えば、スイッチング電流ILD__L2は、非線形区間内において、仮想ターゲット電流ILD__T'より小さい値に設定される。

【0069】

ここで、仮想ターゲット電流ILD__T'とは、ターゲット強度のレーザ光をLD121から出射させるためのスイッチング電流(駆動電流からバイアス電流ILD__thを引いた電流)の仮想値である。例えば、非線形区間においてもLD121の発光強度が駆動電流に対して線形に変化すると仮定した直線S2に基づいて、ターゲット光量PD__Tに対するスイッチング電流を計算した値が、仮想ターゲット電流ILD__T'に設定される。

10

【0070】

また、ターゲット光量PD__Tは、LD121からターゲット強度のレーザ光を出射したときにPD122により検出される光量であり、例えば、実測又は計算により事前に求められる。

【0071】

ステップS162において、図10のステップS132と同様の処理により、サンプル光量PD__L2が検出され、保持される。サンプル光量PD__L2は、図11に示されるように、スイッチング電流ILD__L2とバイアス電流ILD__thを加算した駆動電流によりLD121が発光しているときのPD122の検出光量となる。

20

【0072】

ステップS163において、LDD113は、スイッチング電流ILD__H2によりLD121を発光させる。具体的には、設定部161は、APC実行部211の制御の下に、スイッチング電流の値がILD__H2、及び、バイアス電流の値がILD__thになるように、IDAC162及びIDAC163への入力信号の値を設定する。これにより、値がILD__H2のスイッチング電流(以下、スイッチング電流ILD__H2と称する)とバイアス電流ILD__thを加算したパルス状の駆動電流がLD121に供給され、LD121が発光する。

30

【0073】

スイッチング電流ILD__H2は、例えば、図11に示されるように、非線形区間内において、仮想ターゲット電流ILD__T'の近傍であって、仮想ターゲット電流ILD__T'より大きい値に設定される。

【0074】

ステップS164において、図10のステップS132と同様の処理により、サンプル光量PD__H2が検出され、保持される。サンプル光量PD__H2は、図11に示されるように、スイッチング電流ILD__H2とバイアス電流ILD__thを加算した駆動電流によりLD121が発光しているときのPD122の検出光量となる。

【0075】

ステップS165において、設定部161は、ターゲット電流ILD__Tを算出する。例えば、設定部161は、図11に示されるように、スイッチング電流ILD__L2及びサンプル光量PD__L2に対応する点L2、並びに、スイッチング電流ILD__H2及びサンプル光量PD__H2に対応する点H2を用いた2点補間の演算を行うことにより、ターゲット光量PD__Tに対応するスイッチング電流であるターゲット電流ILD__Tを算出する。

40

【0076】

これにより、点L2と点H2とを結ぶ直線S1に基づいて、ターゲット電流ILD__Tが算出される。従って、例えば、非線形区間においてもLD121の発光強度が駆動電流に対して線形に変化すると仮定した直線S2に基づいて算出される仮想ターゲット電流I

50

L D __ T ' と比較して、ターゲット電流の精度が向上する。

【0077】

なお、例えば、3以上の値が異なるスイッチング電流によりL D 1 2 1を発光させた場合の3以上のサンプル光量を用いた補間処理により、ターゲット電流I L D __ Tを算出するようにしてもよい。

【0078】

ステップS 1 6 6において、設定部1 6 1は、ターゲット電流I L D __ Tが想定範囲内であるか否かを判定する。すなわち、ターゲット電流I L D __ Tの演算結果のチェックが行われる。例えば、設定部1 6 1は、ターゲット電流I L D __ Tと仮想ターゲット電流I L D __ T ' とを比較し、両者の差が所定の判定値以内である場合、ターゲット電流I L D __ Tが想定範囲内であると判定し、処理はステップS 1 6 7に進む。

10

【0079】

ステップS 1 6 7において、設定部1 6 1は、ターゲット電流I L D __ Tを記憶する。

【0080】

その後、A P C 2は終了する。

【0081】

一方、ステップS 1 6 6において、設定部1 6 1は、ターゲット電流I L D __ Tと仮想ターゲット電流I L D __ T ' との差が所定の判定値を超える場合、ターゲット電流I L D __ Tが想定範囲外であると判定し、処理はステップS 1 6 8に進む。

【0082】

20

ステップS 1 6 8において、図8のステップS 1 3 8の処理と同様に、エラー処理が行われる。

【0083】

その後、測距は行われずに、A P C 実行処理は終了する。

【0084】

図4に戻り、ステップS 4において、測距モジュール1 0 0は、A P C 1 発光チェック処理を実行する。ここで、図1 2のフローチャートを参照して、A P C 1 発光チェック処理の詳細について説明する。なお、この処理は、図5のA P C 1 発光チェック区間内に実行される。

【0085】

30

ステップS 1 9 1において、L D D 1 1 3は、A P C 実行部2 1 1の制御の下に、バイアス電流I L D __ t hによりL D 1 2 1を発光させる。例えば、設定部1 6 1は、A P C 実行部2 1 1の制御の下に、スイッチング電流の値が0、及び、バイアス電流の値がI L D __ t hになるように、I D A C 1 6 2及びI D A C 1 6 3への入力信号の値を設定する。これにより、値がI L D __ t hのバイアス電流（以下、バイアス電流I L D __ t hと称する）がL D 1 2 1に供給され、L D 1 2 1が発光する。

【0086】

ステップS 1 9 2において、図1 0のステップS 1 3 2と同様の処理により、テスト光量P D 1 __ C H Kが検出され、保持される。

【0087】

40

図1 3は、図7と同様に、L D 1 2 1の駆動電流とP D 1 2 2の検出光量との関係を示している。テスト光量P D 1 __ C H Kは、バイアス電流I L D __ t hによりL D 1 2 1が発光しているときのP D 1 2 2の検出光量となる。

【0088】

ステップS 1 9 3において、設定部1 6 1は、テスト光量P D 1 __ C H Kとオフセット光量P D __ B Gの差が判定値以内であるか否かを判定する。この判定処理により、A P C 1により設定されたバイアス電流I L D __ t hの精度の確認が行われる。例えば、両者の差が所定の判定値以内であると判定された場合、すなわち、バイアス電流I L D __ t hの精度が高い場合、処理はステップS 1 9 4に進む。

【0089】

50

ステップ S 1 9 4 において、設定部 1 6 1 は、バイアス電流を決定する。すなわち、設定部 1 6 1 は、A P C 1 により設定されたバイアス電流 I_{LD_th} を L D 1 2 1 のバイアス電流に決定する。

【0090】

その後、A P C 1 発光チェック処理は終了する。

【0091】

一方、ステップ S 1 9 3 において、両者の差が所定の判定値を超えていると判定された場合、すなわち、バイアス電流 I_{LD_th} の精度が低い場合、処理はステップ S 1 9 5 に進む。

【0092】

ステップ S 1 9 5 において、図 8 のステップ S 1 3 8 の処理と同様に、エラー処理が行われる。

【0093】

その後、測距は行われずに、A P C 実行処理は終了する。

【0094】

図 4 に戻り、ステップ S 5 において、測距モジュール 1 0 0 は、A P C 2 発光チェック処理を実行する。ここで、図 1 4 のフローチャートを参照して、A P C 2 発光チェック処理の詳細について説明する。なお、この処理は、図 5 の A P C 2 発光チェック区間内に実行される。

【0095】

ステップ S 2 2 1 において、L D D 1 1 3 は、A P C 実行部 2 1 1 の制御の下に、ターゲット電流 I_{LD_T} により L D 1 2 1 を発光させる。例えば、設定部 1 6 1 は、A P C 実行部 2 1 1 の制御の下に、スイッチング電流の値が I_{LD_T} 、及び、バイアス電流の値が I_{LD_th} になるように、I D A C 1 6 2 及び I D A C 1 6 3 への入力信号の値を設定する。これにより、値が I_{LD_T} のスイッチング電流（ターゲット電流 I_{LD_T} ）とバイアス電流 I_{LD_th} を加算したパルス状の駆動電流が L D 1 2 1 に供給され、L D 1 2 1 が発光する。

【0096】

ステップ S 2 2 2 において、図 1 0 のステップ S 1 3 2 と同様の処理により、テスト光量 $P D 2_CHK$ が検出され、保持される。

【0097】

図 1 5 は、図 7 と同様に、L D 1 2 1 の駆動電流と $P D 1 2 2$ の検出光量との関係を示している。テスト光量 $P D 2_CHK$ は、ターゲット電流 I_{LD_T} とバイアス電流 I_{LD_th} を加算した駆動電流により L D 1 2 1 が発光しているときの $P D 1 2 2$ の検出光量となる。

【0098】

ステップ S 2 2 3 において、設定部 1 6 1 は、テスト光量 $P D 2_CHK$ とオフセット光量 $P D_BG$ の差が判定値以内であるか否かを判定する。この判定処理により、ディフューザ 1 2 3 の異常（例えば、ディフューザ 1 2 3 の設置異常や破損等）の検出が行われる。

【0099】

例えば、図 1 6 の A 及び B に示されるように、ディフューザ 1 2 3 が正常に設置されている場合、L D 1 2 1 からのレーザ光の戻り光が $P D 1 2 2$ に入射する。従って、テスト光量 $P D 2_CHK$ は、戻り光と背景光を加算した光量とほぼ等しくなる。その結果、テスト光量 $P D 2_CHK$ とオフセット光量 $P D_BG$ の差が大きくなり、所定の判定値を超える。

【0100】

この場合、L D 1 2 1 から出射されたレーザ光は、ディフューザ 1 2 3 により拡散光となり、強度が弱められてから対象物 3 0 1 に照射される。従って、光学モジュール 1 1 2 から出射されるレーザ光は、所定の安全規格を満たすことができる。

10

20

30

40

50

【0101】

一方、図17のA及びBに示されるように、ディフューザ123が外れている場合、LD121からのレーザ光の戻り光がPD122に入射しない。従って、テスト光量PD2__CHKは、背景光の光量とほぼ等しくなる。その結果、テスト光量PD2__CHKとオフセット光量PD__BGがほぼ等しくなり、所定の判定値以内となる。

【0102】

この場合、LD121から出射されたレーザ光は、強度が弱められることなく直接対象物301に照射される。従って、光学モジュール112から出射されるレーザ光が、所定の安全規格を満たさないおそれがある。

【0103】

そして、テスト光量PD2__CHKとオフセット光量PD__BGの差が所定の判定値を超えていると判定された場合、すなわち、ディフューザ123の異常が発生していない場合、処理はステップS224に進む。

【0104】

ステップS224において、設定部161は、テスト光量PD2__CHKとターゲット光量PD__Tの差が判定値以内であるか否かを判定する。この判定処理により、APC2により設定されたターゲット電流ILD__Tの精度の確認が行われる。例えば、両者の差が所定の判定値以内であると判定された場合、すなわち、ターゲット電流ILD__Tの精度が高い場合、処理はステップS225に進む。

【0105】

ステップS225において、設定部161は、ターゲット電流を決定する。すなわち、設定部161は、APC2により設定されたターゲット電流ILD__Tを測距時のLD121のスイッチング電流に決定する。

【0106】

その後、APC2発光チェック処理は終了する。

【0107】

一方、ステップS224において、テスト光量PD2__CHKとターゲット光量PD__Tの差が所定の判定値を超えていると判定された場合、すなわち、ターゲット電流ILD__Tの精度が低い場合、処理はステップS226に進む。

【0108】

また、ステップS223において、テスト光量PD2__CHKとオフセット光量PD__BGの差が所定の判定値以内であると判定された場合、すなわち、ディフューザ123に異常が発生していると想定される場合、処理はステップS226に進む。

【0109】

ステップS226において、図8のステップS138の処理と同様に、エラー処理が行われる。これにより、例えば、ディフューザ123が外れている場合に、安全規格を満たさないレーザ光が、人の目などに照射されることが防止される。

【0110】

その後、測距は行われずに、APC実行処理は終了する。

【0111】

図4に戻り、ステップS6において、測距モジュール100は、測距を開始する。

【0112】

その後、APC実行処理は終了する。

【0113】

以上のようにして、測距前にLD121の駆動電流（バイアス電流及びターゲット電流）を適切に設定することができる。

【0114】

例えば、図18に示されるように、背景光の影響を考慮しない場合、PD122の検出光量が0になるときの電流であるバイアス電流ILD__th'が算出される。その結果、バイアス電流ILD__th'とLD121の閾値電流Ithとの間に誤差E1が生じる。

10

20

30

40

50

【0115】

また、例えば、図18に示されるように、LD121の非線形区間を考慮しない場合、LD121のターゲット強度に対してターゲット電流 $I_{LD_T'}$ （上述した仮想ターゲット電流 $I_{LD_T'}$ と同じ電流）が算出される。その結果、非線形区間を考慮した場合に算出されるターゲット電流との誤差E2が生じる。

【0116】

そして、このバイアス電流及びターゲット電流の誤差により、例えば、図19に示されるように、LD121の発光遅延が発生するおそれがある。すなわち、駆動電流に対してLD121が発光するタイミングが遅延し、レーザ光のパルス幅が、駆動電流のパルス幅より狭くなる。その結果、測距精度が低下するおそれがある。

10

【0117】

一方、測距モジュール100では、背景光の影響及びLD121の非線形区間が考慮され、LD121のバイアス電流及びターゲット電流の設定精度が向上する。その結果、LD121が適切に駆動され、LD121の発光遅延が抑制されるため、測距精度が向上する。

【0118】

また、LD121の閾値電流 I_{th} は、温度や経年劣化により変化する。一方、測距モジュール100では、測距前にAPCが行われるため、閾値電流 I_{th} の変化に応じて、バイアス電流及びターゲット電流が適切に設定される。その結果、LD121が適切に駆動され、LD121の発光遅延が抑制されるため、測距精度が向上する。

20

【0119】

さらに、測距モジュール100では、物理的な検出機構を用いずに、ディフューザ123の異常を検出することができる。その結果、測距モジュール100の安全性を容易に高めることができる。

【0120】

＜スイッチング電流生成回路の第1の実施の形態＞

次に、LDD113の出力制御部164においてスイッチング電流の生成及び出力を行うスイッチング電流生成回路の第1の実施の形態について説明する。

【0121】

図20は、スイッチング電流生成回路の第1の実施の形態であるスイッチング電流生成回路401の構成例を示す回路図である。

30

【0122】

スイッチング電流生成回路401は、カレントミラー回路を備えている。具体的には、スイッチング電流生成回路401は、電源411、電流源412、N型のMOSFETからなるトランジスタ413a乃至トランジスタ413c、スイッチ414a乃至スイッチ414c、コンデンサ415、N型のMOSFETからなるトランジスタ416、スイッチ417、及び、出力端子418を備えている。

【0123】

電流源412は、例えば、図2のIDAC162により構成され、電源411と、トランジスタ413a乃至トランジスタ413cのドレインとの間に接続されている。

40

【0124】

トランジスタ413a乃至トランジスタ413cのゲート及びトランジスタ416のゲートは、互いに接続されるとともに、トランジスタ413a乃至トランジスタ413cのドレインに接続されている。

【0125】

トランジスタ413aのソースは、スイッチ414aを介して接地されている。スイッチ414aは、常時オンしているダミーのスイッチである。

【0126】

トランジスタ413bのソースは、スイッチ414bを介して接地されている。スイッチ414bは、図3のAPC実行部211又は測距制御部212から供給されるオン信号

50

又はオフ信号により、オン又はオフする。そして、スイッチ414bがオンすることにより、トランジスタ413bがオンし、スイッチ414bがオフすることにより、トランジスタ413bがオフする。

【0127】

トランジスタ413cのソースは、スイッチ414cを介して接地されている。スイッチ414cは、APC実行部211又は測距制御部212から供給されるオン信号又はオフ信号により、オン又はオフする。そして、スイッチ414cがオンすることにより、トランジスタ413cがオンし、スイッチ414cがオフすることにより、トランジスタ413cがオフする。

【0128】

トランジスタ416のドレインは、出力端子418に接続され、トランジスタ416のソースは、スイッチ417を介して接地されている。スイッチ417は、APC実行部211又は測距制御部212から供給されるオン信号又はオフ信号により、オン又はオフする。そして、スイッチ417がオンすることにより、トランジスタ416がオンし、スイッチ417がオフすることにより、トランジスタ416がオフする。

【0129】

コンデンサ415の一端は、トランジスタ413a乃至トランジスタ413cのドレインに接続され、コンデンサ415の他端は接地されている。コンデンサ415は、トランジスタ413a乃至トランジスタ413c及びトランジスタ416のゲート電圧（以下、カレントミラー回路のゲート電圧とも称する）の揺れを抑制するために設けられている。

【0130】

スイッチング電流生成回路401では、トランジスタ413a乃至トランジスタ413cによりカレントミラー回路の入力段が構成され、トランジスタ416によりカレントミラー回路の出力段が構成されている。

【0131】

また、トランジスタ413a、トランジスタ413b、トランジスタ413c、及び、トランジスタ416のサイズ（具体的には、ゲート幅／ゲート長）の比は、 $N_a : N_b : N_c : (N_a + N_b + N_c) \times M$ に設定されている。そして、入力段のトランジスタ413a乃至トランジスタ413cのオン又はオフの状態により、カレントミラー回路のカレントミラー比（出力電流と入力電流の比、折り返し比ともいう）が変化する。

【0132】

具体的には、入力段のトランジスタ413aのみがオンし、入力段のトランジスタ413b及びトランジスタ413c、及び、出力段のトランジスタ416がオフしている状態（以下、初期状態と称する）において、カレントミラー比は $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ となる。初期状態においては、トランジスタ416がオフしているため、電流は出力されない。

【0133】

入力段のトランジスタ413a及びトランジスタ413b、並びに、出力段のトランジスタ416がオンし、入力段のトランジスタ413cがオフしている状態（以下、中間状態と称する）において、カレントミラー比は、 $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ となる。従って、中間状態において、電流源402から供給される入力電流に対して、 $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ 倍の出力電流（スイッチング電流）が出力端子408から出力される。

【0134】

入力段のトランジスタ413a、トランジスタ413b及びトランジスタ413c、及び、出力段のトランジスタ416が全てオンしている状態（以下、定常状態と称する）において、カレントミラー比は、 $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b + N_c) = M$ となる。従って、定常状態において、電流源402から供給される入力電流に対して、M倍の出力電流（スイッチング電流）が出力端子408から出力される。

【0135】

従って、カレントミラー比は、初期状態＞中間状態＞定常状態となる。

【0136】

そして、後述するように、スイッチング電流生成回路401は、トランジスタ413b、トランジスタ413c、及び、トランジスタ416をオン又はオフするタイミングを制御することにより、LD121の駆動電流のスルーレートを向上させることができる。

【0137】

ここで、図21乃至図23を参照して、LD121の駆動電流のスルーレートが低下する原因について説明する。

【0138】

図21の右の図は、左のLD121の等価回路を示している。

10

【0139】

LD121の等価回路は、活性抵抗431、寄生容量432、LD121の動作電圧 V_{op} の最低電圧を供給する電源433、及び、寄生インダクタンス434により表される。そして、電源171と電源433の＋端子との間に、活性抵抗431及び寄生容量432が並列に接続されており、電源433の－端子に寄生インダクタンス434が接続されている。

【0140】

例えば、プリンタや光ディスク等では、必要なレーザ光の強度が小さいため、駆動電流が小さい範囲でLD121が使用される。そして、駆動電流が小さい範囲においては、駆動電流の立ち上がり時のスルーレートは、主に活性抵抗431と寄生容量432の時定数により定まる。

20

【0141】

一方、上述したように、測距モジュール100では、駆動電流が非常に大きい範囲でLD121が使用される。そして、駆動電流が大きくなるにつれて、駆動電流の立ち上がり時のスルーレートに対して、活性抵抗431と寄生容量432より、寄生インダクタンス434の影響が大きくなる。

【0142】

例えば、図22は、LD121の理想的な駆動電流（以下、理想駆動電流と称する）と実際の駆動電流（以下、実駆動電流と称する）の波形の例を示している。図22の横軸は時間を示し、縦軸は電流値を示している。また、一点鎖線の波形は理想駆動電流を示し、実線の波形は実駆動電流を示している。

30

【0143】

このグラフに示されるように、実駆動電流は理想駆動電流と比較して、寄生インダクタンス（寄生L）434の影響により、立ち上がり時のスルーレートが低下する。

【0144】

これに対して、駆動電流の立ち上がり時に、何らかの手段により補助的なアシスト電流を供給することにより、スルーレートを改善することが考えられる。ただし、この場合、図23の点線で示されるように、寄生インダクタンス434により駆動電流のスルーレートに限界が生じ、それ以上は駆動電流の応答速度を速めることは困難である。

【0145】

また、測距モジュール100では、駆動電流が大きくなるため、大きなアシスト電流が必要になる。そのため、従来の容量による微分電流をアシスト電流として用いたのでは、電流量が足りないため、スルーレートの改善は困難である。

40

【0146】

従って、アシスト電流を供給するための加算系の回路が別途必要になり、トランジスタ416のサイズが大きくなってしまふ。トランジスタ416のサイズが大きくなると、トランジスタ416のドレイン－ゲート間及びゲート－ソース間の寄生容量が大きくなる。

【0147】

この寄生容量により、トランジスタ416のオン時にトランジスタ416のゲート電圧が一瞬下降し、その後徐々に上昇する。そして、トランジスタ416のゲート電圧が下降

50

することにより、トランジスタ４１６のドレイン電流（カレントミラー回路の出力電流）が低下する。これにより、カレントミラー回路の出力電流にサグのような歪みが発生する。

【０１４８】

このトランジスタ４１６に寄生容量によるゲート電圧の低下を軽減するために、トランジスタ４１６のゲートに大きな容量を設けることが考えられる。しかし、トランジスタ４１６の寄生容量によりゲートの容量から引き抜かれた電荷を補う経路がないため、出力電流の歪みを多少小さくすることはできても、その効果は限定的である。また、必要な容量が非常に大きくなるため、トランジスタ４１６を構成する半導体内部への実装が困難である。

10

【０１４９】

<スイッチング電流生成回路の動作>

次に、図２４乃至図２６のタイミングチャートを参照して、スイッチング電流生成回路４０１の動作について説明する。

【０１５０】

なお、図２４乃至図２６の横軸は、時間を示し、縦軸は、トランジスタ４１３ａ乃至トランジスタ４１３ｃ及びトランジスタ４１６のゲート電圧（カレントミラー回路のゲート電圧）を示している。

【０１５１】

まず、図２４を参照して、スイッチ４１４ｂ、スイッチ４１４ｃ、及び、スイッチ４１７を同時にオン又はオフすることにより、スイッチング電流生成回路４０１の出力電流（スイッチング電流）をオン又はオフする場合について説明する。

20

【０１５２】

図２４のＡは、出力段のスイッチ４１７がオン又はオフし、トランジスタ４１６がオン又はオフすることによるゲート電圧の変化を示している。図２４のＢは、入力段のスイッチ４１４ｂ及びスイッチ４１４ｃがオン又はオフし、トランジスタ４１３ｂ及びトランジスタ４１３ｃがオン又はオフすることによるゲート電圧の変化を示している。図２４のＣは、図２４のＡとＢを合わせた実際のゲート電圧を示している。

【０１５３】

時刻ｔ１以前において、スイッチ４１４ａがオンし、スイッチ４１４ｂ、スイッチ４１４ｃ、及び、スイッチ４１７がオフすることにより、トランジスタ４１３ａがオンし、トランジスタ４１３ｂ、トランジスタ４１３ｃ、及び、トランジスタ４１６がオフしている。すなわち、カレントミラー回路が初期状態に設定され、カレントミラー比が $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ に設定されている。ただし、トランジスタ４１６がオフしているため、スイッチング電流生成回路４０１から電流は出力されない。

30

【０１５４】

また、入力段のトランジスタ４１３ａのみがオンしているため、トランジスタ４１３ａ乃至トランジスタ４１３ｃが全てオンしている定常状態と比較して、ゲート電圧が高くなる。

【０１５５】

時刻ｔ１において、スイッチ４１４ｂ、スイッチ４１４ｃ、及び、スイッチ４１７がオンすることにより、トランジスタ４１３ｂ、トランジスタ４１３ｃ、及び、トランジスタ４１６がオンする。これにより、カレントミラー回路が初期状態から定常状態に遷移し、カレントミラー比が $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ からＭに低下する（カレントミラー比が下げられる）。また、スイッチング電流生成回路４０１から入力電流のＭ倍の出力電流の出力が開始される。

40

【０１５６】

このとき、出力段のトランジスタ４１６がオンすることにより、トランジスタ４１６のドレインゲート間及びゲートソース間の寄生容量によるゲート電圧の揺れが発生する。すなわち、図２４のＡに示されるように、時刻ｔ１において、ゲート電圧が一瞬下降し

50

、その後徐々に元の電圧に戻り、安定する。

【0157】

また、入力段のトランジスタ413b及びトランジスタ413cがオンすることにより、図24のBに示されるように、ゲート電圧が徐々に下がり、所定の電圧で安定する。

【0158】

時刻t2において、スイッチ414b、スイッチ414c、及び、スイッチ417がオフすることにより、トランジスタ413b、トランジスタ413c、及び、トランジスタ416がオフする。これにより、カレントミラー回路が定常状態から初期状態に遷移し、カレントミラー比がMから $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ に上昇する（カレントミラー比が上げられる）。また、スイッチング電流生成回路401からの電流の出力が停止される。従って、時刻t1から時刻t2までの区間が、出力電流の出力区間となる。

10

【0159】

このとき、トランジスタ416がオフすることにより、トランジスタ416の寄生容量によるゲート電圧の揺れが発生する。すなわち、図24のAに示されるように、時刻t2において、ゲート電圧が一瞬上昇し、その後徐々に元の電圧に戻り、安定する。

【0160】

また、入力段のトランジスタ413b及びトランジスタ413cがオフすることにより、図24のBに示されるように、ゲート電圧が徐々に上昇し、初期状態の電圧で安定する。

【0161】

ここで、トランジスタ413aのサイズを適切に設定することにより、図24のAに示される出力段のスイッチングによるゲート電圧の揺れと、図24のBに示される入力段のスイッチングによるゲート電圧の低下及び上昇を相殺することができる。すなわち、大きな容量を追加しなくても、入力段のトランジスタ413b及びトランジスタ413cのスイッチング前と後のゲート電圧の差により、出力段のトランジスタ416の寄生容量に電荷が供給され、寄生容量がチャージされる。これにより、トランジスタ416のスイッチング時のゲート電圧の揺れが相殺される。

20

【0162】

その結果、図24のCに示されるように、ゲート電圧がほぼフラットな特性になる。すなわち、時刻t1以前の初期状態において、トランジスタ413b及びトランジスタ413cがオフしているため、ゲート電圧は、定常状態の電圧V2より高い電圧V1となる。時刻t1において、トランジスタ413b、トランジスタ413c、及び、トランジスタ416がオンし、初期状態から定常状態に遷移するのに伴い、ゲート電圧が瞬時に電圧V2まで下降し、安定する。また、時刻t2において、トランジスタ413b、トランジスタ413c、及び、トランジスタ416がオフし、定常状態から初期状態に遷移するのに伴い、ゲート電圧が瞬時に電圧V2まで上昇し、安定する。

30

【0163】

このように、ゲート電圧がほぼフラットなパルス状に変化することにより、スイッチング電流生成回路401の出力電流も、ほぼフラットなパルス状に変化するようになり、出力電流の波形が安定する。

40

【0164】

次に、図25を参照して、スイッチング電流生成回路401から電流を出力する際に、出力段のトランジスタ416をオン又はオフした後、遅延時間 ΔT_{nsec} だけ遅延させて入力段のトランジスタ413b及びトランジスタ413cをオン又はオフする場合について説明する。なお、遅延時間 ΔT は可変であり、例えば、3nsec以内に設定される。

【0165】

図25のAは、図24のAと同様に、出力段のスイッチ417がオン又はオフし、トランジスタ416がオン又はオフすることによるゲート電圧の変化を示している。図25のBは、図24のBと同様に、入力段のスイッチ414b及びスイッチ414cがオン又は

50

オフし、トランジスタ 4 1 3 b 及びトランジスタ 4 1 3 c がオン又はオフすることによるゲート電圧の変化を示している。図 2 5 の C は、図 2 5 の A と B を合わせた実際のゲート電圧を示している。

【0 1 6 6】

出力段のスイッチ 4 1 7 及びトランジスタ 4 1 6 がオン又はオフするタイミングは、図 2 4 の例とで同じであるため、図 2 5 の A のゲート電圧の波形は、図 2 4 の A のゲート電圧の波形と同様になる。

【0 1 6 7】

一方、上述したように、入力段のスイッチ 4 1 4 b 及びスイッチ 4 1 4 c、並びに、トランジスタ 4 1 3 b 及びトランジスタ 4 1 3 c がオン又はオフするタイミングは、出力段のスイッチ 4 1 7 及びトランジスタ 4 1 6 がオン又はオフするタイミングから遅延時間 ΔT だけ遅延する。従って、図 2 5 の B のゲート電圧の波形は、図 2 4 の B のゲート電圧の波形から遅延時間 ΔT だけ遅延した波形となる。

【0 1 6 8】

従って、図 2 5 の C に示されるように、時刻 t_1 以前においては、図 2 4 の C の例と同様に、ゲート電圧は、電圧 V_2 より高い電圧 V_1 となる。

【0 1 6 9】

時刻 t_1 において、トランジスタ 4 1 6 がオンするのに伴い、ゲート電圧は、一瞬下降した後、上昇する。これにより、時刻 t_1 から、遅延時間 ΔT 経過後の時刻 t_{11} においてトランジスタ 4 1 3 b 及びトランジスタ 4 1 3 c がオンするまでの間に、ゲート電圧が定常状態の電圧 V_2 より高くなる持ち上がり部分が生じる。

【0 1 7 0】

この間、トランジスタ 4 1 3 a のみオンし、トランジスタ 4 1 3 b 及びトランジスタ 4 1 3 c がオフしているため、カレントミラー比は $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ となり、入力電流の $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ 倍の出力電流が出力される。この出力電流は、定常状態の出力電流（入力電流の M 倍）より大きいため、LD 1 2 1 の駆動電流の立ち上がり時のアシスト電流とすることができる。

【0 1 7 1】

ここで、入力段のトランジスタ 4 1 3 a 乃至トランジスタ 4 1 3 c のサイズ比 $N_a : N_b : N_c$ を調整することにより、アシスト電流の大きさが調整される。また、遅延時間 ΔT を調整することにより、アシスト電流を供給する時間が調整される。従って、サイズ比 $N_a : N_b : N_c$ 及び遅延時間 ΔT を適切に設定することにより、寄生インダクタンス 4 3 4 の影響を抑制し、LD 1 2 1 の駆動電流のスルーレートを改善することができる。

【0 1 7 2】

時刻 t_{11} において、トランジスタ 4 1 3 b 及びトランジスタ 4 1 3 c がオンするのに伴い、ゲート電圧は、徐々に下降し、電圧 V_2 で安定する。また、カレントミラー比が、 $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ から M に低下する（カレントミラー比が下げられる）。これにより、スイッチング電流生成回路 4 0 1 の出力電流が、所定の電流（ターゲット電流）となり安定する。

【0 1 7 3】

時刻 t_2 において、トランジスタ 4 1 6 がオフするのに伴い、ゲート電圧は、一瞬上昇した後、下降する。また、スイッチング電流生成回路 4 0 1 からの電流の出力が停止される。

【0 1 7 4】

時刻 t_2 から遅延時間 ΔT 経過後の時刻 t_{12} において、トランジスタ 4 1 3 b 及びトランジスタ 4 1 3 c がオフするのに伴い、ゲート電圧は、徐々に上昇し、電圧 V_1 で安定する。また、カレントミラー比が、 M から $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ に上昇する（カレントミラー比が上げられる）。

【0 1 7 5】

この時刻 t_2 以降のゲート電圧の揺れは、トランジスタ 4 1 6 がオフしているため基本

10

20

30

40

50

的に出力電流には影響しない。ただし、例えば、次にトランジスタ416がオンするまでの間隔が短く、このゲート電圧の揺れが出力電流に影響するようであれば、例えば簡単なロジック回路を追加することにより、ゲート電圧の揺れをマスクすることが可能である。

【0176】

次に、図26を参照して、スイッチング電流生成回路401から電流を出力する際に、入力段のトランジスタ413b及び出力段のトランジスタ416をオン又はオフした後、遅延時間 ΔT だけ遅延させて入力段のトランジスタ413cをオン又はオフする場合について説明する。

【0177】

図26は、図24のC及び図25のCと同様に、ゲート電圧の波形を示している。

10

【0178】

時刻 t_1 以前において、図24及び図25の例と同様に、トランジスタ413aのみがオンしている。

【0179】

時刻 t_1 において、スイッチ414b及びスイッチ417がオンすることにより、入力段のトランジスタ413b及び出力段のトランジスタ416がオンする。これにより、カレントミラー回路が初期状態から中間状態に遷移し、カレントミラー比が $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ から $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ に低下する（カレントミラー比が下げられる）。また、スイッチング電流生成回路401から入力電流の $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ 倍（ $> M$ 倍）の出力電流の出力が開始される。

20

【0180】

ここで、入力段のトランジスタ413a乃至トランジスタ413cのサイズ比 $N_a : N_b : N_c$ を適切に設定することにより、図26に示されるように、時刻 t_1 以前の初期状態のゲート電圧を、図24のC及び図25のCの電圧 V_1 より高い適切な電圧 V_{11} に設定することができる。これにより、図24のCの時刻 t_1 の場合と同様に、トランジスタ416がオンしたときのトランジスタ416の寄生容量によるゲート電圧の揺れを抑制し、ゲート電圧を瞬時に電圧 V_{12} までフラットに下げ、安定させることができる。

【0181】

また、時刻 t_1 から時刻 t_{11} までの間、出力電流は、定常状態の出力電流（入力電流の M 倍）より大きくなり、LD121の駆動電流の立ち上がり時のアシスト電流とすることができる。

30

【0182】

ここで、入力段のトランジスタ413a乃至トランジスタ413cのサイズ比 $N_a : N_b : N_c$ を調整することにより、アシスト電流の大きさが調整される。また、遅延時間 ΔT を調整することにより、アシスト電流を供給する時間が調整される。従って、サイズ比 $N_a : N_b : N_c$ 及び遅延時間 ΔT を適切に設定することにより、寄生インダクタンス434の影響を抑制し、LD121の駆動電流のスルーレートを改善することができる。

【0183】

時刻 t_{11} において、スイッチ414cがオンすることにより、入力段のトランジスタ413cがオンする。これにより、カレントミラー回路が中間状態から定常状態に遷移し、カレントミラー比が、 $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ から M に変化する（カレントミラー比が下げられる）。また、ゲート電圧が、電圧 V_{12} から電圧 V_2 に下降し、安定する。さらに、スイッチング電流生成回路401の出力電流が、所定の電流（ターゲット電流）となり安定する。

40

【0184】

時刻 t_2 において、スイッチ414b及びスイッチ417がオフすることにより、入力段のトランジスタ413b及び出力段のトランジスタ416がオフする。これにより、カレントミラー比が、 M から $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ に変化する（カレントミラー比が上げられる）。これにより、ゲート電圧が、電圧 V_2 から電圧 V_{12} に上昇し、安定する。また、スイッチング電流生成回路401からの電流の出力が停止される

50

。

【0185】

時刻 t_{12} において、スイッチ 414c がオフすることにより、入力段のトランジスタ 413c がオフする。これにより、カレントミラー比が、 $(N_a + N_b + N_c) \times M / (N_a + N_b)$ から $(N_a + N_b + N_c) \times M / N_a$ に上昇する（カレントミラー比が上げられる）。また、ゲート電圧が、瞬時に電圧 V_{12} から電圧 V_{11} にフラットに上昇し、安定する。

【0186】

以上のようにして、専用の回路や大きな容量を設けることなく、回路規模を増大させずに、LD121の駆動電流のスルーレートを改善したり、駆動電流の波形をフラットに安定させることができる。これにより、LD121を適切に駆動することができる。また、アシスト電流用に専用の回路や電流源を用いないため、消費電力の増大を抑制することができる。

10

【0187】

さらに、スイッチング電流生成回路 401 は、種類を問わずに各種の LD に適用することが可能である。また、スイッチング電流生成回路 401 は、駆動電流の制御がアナログ及びデジタルのいずれの場合においても適用することが可能である。

【0188】

＜スイッチング電流生成回路の第2の実施の形態＞

図 27 は、スイッチング電流生成回路の第 2 の実施の形態であるスイッチング電流生成回路 451 の構成例を示す回路図である。

20

【0189】

上述したスイッチング電流生成回路 401 は、特に LD121 が接続される電源 171（図 2）の電圧が十分に高い場合には有効である。

【0190】

一方、電源 171 の電圧が低い場合、スイッチング電流生成回路 401 が十分に作用しないときがある。すなわち、スイッチング電流生成回路 401 では、LD121 に駆動電流を流し始めるときに、寄生インダクタンス 434 により発生する逆起電圧によりトランジスタ 416 のドレイン電圧が下降する。そして、電源 171 の電圧が低い場合、トランジスタ 416 のドレイン電圧が不足し、ドレイン電流（出力電流）が十分に出力されなくなるおそれがある。

30

【0191】

図 27 のスイッチング電流生成回路 451 は、この現象に対する対策を施したものである。スイッチング電流生成回路 451 は、図 20 のスイッチング電流生成回路 401 と比較して、可変抵抗 461、スイッチ 462、及び、AND 回路 463 が追加されている点異なる。

【0192】

可変抵抗 461 は、抵抗値が非常に小さく、シャント回路を構成する。また、可変抵抗 461 は、スイッチ 417 を介して、カレントミラー回路の出力段に接続されている。より具体的には、可変抵抗 461 は、スイッチ 417 を介して、トランジスタ 416 のドレイン（出力端子 418）とグラウンドとの間に接続されている。そして、可変抵抗 461 は、スイッチ 417 により、カレントミラー回路の出力段に接続されたり、カレントミラー回路の出力段から切り離されたりする。

40

【0193】

AND 回路 463 は、スイッチ 414b にオン信号が入力され、スイッチ 414c にオフ信号が入力されている場合、スイッチ 462 にオン信号を入力し、それ以外の場合、スイッチ 462 にオフ信号を入力する。従って、スイッチ 462 は、スイッチ 414b がオンすることによりトランジスタ 413b がオンし、スイッチ 414c がオフすることによりトランジスタ 413c がオフしている場合にオンし、それ以外の場合にオフする。これにより、図 26 の時刻 t_1 から時刻 t_{11} までの期間において、カレントミラー回路の出

50

力段に可変抵抗 461 が接続された状態となる。

【0194】

従って、LD121 に駆動電流が流れ始める瞬間において、可変抵抗 461 を介して印加される電圧により LD121 が駆動される。これにより、電源 171 の電圧が低くても、トランジスタ 416 のドレイン電圧に左右されることなく、LD121 の駆動電流のスルーレートを早めることができる。

【0195】

その後、寄生インダクタンス 434 に電流が流れ始め、トランジスタ 416 のドレイン電圧が安定した後、時刻 t11 において、スイッチ 414c にオン信号が入力され、トランジスタ 413c がオンするときに、スイッチ 462 は、オフ信号が入力され、オフする。これにより、可変抵抗 461 が、カレントミラー回路の出力段から切り離される。このように可変抵抗 461 が切り離されても、トランジスタ 416 のドレイン電圧が安定しているため、LD121 に駆動電流を安定して供給することができる。

【0196】

なお、シャント回路により LD121 の駆動電流のスルーレートを改善する度合いは、LD121 の動作が安定した後の定常的な駆動電流（定常状態の駆動電流）の大きさにより変化する。すなわち、定常的な駆動電流が大きくなるほど、シャント回路による改善量が大きくなり、定常的な駆動電流が小さくなるほど、シャント回路による改善量が小さくなる。従って、定常的な駆動電流が大きくなるほど、可変抵抗 461 の抵抗値を小さくし、定常的な駆動電流が小さくなるほど、可変抵抗 461 の抵抗値を大きくすることが望ましい。

【0197】

一方、LD121 の定常的な駆動電流は、スイッチング電流生成回路 451 からの出力電流（スイッチング電流）により変動し、出力電流は、電流源 412 によりスイッチング電流生成回路 451 に入力される入力電流により変動する。従って、入力電流が大きくなるほど、可変抵抗 461 の抵抗値を小さくし、入力電流が小さくなるほど、可変抵抗 461 の抵抗値を大きくすることが望ましい。これにより、LD121 の定常的な駆動電流の大きさに関わらず、シャント回路の効果をほぼ一様に保ち、駆動電流のスルーレートをほぼ一様に保つことが可能になる。

【0198】

＜スイッチング電流生成回路の第 3 の実施の形態＞

図 28 は、スイッチング電流生成回路の第 3 の実施の形態であるスイッチング電流生成回路 501 の構成例を示す回路図である。

【0199】

スイッチング電流生成回路 501 は、図 27 のスイッチング電流生成回路 451 と比較して、可変抵抗 461 が削除され、抵抗 511、及び、N 型の MOSFET からなるトランジスタ 512 が追加されている点異なる。

【0200】

抵抗 511 は、電流源 412 とトランジスタ 413a のドレインの間に接続されている。

【0201】

トランジスタ 512 のドレインは出力端子 418 に接続され、ゲートは、電流源 412 と抵抗 511 の間に接続され、ソースは、スイッチ 462 を介して接地されている。

【0202】

このスイッチング電流生成回路 501 では、図 27 のスイッチング電流生成回路 451 の可変抵抗 461 に相当する可変抵抗が、トランジスタ 512 のオン抵抗により実現されている。

【0203】

具体的には、トランジスタ 512 のゲート電圧は、電流源 412 の電流（入力電流）と抵抗 511 により規定される。すなわち、トランジスタ 512 のゲート電圧は、入力電流

10

20

30

40

50

により抵抗 5 1 1 の両端に生じる電圧により線形に変化し、入力電流が大きくなると上昇し、入力電流が小さくなると下降する。

【0204】

従って、入力電流が大きくなると、トランジスタ 5 1 2 のゲート電圧が大きくなり、オン抵抗が小さくなる。一方、入力電流が小さくなると、トランジスタ 5 1 2 のゲート電圧が小さくなり、オン抵抗が大きくなる。

【0205】

このように、シャント回路の抵抗値（トランジスタ 5 1 2 のオン抵抗）を、入力電流に連動して線形に変化させることができる。その結果、LD 1 2 1 の定常的な駆動電流の大きさに関わらず、シャント回路の効果をほぼ一様に保ち、駆動電流のスルーレートをほぼ一様に保つことが可能になる。

10

【0206】

＜スイッチング電流生成回路の第 4 の実施の形態＞

図 2 9 は、スイッチング電流生成回路の第 4 の実施の形態であるスイッチング電流生成回路 5 5 1 の構成例を示す回路図である。

【0207】

スイッチング電流生成回路 5 5 1 は、図 2 8 のスイッチング電流生成回路 5 0 1 と比較して、スイッチ 5 6 1 が追加されている点異なる。

【0208】

スイッチ 5 6 1 は、電流源 4 1 2 と抵抗 5 1 1 の間と、トランジスタ 5 1 2 のゲートとの間に接続されている。スイッチ 5 6 1 は、APC 実行部 2 1 1 又は測距制御部 2 1 2 からオン信号が入力されることによりオンし、トランジスタ 5 1 2 のゲートを電流源 4 1 2 と抵抗 5 1 1 の間に接続する。その結果、トランジスタ 5 1 2 がオンし、シャント回路が有効になる。一方、スイッチ 5 6 1 は、APC 実行部 2 1 1 又は測距制御部 2 1 2 からオフ信号が入力されることによりオフし、トランジスタ 5 1 2 のゲートをグラウンドに接続する。その結果、トランジスタ 5 1 2 がオフし、シャント回路が無効になる。

20

【0209】

これにより、例えば、LD 1 2 1 が接続される電源 1 7 1 の電圧が十分に高く、シャント回路が特に必要ない場合、スイッチ 5 6 1 をオフし、シャント回路を無効にすることができる。

30

【0210】

＜＜2. 変形例＞＞

以下、上述した本技術の実施の形態の変形例について説明する。

【0211】

例えば、バイアス電流の精度のみを向上させたい場合、図 4 の APC 実行処理において、ステップ S 3 の APC 2 及びステップ S 5 の APC 2 発光チェック処理を省略し、ターゲット電流を固定値とするようにしてもよい。なお、APC 2 発光チェック処理を省略する場合に、ディフューザ 1 2 3 の異常の検出処理を残すようにしてもよい。

【0212】

また、例えば、ターゲット電流の精度のみを向上させたい場合、図 4 の APC 実行処理において、ステップ S 1 の背景光測定処理、ステップ S 2 の APC 1、及び、ステップ S 4 の APC 1 発光チェック処理を省略し、バイアス電流を固定値とするようにしてもよい。なお、例えば、背景光測定処理を省略せずに、オフセット光量を検出するようにして、ターゲット電流の算出に、検出したオフセット光量を用いるようにしてもよい。

40

【0213】

また、例えば、図 6 のステップ S 1 3 8、図 1 0 のステップ S 1 6 8、及び、図 1 2 のステップ S 1 9 5 のエラー処理において、LD 1 2 1 からのレーザ光の出射を停止しないようにしてもよい。例えば、エラー判定が下されたバイアス電流又はターゲット電流を用いずに、予め設定したバイアス電流又はターゲット電流を用いて、その後の処理を継続するようにしてもよい。

50

【0214】

さらに、例えば、図14のステップS226の処理においても同様に、ディフューザ123の異常が検出された場合を除いて、LD121からのレーザ光の出射を停止しないようにしてもよい。例えば、エラー判定が下されたターゲット電流を用いずに、予め設定したターゲット電流を用いて、その後の処理を継続するようにしてもよい。

【0215】

また、図20及び図27乃至図29の各カレントミラー回路において、LD121がアノードコモンとなっていることを前提にして、各トランジスタにN型のMOSFETを用いる例を示したが、例えば、LD121がカソードコモンとなっている場合、各トランジスタにP型のMOSFETを用いるようにすればよい。また、例えば、各カレントミラー回路において、MOSFET以外のトランジスタを用いることも可能である。

10

【0216】

さらに、上述した説明では、PD122が、ディフューザ123により反射されたレーザ光を戻り光として受光する例を示したが、例えば、他の部材により反射された戻り光を受光するようにしてもよい。また、PD122が、戻り光以外の方法により、LD121から出射されたレーザ光の一部を受光するようにしてもよい。

【0217】

また、測距モジュール100の構成例は、上述した例に限定されるものではない。例えば、発光部101、距離画像センサ115、及び、LSI116をそれぞれ異なるモジュールに設けたり、3つのうちの1つを異なるモジュールに設けたりすることが可能である。

20

【0218】

さらに、本技術は、レーザ光以外の光を出射する発光素子の駆動を行う場合にも適用することができる。

【0219】

<<3. その他>>

<移動体への応用例>

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

30

【0220】

図30は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

【0221】

車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図30に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユニット12020、車外情報検出ユニット12030、車内情報検出ユニット12040、及び統合制御ユニット12050を備える。また、統合制御ユニット12050の機能構成として、マイクロコンピュータ12051、音声画像出力部12052、及び車載ネットワークI/F（interface）12053が図示されている。

40

【0222】

駆動系制御ユニット12010は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット12010は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

【0223】

ボディ系制御ユニット12020は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各

50

種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット12020は、キーレスエントリーシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット12020には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット12020は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

【0224】

車外情報検出ユニット12030は、車両制御システム12000を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット12030には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030は、撮像部12031に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット12030は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

【0225】

撮像部12031は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

【0226】

車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

【0227】

マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

【0228】

また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

【0229】

また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット12020に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

【0230】

音声画像出力部12052は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図30の例では、出力装置として、オーディオスピーカ12061、表示部1

10

20

30

40

50

2062及びインストルメントパネル12063が例示されている。表示部12062は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。

【0231】

図31は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

【0232】

図31では、車両12100は、撮像部12031として、撮像部12101、12102、12103、12104、12105を有する。

【0233】

撮像部12101、12102、12103、12104、12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部12102、12103は、主として車両12100の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部12104は、主として車両12100の後方の画像を取得する。撮像部12101及び12105で取得される前方の画像は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

【0234】

なお、図31には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112、12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102、12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両12100を上から見た俯瞰画像が得られる。

【0235】

撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

【0236】

例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

【0237】

例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両12100の周辺の障害物を、車両12100のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ12051は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ12061や表示部12062を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制

10

20

30

40

50

御ユニット12010を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

【0238】

撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部12101ないし12104の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ12051が、撮像部12101ないし12104の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部12052は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部12062を制御する。また、音声画像出力部12052は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部12062を制御してもよい。

10

【0239】

以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、例えば、撮像部12101ないし12104等に適用され得る。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つが距離情報を取得する機能を有する場合に、図1の測距モジュール100を適用することができる。これにより、車両の周辺の物体までの距離の検出精度を向上させることが可能になる。

20

【0240】

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここで、コンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ（例えば、図1のLSI116等）や、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどが含まれる。

【0241】

なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

30

【0242】

また、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

【0243】

さらに、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

40

【0244】

例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

【0245】

また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

【0246】

さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができ

50

る。

【0247】

＜構成の組み合わせ例＞

本技術は、以下のような構成をとることもできる。

【0248】

(1)

発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う設定部と、

10

設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部と
を備える駆動装置。

(2)

前記設定部は、前記発光素子の発光強度が駆動電流に対して略線形に変化する線形区間の複数の値が異なる第1の駆動電流により前記発光素子をそれぞれ発光させた場合の複数の第1のサンプル光量、及び、前記オフセット光量を前記受光素子により検出した結果に基づいて、前記バイアス電流の設定を行う

前記(1)に記載の駆動装置。

(3)

20

前記設定部は、設定された前記バイアス電流に基づく駆動電流により前記発光素子を発光させた場合の第1のテスト光量を前記受光素子により検出した結果、及び、前記オフセット光量の検出結果に基づいて、前記バイアス電流の異常の検出を行う

前記(2)に記載の駆動装置。

(4)

前記複数の第1の駆動電流は、前記発光素子の閾値電流の近傍の電流である

前記(2)又は(3)に記載の駆動装置。

(5)

前記設定部は、前記発光素子の発光強度が駆動電流に対して略線形に変化する線形区間より大きい複数の値が異なる第2の駆動電流により前記発光素子をそれぞれ発光させた場合の複数の第2のサンプル光量、及び、前記オフセット光量を前記受光素子により検出した結果に基づいて、前記線形区間より大きい前記ターゲット電流を設定する

30

前記(1)乃至(4)のいずれかに記載の駆動装置。

(6)

前記設定部は、設定された前記ターゲット電流に基づく駆動電流により前記発光素子を発光させた場合の第2のテスト光量を前記受光素子により検出した結果に基づいて、前記ターゲット電流の異常の検出を行う

前記(5)に記載の駆動装置。

(7)

前記受光素子は、前記出射光を拡散させる拡散部材により反射された戻り光を受光し、
前記設定部は、前記オフセット光量の検出結果及び前記第2のテスト光量の検出結果に基づいて、前記拡散部材の異常の検出を行う

40

前記(6)に記載の駆動装置。

(8)

前記出力制御部は、前記ターゲット電流及び前記バイアス電流を加算した駆動電流の出力を制御する

前記(1)乃至(7)のいずれかに記載の駆動装置。

(9)

前記出射光を用いて対象物までの距離の測定が行われ、

前記設定部は、前記距離の測定前に、前記オフセット光量の検出結果に基づいて、前記

50

バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う

前記(1)乃至(8)のいずれかに記載の駆動装置。

(10)

前記受光素子は、前記出射光が所定の部材により反射されて戻ってくる戻り光を受光する

前記(1)乃至(9)のいずれかに記載の駆動装置。

(11)

前記出力制御部は、カレントミラー比が可変のカレントミラー回路を備え、前記カレントミラー回路の出力電流と前記バイアス電流を加算した駆動電流の出力を制御する

前記(1)乃至(10)のいずれかに記載の駆動装置。

10

(12)

前記カレントミラー比は、前記出力電流の出力を開始するときに下げられる

前記(11)に記載の駆動装置。

(13)

前記カレントミラー比は、前記出力電流の出力が開始されてから所定の遅延時間が経過した後下げられる

前記(11)又は(12)に記載の駆動装置。

(14)

前記遅延時間は可変である

前記(13)に記載の駆動装置。

20

(15)

前記カレントミラー回路の出力段に接続可能なシャント回路が設けられており、

前記シャント回路は、前記出力電流の出力が開始されてから前記遅延時間が経過するまでの間、前記出力段に接続され、前記遅延時間の経過後に、前記出力段から切り離される

前記(13)又は(14)に記載の駆動装置。

(16)

前記シャント回路を構成する抵抗は、電界効果トランジスタのオン抵抗により構成され

、

前記電界効果トランジスタのゲート電圧は、前記カレントミラー回路の入力電流により線形に変化する

30

前記(15)に記載の駆動装置。

(17)

前記カレントミラー回路の入力段は、複数のトランジスタを備え、

前記複数のトランジスタのオン又はオフの状態により、前記カレントミラー比が変化する

前記(11)乃至(16)のいずれかに記載の駆動装置。

(18)

前記出力電流の出力開始前に、前記複数のトランジスタのうちの一部がオフしており、

前記出力電流の出力を開始するとき、又は、前記出力電流の出力が開始されてから所定の遅延時間が経過した後、前記オフしているトランジスタのうち少なくとも一部がオンする

40

前記(17)に記載の駆動装置。

(19)

駆動装置が、

発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行い、

設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する

50

駆動方法。

(20)

発光素子と、

前記発光素子からの出射光の一部を受光する受光素子と、

前記受光素子により前記発光素子が発光していないときのオフセット光量を検出した結果に基づいて、前記発光素子のバイアス電流、及び、前記出射光を所望の強度に設定するためのターゲット電流のうちの少なくとも1つの設定を行う設定部と、

設定された前記バイアス電流及び前記ターゲット電流のうちの少なくとも1つに基づいて、前記発光素子の駆動電流の出力を制御する出力制御部と

を備える発光装置。

10

【0249】

なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【符号の説明】

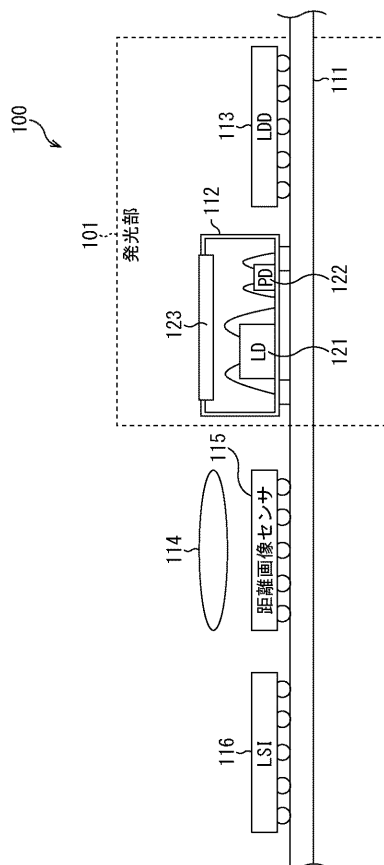
【0250】

100 測距モジュール, 101 発光部, 112 光学モジュール, 113 LDD, 115 距離画像センサ, 116 LSI, 121 LD, 122 PD, 123 ディフューザ, 151 ADC, 152 駆動部, 161 設定部, 162, 163 IDAC, 164 出力制御部, 171 電源, 201 制御部, 211 APC実行部, 212 測距制御部, 401 スwitchング電流生成回路, 412 電流源, 413 a乃至413 c トランジスタ, 414 a乃至414 c スイッチ, 416 トランジスタ, 417 スイッチ, 434 寄生インダクタンス, 451 スwitchング電流生成回路, 461 可変抵抗, 462 スイッチ, 501 スwitchング電流生成回路, 511 抵抗, 512 トランジスタ, 551 スwitchング電流生成回路, 561 スイッチ

20

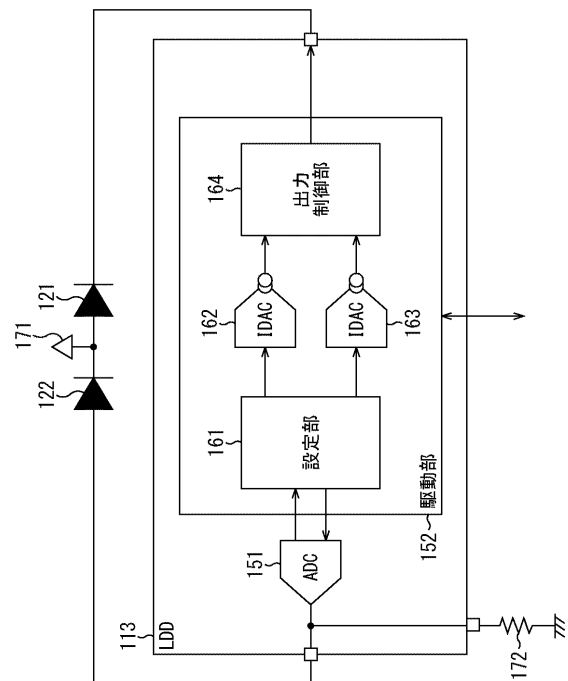
【図1】

FIG. 1

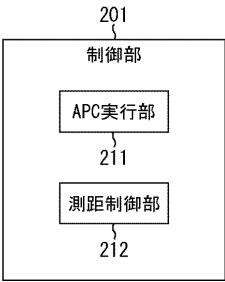


【図2】

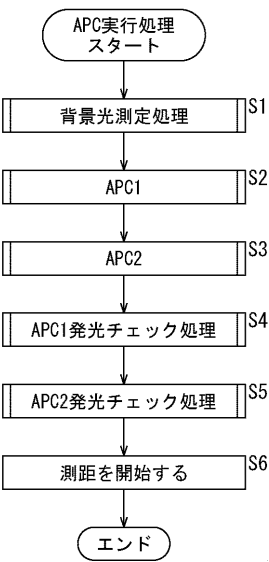
FIG. 2



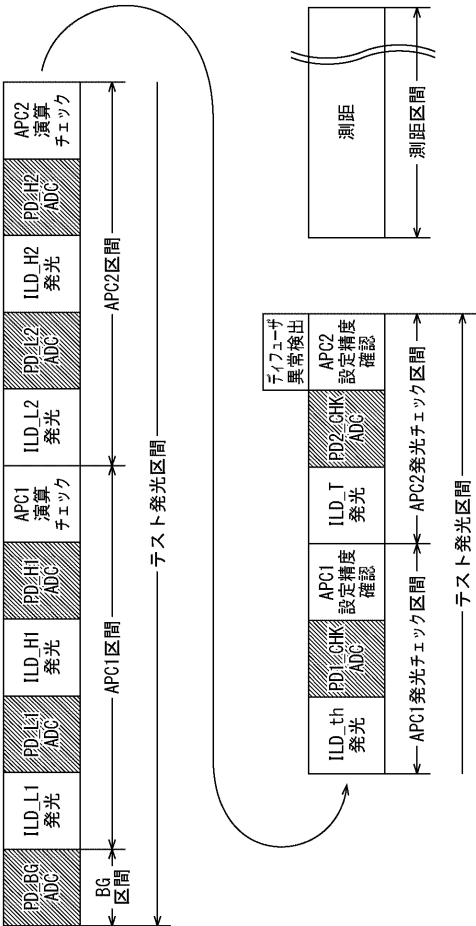
【図 3】
FIG. 3



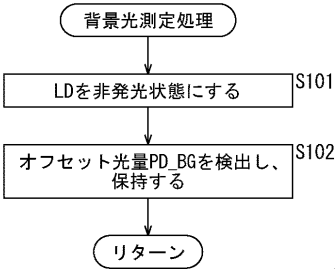
【図 4】
FIG. 4



【図 5】
FIG. 5

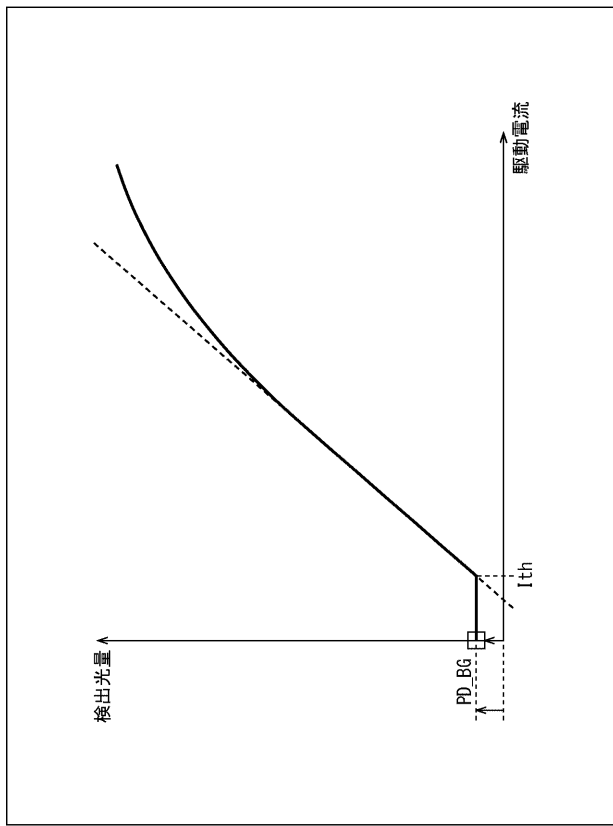


【図 6】
FIG. 6



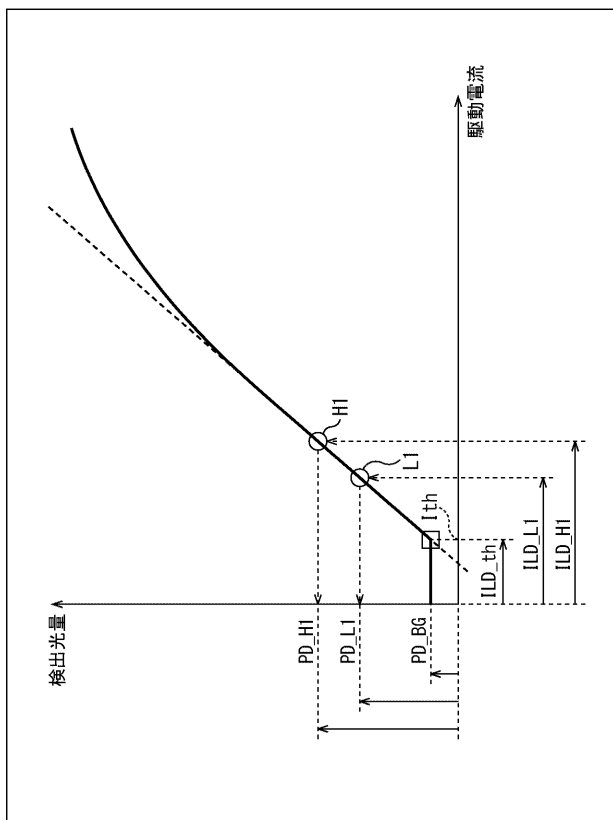
【図 7】

FIG. 7



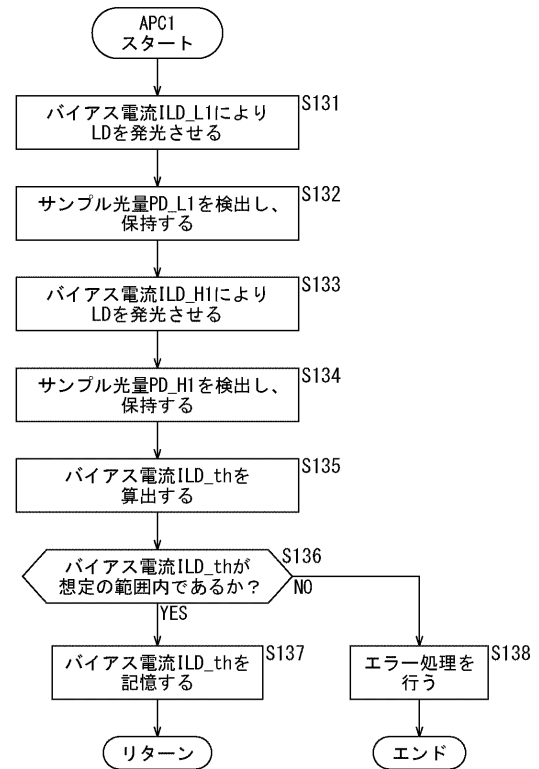
【図 9】

FIG. 9



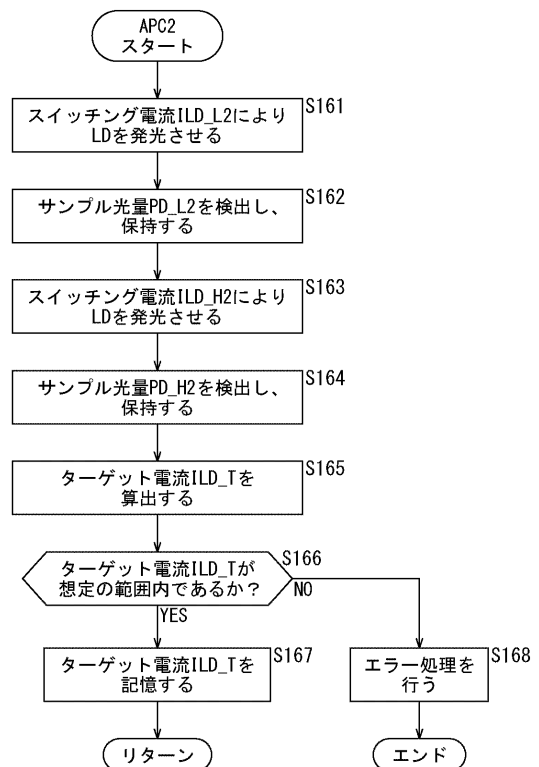
【図 8】

FIG. 8



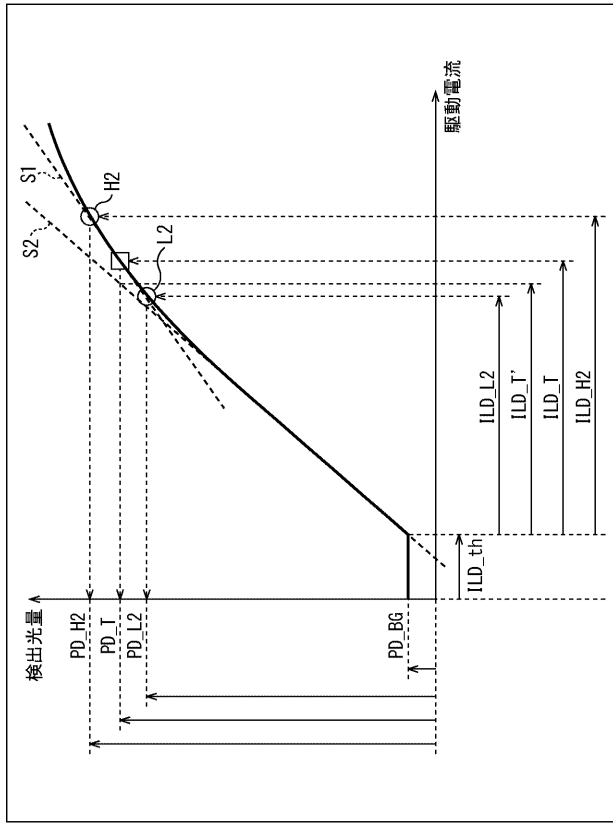
【図 10】

FIG. 10



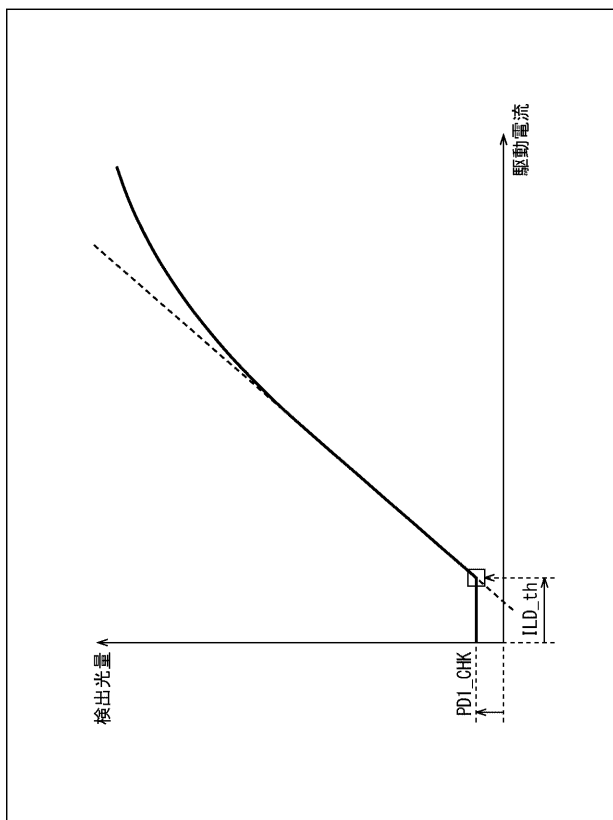
【図 1 1】

FIG. 11



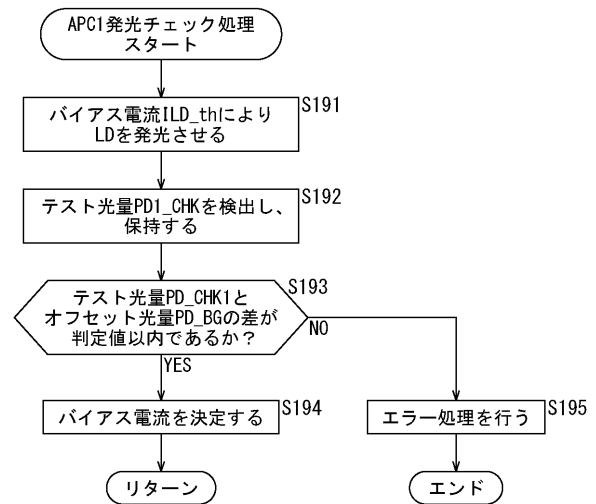
【図 1 3】

FIG. 13



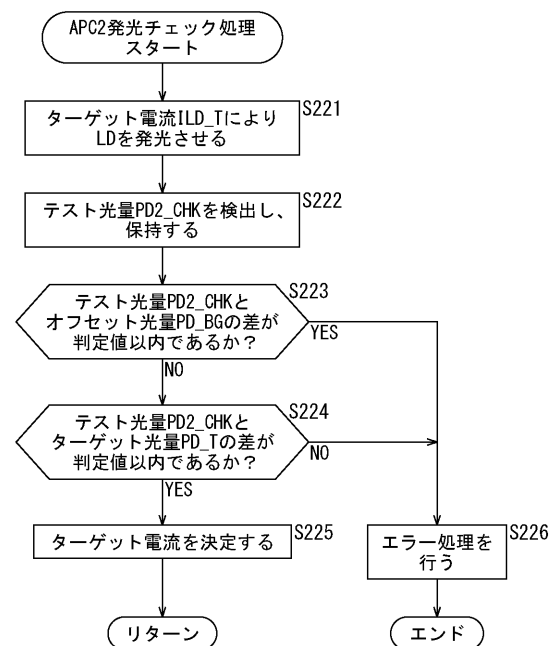
【図 1 2】

FIG. 12



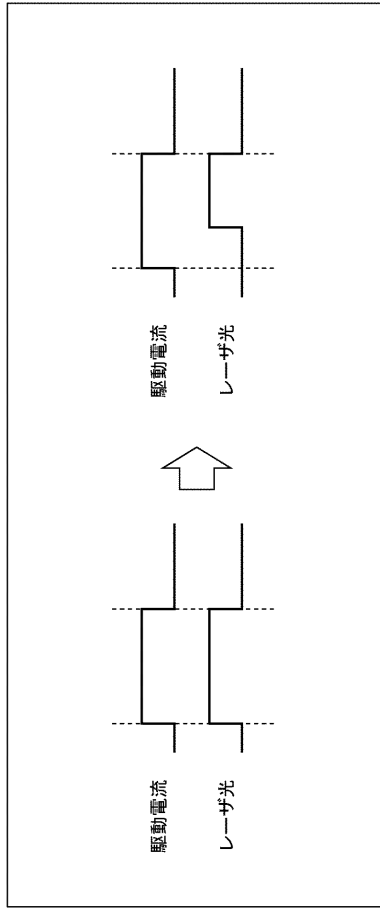
【図 1 4】

FIG. 14



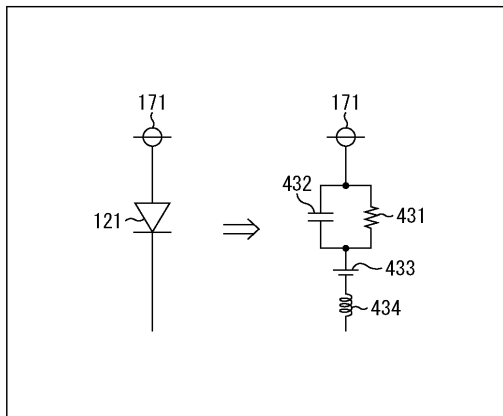
【図 19】

FIG. 19



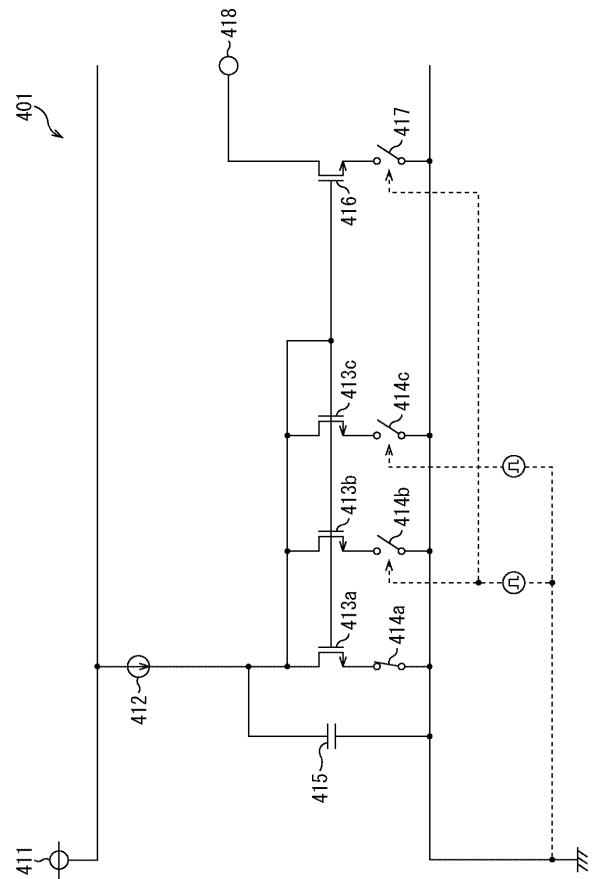
【図 21】

FIG. 21



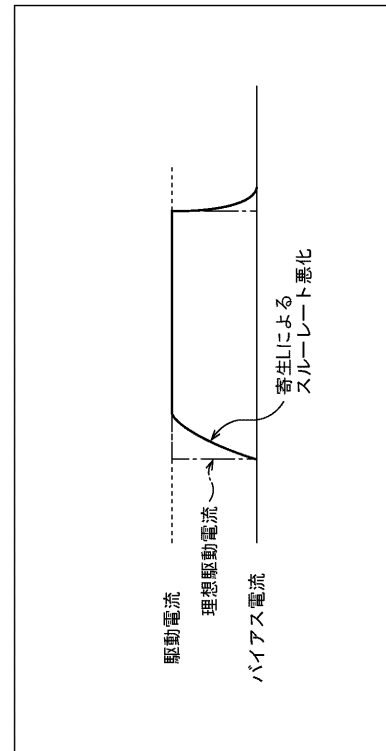
【図 20】

FIG. 20



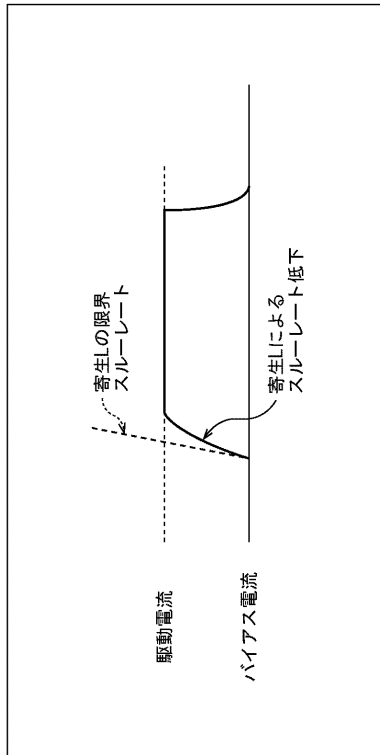
【図 22】

FIG. 22



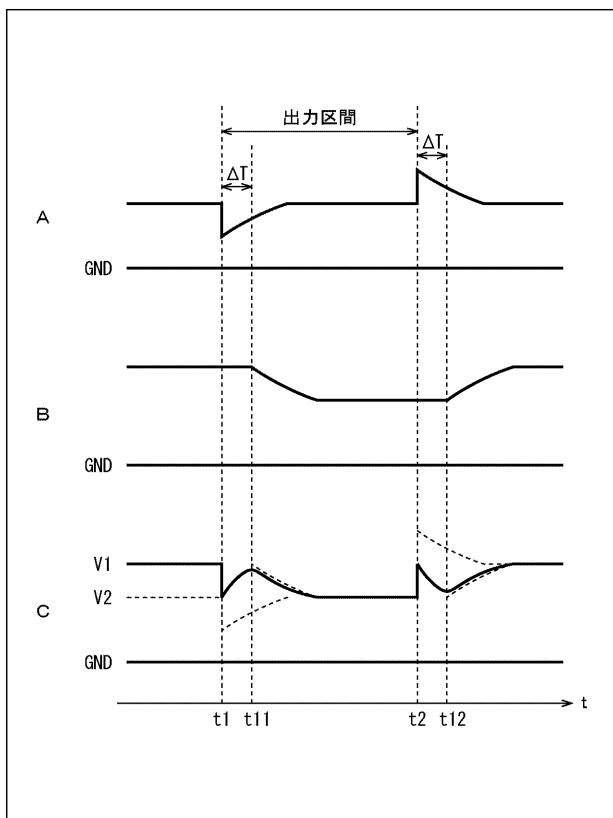
【図 2 3】

FIG. 23



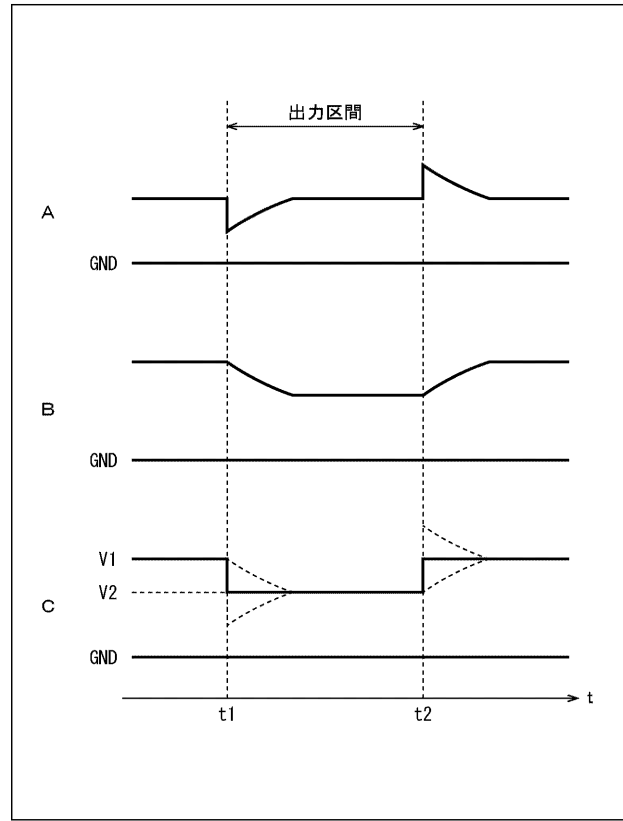
【図 2 5】

FIG. 25



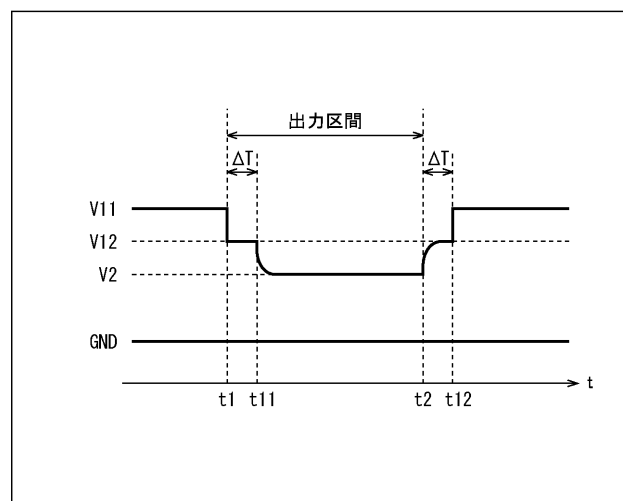
【図 2 4】

FIG. 24



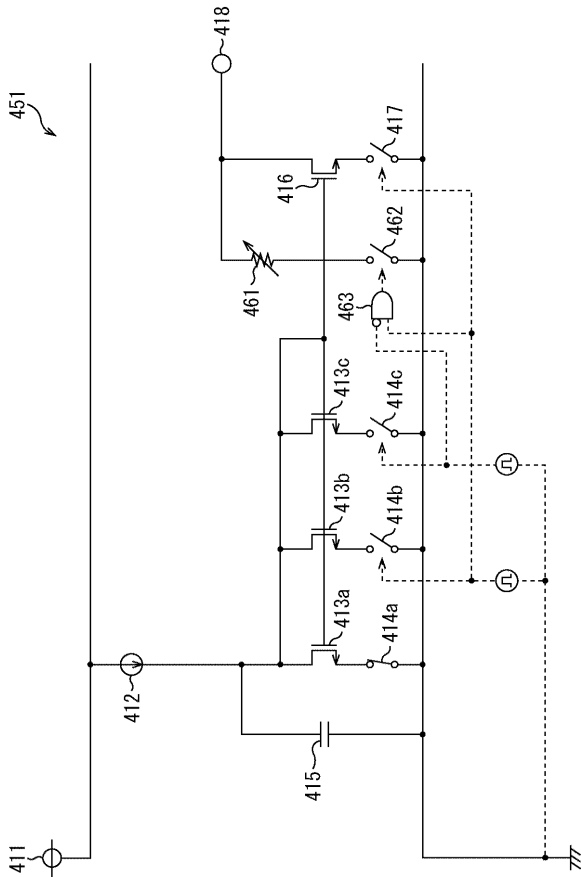
【図 2 6】

FIG. 26



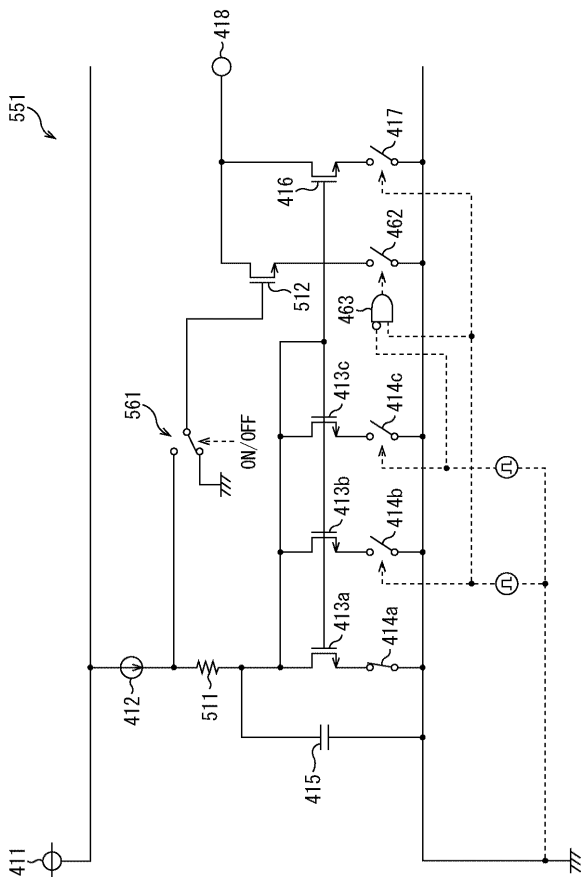
【図 27】

FIG. 27



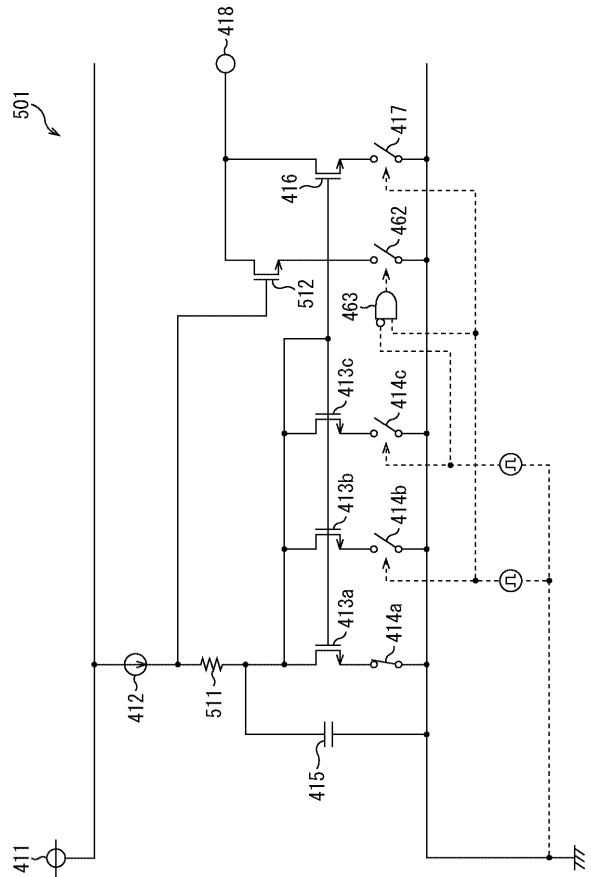
【図 29】

FIG. 29



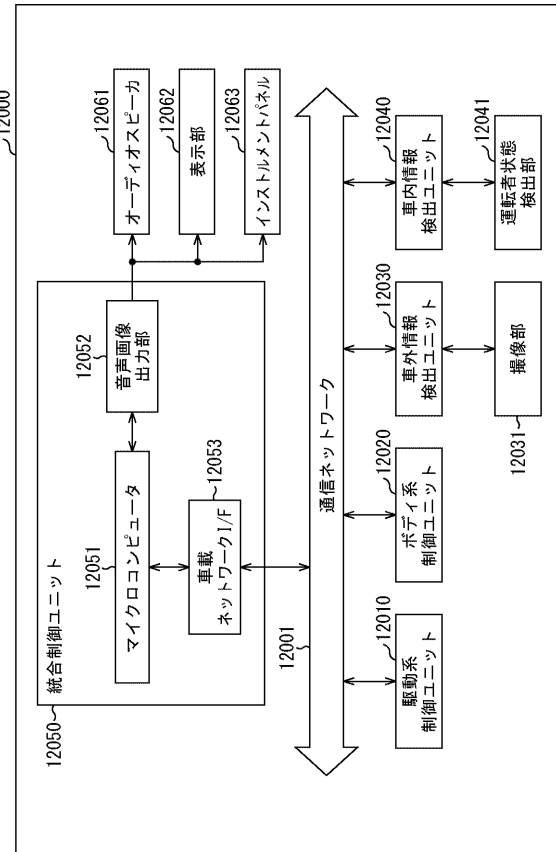
【図 28】

FIG. 28

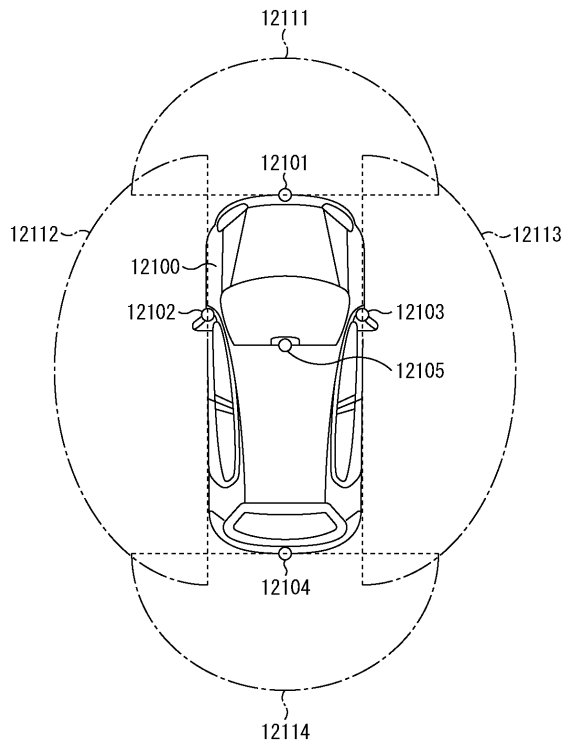


【図 30】

FIG. 30



【図 3 1】



フロントページの続き

- (72)発明者 大尾 桂久
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式
会社内
- (72)発明者 上江川 明仁
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式
会社内
- (72)発明者 湯脇 武志
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式
会社内
- (72)発明者 黒木 勝一
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式
会社内
- (72)発明者 北田 昌俊
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式
会社内
- (72)発明者 上水流 隼人
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000番地1 ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング株式
会社内

Fターム(参考) 5F173 SE02 SG04

5F849 AA01 BB07 EA14 JA11 JA12 KA20 XB05

5J050 AA13 BB17 CC09 EE13 EE22 EE31 EE32 FF05 FF10

5J084 AA05 AB01 AB07 AC02 AD02 AD03 AD05 BA04 BA12 BA34

BA36 CA03 CA11 CA31 CA49