

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6381283号
(P6381283)

(45) 発行日 平成30年8月29日(2018.8.29)

(24) 登録日 平成30年8月10日(2018.8.10)

(51) Int.Cl.		F I			
B 4 1 J	2/47	(2006.01)	B 4 1 J	2/47	1 O 1 M
H O 1 S	5/0683	(2006.01)	H O 1 S	5/0683	
G O 3 G	21/00	(2006.01)	G O 3 G	21/00	5 O 2
H O 4 N	1/113	(2006.01)	H O 4 N	1/113	

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2014-102482 (P2014-102482)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成26年5月16日(2014.5.16)	(74) 代理人	100123559 弁理士 梶 俊和
(65) 公開番号	特開2015-217589 (P2015-217589A)	(74) 代理人	100177437 弁理士 中村 英子
(43) 公開日	平成27年12月7日(2015.12.7)	(72) 発明者	本山 肇 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成29年5月10日(2017.5.10)	審査官	大浜 登世子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像形成装置であって、
感光体に静電潜像を形成するための光ビームを出射する発光素子を備える光源と、
回転駆動され、前記光源から出射された光ビームが前記感光体上を走査するように当該光ビームを偏向する回転多面鏡と、

前記発光素子から出射された光ビームを受光する受光素子と、
前記発光素子に電流を供給する電流供給手段であって、少なくとも前記光ビームが前記感光体上を走査する期間において、画像データに関わらず前記発光素子にバイアス電流を供給し、前記画像データに基づいて前記発光素子に前記バイアス電流に重畳させるスイッチング電流を供給する電流供給手段と、

前記電流供給手段から前記発光素子に前記スイッチング電流が供給されていない状態において前記受光素子から出力される暗電流成分を前記受光素子の受光結果から除去する除去手段と、

第1の目標光量に対応する第1の比較電圧と前記第1の目標光量よりも大きい第2の目標光量に対応する第2の比較電圧を出力する出力手段と、

第1のコンデンサと第2のコンデンサを備え、前記光ビームを受光した前記受光素子からの出力から前記暗電流成分を除去したことによって得られる電圧と前記第1の比較電圧との比較結果に基づいて前記第1のコンデンサを充電あるいは放電し、かつ前記光ビームを受光した前記受光素子からの出力から前記暗電流成分を除去したことによって得られる

電圧と前記第 2 の比較電圧との比較結果に基づいて前記第 2 のコンデンサを充電あるいは放電する充放電手段と、

前記第 1 のコンデンサおよび前記第 2 のコンデンサの電圧の値に基づいて閾値電流の値を演算し、当該閾値電流の値に 1 以下の補正係数を乗算した値を前記バイアス電流の値として設定するバイアス電流制御手段と、を備え、

前記バイアス電流制御手段は、前記第 1 のコンデンサおよび前記第 2 のコンデンサが電荷を保持していない状態から所定時間は前記補正係数として第 1 の補正係数を用いて前記バイアス電流の値を設定し、その後、前記補正係数を前記第 1 の補正係数よりも値が大きい第 2 の補正係数に切り換えて、前記第 2 の補正係数を用いて得られたバイアス電流の値を設定し、

10

前記電流供給手段によって前記発光素子に前記第 2 の補正係数を用いて得られたバイアス電流と当該バイアス電流に前記スイッチング電流が供給されることによって前記静電潜像が形成されることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】

前記バイアス電流制御手段が前記第 1 の補正係数から前記第 2 の補正係数に切り換えるタイミングは、前記画像データに基づく画像形成動作前であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】

前記バイアス電流制御手段が前記第 1 の補正係数から前記第 2 の補正係数に切り換えるタイミングは、前記回転多面鏡が目標回転数に達したタイミングであり、

20

前記回転多面鏡が前記目標回転数に達したタイミングの後に前記画像形成動作が開始されることを特徴とする請求項 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】

前記回転多面鏡により偏向された光ビームを検知する検知手段と、

前記検知手段の検知結果に基づき前記回転多面鏡が前記目標回転数に達したか否かを判断する判断手段と、

を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の画像形成装置。

【請求項 5】

電流が供給されることによって前記発光素子から出射された光ビームを受光した前記受光素子の受光結果に基づき前記電流供給手段が前記発光素子に供給する前記スイッチング電流の値を制御するスイッチング電流制御手段を備え、

30

前記出力手段は、前記第 2 の目標光量以上の第 3 の目標光量に対応する第 3 の比較電圧を出力し、

前記充放電手段は、第 3 のコンデンサを備え、前記光ビームを受光した前記受光素子からの出力から前記暗電流成分を除去したことによって得られる電圧と前記第 3 の比較電圧との比較結果に基づいて前記第 3 のコンデンサを充電あるいは放電し、

前記スイッチング電流制御手段は、前記第 3 のコンデンサの電圧に基づいて、前記スイッチング電流の値を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 6】

40

前記発光素子から出射される光ビームの光量を補正するために前記電流供給手段から前記発光素子に供給される電流の値を補正する補正手段と、

少なくとも前記光ビームが前記感光体上を走査する期間の前記スイッチング電流が供給される際に前記補正手段によって前記電流供給手段から前記発光素子に供給される電流の値が補正され、前記バイアス電流の値を制御するべく前記受光素子に前記光ビームを入射させるために前記電流供給手段が前記発光素子から供給される電流の値が前記補正手段によって補正されないように、前記発光素子に供給する電流に対する前記補正手段の作用状態を切り換える切り換え手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 7】

50

前記切り換え手段は、前記バイアス電流の値を制御するべく前記受光素子に前記光ビームを入射させる場合、前記補正手段を当該電流に作用させないことを特徴とする請求項 6 に記載の画像形成装置。

【請求項 8】

前記切り換え手段は、前記スイッチング電流の値を制御するべく前記受光素子に前記光ビームを入射させる場合、前記補正手段によって当該電流の値を補正することを特徴とする請求項 7 に記載の画像形成装置。

【請求項 9】

前記補正手段は、前記発光素子から出射される光ビームの光量波形の立ち上がりを補正するために前記発光素子に供給する電流に作用することを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

10

【請求項 10】

前記光源から出射される光ビームの光路に関して前記光源と前記回転多面鏡との間に設けられ、前記光源から出射された光ビームを前記回転多面鏡に向かう光ビームと前記受光素子に向かう光ビームとに分離するビームスプリッタを備え、

前記受光素子は、前記ビームスプリッタにより分離された光ビームを受光することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 11】

前記光源は、前記発光素子を複数備える面発光レーザーであり、

前記電流供給手段、前記充放電手段、および前記バイアス電流制御手段は、前記複数の発光素子それぞれに対して個別に備えられていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

20

【請求項 12】

前記光源は、前記発光素子を複数備える面発光レーザーであり、

前記電流供給手段、前記補正手段、前記充放電手段、および前記バイアス電流制御手段は、前記複数の発光素子それぞれに対して個別に備えられていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 13】

前記感光体と、

前記感光体上に形成された静電潜像をトナーによって現像する現像手段と、

前記現像手段により現像されたトナー像を記録媒体に転写する転写手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子写真方式の画像形成装置のバイアス電流制御に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、レーザー走査光学系を露光装置として用いた画像形成装置の生産性や解像度を向上させるために、露光装置の光源として面発光レーザーダイオード（以下、VCSELとする）が用いられている。VCSELは、リア光を取り出すことが困難であるため、一般的にフロント光を用いて光量制御が行われている。例えば、光量制御にはビームスプリッタが用いられ、この場合、VCSELのフロント光の一部をビームスプリッタで反射させてフォトダイオードにより光量を検出する。ビームスプリッタを用いた光量制御を行う場合は、露光に用いる光量を十分に確保するために、ビームスプリッタの反射率を低くしてフォトダイオードによる検出用の光量を低くしている。フォトダイオードにより検出される光量が低い場合、フォトダイオードの暗電流の影響が無視できなくなり、暗電流の影響は検出信号に対する誤差となる。

40

【0003】

このため、暗電流による誤差を除去するための暗電流キャンセル手段が必要となつてく

50

る。例えば、特許文献1には、位置検出素子に生じる暗電流に対応する電圧を、微分回路によって除去する構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平07-167613号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、暗電流キャンセル手段が、VCSELのバイアス電流を設定する際に影響を及ぼす場合がある。レーザ光源には、レーザ光源のスイッチング速度を高速にするために、バイアス電流が印加されている。そして、バイアス電流を設定するための閾値電流値を求めるために、自動光量制御(APC)(以下、バイアスAPCという)が実行されている。図14(a)は、バイアスAPCの動作を説明する図である。図14(a)に示すように、自動光量制御を実行して得られた破線で示す直線と、X軸との交点が閾値電流値 I_{th} として求められる。閾値電流値 I_{th} 近辺ではレーザの発振が始まっており、微量なレーザ光が出力される。通常はこの微小光量の影響はほとんどないが、暗電流キャンセル手段を用いている場合、微小光量が影響を及ぼす場合がある。例えば、図13(a)に示すような暗電流キャンセル回路を用いている場合、図14(b)に示すように、微小光量の影響である P_{offset} によって、閾値電流値 I_{th} が閾値電流値 I_{th}' として求められてしまう。図14(b)の場合、求められた閾値電流値 I_{th}' が実際の閾値電流値 I_{th} より大きくなるため、更に微小光量が大きくなってしまふ。

【0006】

また、画像形成前のAPCシーケンス(以下、初期APCシーケンスという)時において、コンデンサは0V(接地電圧:GND)の状態から充電される。そのため、初期APCシーケンス当初は、コンデンサの電圧が安定し難く、閾値電流の値の精度を確保しにくい状態となる。このような状況において、閾値電流に乗算する補正係数を画像形成時に設定すると、図14(b)に示すようにバイアス電流 I_{th}' の値が真の閾値電流の値 I_{th} を上回ってしまい、バイアス電流の値を精度よく設定できなくなるという課題がある。

【0007】

本発明は、このような状況のもとでなされたもので、バイアス電流値の設定精度の低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前述した課題を解決するために、本発明は、以下の構成を備える。

【0009】

(1)画像形成装置であって、感光体に静電潜像を形成するための光ビームを出射する発光素子を備える光源と、回転駆動され、前記光源から出射された光ビームが前記感光体上を走査するように当該光ビームを偏向する回転多面鏡と、前記発光素子から出射された光ビームを受光する受光素子と、前記発光素子に電流を供給する電流供給手段であって、少なくとも前記光ビームが前記感光体上を走査する期間において、画像データに関わらず前記発光素子にバイアス電流を供給し、前記画像データに基づいて前記発光素子に前記バイアス電流に重畳させるスイッチング電流を供給する電流供給手段と、前記電流供給手段から前記発光素子に前記スイッチング電流が供給されていない状態において前記受光素子から出力される暗電流成分を前記受光素子の受光結果から除去する除去手段と、第1の目標光量に対応する第1の比較電圧と前記第1の目標光量よりも大きい第2の目標光量に対応する第2の比較電圧を出力する出力手段と、第1のコンデンサと第2のコンデンサを備え、前記光ビームを受光した前記受光素子からの出力から前記暗電流成分を除去したことによって得られる電圧と前記第1の比較電圧との比較結果に基づいて前記第1のコンデン

10

20

30

40

50

サを充電あるいは放電し、かつ前記光ビームを受光した前記受光素子からの出力から前記暗電流成分を除去したことによって得られる電圧と前記第2の比較電圧との比較結果に基づいて前記第2のコンデンサを充電あるいは放電する充放電手段と、前記第1のコンデンサおよび前記第2のコンデンサの電圧の値に基づいて閾値電流の値を演算し、当該閾値電流の値に1以下の補正係数を乗算した値を前記バイアス電流の値として設定するバイアス電流制御手段と、を備え、前記バイアス電流制御手段は、前記第1のコンデンサおよび前記第2のコンデンサが電荷を保持していない状態から所定時間は前記補正係数として第1の補正係数を用いて前記バイアス電流の値を設定し、その後、前記補正係数を前記第1の補正係数よりも値が大きい第2の補正係数に切り換えて、前記第2の補正係数を用いて得られたバイアス電流の値を設定し、前記電流供給手段によって前記発光素子に前記第2の補正係数を用いて得られたバイアス電流と当該バイアス電流に前記スイッチング電流が供給されることによって前記静電潜像が形成されることを特徴とする画像形成装置。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、バイアス電流値の設定精度の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例の画像形成装置の構成を示す図

【図2】実施例の半導体レーザ走査光学系の構成を示す図

【図3】実施例の露光装置のシーケンスを示す図、バイアスAPCを説明する図、補正動作を説明する図

20

【図4】実施例のレーザ駆動回路を説明する図

【図5】実施例のLD1、LD2のレーザ駆動回路を説明する図

【図6】実施例の1走査周期内における各種モードを実行する際のタイミングチャート

【図7】実施例のL__APCモードを実行する際のレーザ駆動回路を示す図

【図8】実施例のM__APCモードを実行する際のレーザ駆動回路を示す図

【図9】実施例のH__APCモードを実行する際のレーザ駆動回路を示す図

【図10】実施例のOFFモードを実行する際のレーザ駆動回路を示す図

【図11】実施例のVIDEOモードを実行する際のレーザ駆動回路を示す図

【図12】実施例の露光装置のプリントシーケンスを説明する図

30

【図13】従来例のPDユニットの構成を示す図、暗電流キャンセル動作を説明する図

【図14】従来例の閾値電流値の求め方を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための形態を、実施例により図面を参照しながら詳しく説明する。まず、後述する実施例との比較のために、暗電流キャンセル手段による電流値の制御が、バイアス電流値を設定するための自動光量制御（以下、バイアスAPC）を実行する際に及ぼす影響について、詳細に説明する。

【0013】

[暗電流]

40

レーザ走査光学系を露光装置として用いた画像形成装置では、生産性や解像度を向上させる目的で、光源のレーザのマルチビーム化が進んでいる。例えば、

PS : レーザ光の走査方向と略垂直方向の感光体表面の移動速度（プロセススピード）

DPI : 解像度

RMS : 回転多面鏡の回転数

N : 回転多面鏡の面数

M : 光源のレーザのビーム数

とした場合、その関係は以下の式で表される。

$$PS = (RMS / 60) \times (25.4 / DPI) \times (N \times M)$$

50

【 0 0 1 4 】

この式から、生産性や解像度の向上は、回転多面鏡の回転数、面数、光源のレーザのビーム数を増やすことにより達成できることがわかる。しかし、近年では、回転多面鏡の回転数が40,000RPM~50,000RPMと限界に近くなってきたことや、昇温、騒音等の課題も顕著になってきたことから、回転多面鏡の回転数を増やすことが困難になってきた。また、一般に回転多面鏡は外径を一定にしてミラー面を増やした場合、光学特性が低下し、光ビームのスポット径が肥大して画質の低下を招く。このため、回転多面鏡の面数を増やすことは、解像度を向上させる目的とは相反してしまう。また、光ビームのスポット径を一定にして回転多面鏡のミラー面を増やした場合、ミラーの一辺の長さを一定にする必要性から回転多面鏡の外径の大型化を招き、更なる昇温、騒音等の課題を招く。

10

【 0 0 1 5 】

一方、画像形成装置の露光装置として、従来の端面発光型レーザダイオード(Edge Emitting Laser Diode: EELD)に代わって垂直共振器型面発光レーザダイオードが検討されてきている。なお、垂直共振器型面発光レーザ(Vertical Cavity Surface Emitting LASER)を、以下、VCSELという。VCSELはウエハの表面からレーザ光を出射するため、ウエハの端面からレーザ光を出射するEELDに比べて二次元的に発光点を配置することが可能である。このため、ビーム数の増加に対して容易に対応できるというメリットがある。ここで、EELDはリア光をフォトダイオードにより検出し、フォトダイオードにより検出した光量に基づいてEELDの駆動電流を制御することで、光量制御を行うことができる。一方、VCSELは、リア光を取り出すことが難しい。このため、VCSELではフロント光を用いて光量制御を行う。例えば、ビームスプリッタでVCSELのフロント光の一部を分岐し、フォトダイオードにより光量を検出して、光量制御を行う。

20

【 0 0 1 6 】

また、VCSELは、EELDに比べて光量を多く取り出すことが難しい。このためビームスプリッタを用いた光量制御を行う場合は、露光に用いる光量を十分に確保するために、ビームスプリッタの反射率を低くしてフォトダイオードによる検出用の光量を低くする。ここで、フォトダイオードによる検出用の光量が低い場合の課題として暗電流の影響がある。暗電流は、フォトダイオードに光が入射されないときに流れる電流であり、フォトダイオードの検出信号に対するオフセット誤差となる。通常は、光量制御では暗電流の影響のない光量範囲を使用することにより、この課題を回避している。しかし、VCSELの出力をビームスプリッタで反射させた場合には十分な光量を得ることができず、暗電流によるオフセット誤差の影響が無視できなくなる。このことから、暗電流成分によるオフセット誤差を除去する、言い換えれば暗電流を補正する暗電流キャンセル手段が必要となってくる。

30

【 0 0 1 7 】

[暗電流によるオフセット誤差の除去]

図13(a)は、従来の暗電流キャンセル手段である暗電流キャンセル回路500として、暗電流によるオフセット成分を減算回路で減算する構成を示している。電流電圧変換回路は、オペアンプAMP200(以下、オペアンプをAMPとする)と抵抗R200から構成され、フォトダイオード1002(以下、PD1002)で生成された電流を電圧信号に変換する。AMP200の出力は、サンプルホールド回路に入力される。ここで、サンプルホールド回路は、電界効果トランジスタ(FET)等で構成されるスイッチSW200(以下、スイッチをSWとする)、コンデンサC200、AMP201、否定回路NOT200(以下、NOT200とする)で構成される。サンプルホールド回路は、入力されたPD_Control信号により、サンプルモード又はホールドモードに切り替わる。なお、PD_Control信号は、後述するコントローラ1027から暗電流キャンセル回路500に出力される信号である。コントローラ1027は、ハイレベルのPD_Control信号を出力することでNOT200を介してSW200をオフにし、

40

50

これによりサンプルホールド回路はホールドモードになる。一方、コントローラ1027は、ローレベルのPD_Control信号を出力することでNOT200を介してSW200をオンにし、これによりサンプルホールド回路はサンプルモードになる。AMP201の出力とAMP200の出力は、差動増幅回路に入力される。ここで、差動増幅回路は、AMP202、抵抗R201、R202、R203、R204で構成される。差動増幅回路は、レーザ光量の検出信号PD_outを出力する。

【0018】

このレーザ光量を検出する動作を、図13(b)を用いて説明する。図13(b)(i)はSW200のオン(ON)又はオフ(OFF)を示し、図13(b)(ii)はPD1002で生成された電流(出力電流)を示し、図13(b)(iii)はAMP200の出力電圧を示す。図13(b)(iv)はAMP201の出力電圧を示し、図13(b)(v)はAMP202の出力電圧を示す。破線はいずれもグランド(GND)を示し、横軸はいずれも時間を示す。まず、PD1002にレーザ光が入力されない場合、図13(b)(ii)に示すように、PD1002からは暗電流I_darkが出力される。このため、電流電圧変換回路、即ちAMP200から出力される電圧V_offは、図13(b)(iii)に示すように、

$$V_{off} = -I_{dark} \times R_{200}$$

となる。サンプルホールド回路は、PD_Control信号によりサンプルモードに制御されることでSW200がオンし、コンデンサC200に電圧V_offが充電される。

【0019】

コントローラ1027は、上述したPD_Control信号によってサンプルホールド回路をサンプルモードからホールドモードに移行させた後、図2で後述するレーザ光源1001からレーザ光を照射させる。次に、PD1002にレーザ光が入力された場合、電流電圧変換回路のAMP200からは、入力されたレーザ光により発生する電流I_lightと暗電流I_darkとが出力される。このため、電流電圧変換回路から出力される電圧V_onは、

$$V_{on} = -(I_{light} + I_{dark}) \times R_{200}$$

となる。

【0020】

サンプルホールド回路は、PD_Control信号によりホールドモードに制御されることによりSW200がオフする。コンデンサC200には、暗電流I_darkに対応した電圧V_offが保持されており、AMP201の出力は電圧V_offとなる。よって、差動増幅回路のAMP202の負入力端子にはAMP200の出力である電圧V_onが入力され、差動増幅回路のAMP202の正入力端子にはAMP201の出力である電圧V_offが入力される。このとき、抵抗R201、R202、R203、R204は、

$$R_{201} = R_{202} = R_{203} = R_{204}$$

とあらかじめ設定することにより、差動増幅回路から出力される電圧V_pdは、

$$V_{pd} = V_{off} - V_{on}$$

となる。更に、

$$\begin{aligned} V_{pd} &= -I_{dark} \times R_{200} + (I_{light} + I_{dark}) \times R_{200} \\ &= I_{light} \times R_{200} \end{aligned}$$

となる。

よって、差動増幅回路から出力される電圧(V_pd = PD_out)は、暗電流I_darkの影響を受けないことがわかる。このように、差動増幅回路から出力される電圧V_pd(=PD_out)を用いて自動光量制御(オートパワーコントロール; 以下、APCとする)を行うことにより、暗電流の影響をキャンセルした精度のよい光量制御を行うことが可能となる。

【0021】

一方、画像形成装置の露光装置の光源は、高速応答性が要求される。レーザ光源の1画素あたりのスイッチング周波数をFとした場合、その関係は以下の式で表される。なお、

10

20

30

40

50

スイッチング周波数とは、レーザ光源を点灯（オン）又は消灯（オフ）させる動作（スイッチング動作）の周波数である。

$$F = 4 \times \dots \times F \times (DPI / 25.4)^2 \times PS / (N \times M) \quad \dots \text{式 (B)}$$

F : F レンズの係数

PS : レーザ光の走査方向と略垂直方向の感光体表面の移動速度（プロセススピード）

DPI : 解像度

N : ポリゴンミラーの面数

M : ビーム数

式 (B) からわかるように、レーザ光源のスイッチング周波数 F は、プロセススピード PS 及び解像度 DPI の二乗に比例する。即ち、画像形成装置の生産性や解像度を向上することによって、レーザ光源のスイッチング周波数 F は、より高い周波数となる。

【0022】

一方、レーザ光源のスイッチング時の立ち上がり、立ち下りの時間は、静電潜像の形成に影響する。ここで、レーザ光源が点灯していない状態から所定の光量（例えば、目標光量の 90% 等）となるまでを光量の立ち上がりといい、所定の光量から点灯していない状態となるまでを光量の立ち下りという。画像データに基づく露光を行う場合には、レーザ光源のスイッチング時の立ち上がり時間が長くなると静電潜像の細りが生じ、立ち下り時間が長くなると静電潜像の太りが発生する。この立ち上がり時間、立ち下り時間は、レーザ光源のスイッチング周波数 F が高い周波数となることによって、画質への影響が大きくなる。そして、レーザ光源のスイッチング動作のスイッチング速度の高速化に対応するため、レーザ光源の消灯時に、閾値電流値以下のバイアス電流を印加している。

【0023】

レーザ光源の閾値電流値は温度によって変動する。このため、最適なバイアス電流を印加するために閾値電流値を求めるためのバイアスオートパワーコントロール（以下、バイアス APC という）が実施されている。図 14 (a) を用いてバイアス APC の動作を説明する。図 14 (a) は、横軸がレーザダイオードに流れる電流を示し、縦軸がレーザダイオードから出射される光の光量を示す。即ち、図 14 (a) は、レーザダイオードの I-L 特性を示している。露光装置の 1 走査の動作シーケンスにはいくつかのモードがあり、その中で、L-APC モードと M-APC モードは、それぞれ異なる光量で APC を行い、そのときの電流値をサンプリングして閾値電流値を決定するモードである。ここで、L-APC モードのときの光量を Po_L 、電流を Iop_L 、M-APC モードのときの光量を Po_M 、電流を Iop_M とする。この場合、閾値電流値 Ith は、

$$(Po_M \times Iop_L - Po_L \times Iop_M) / (Po_M - Po_L)$$

で表される。図 14 (a) に示すように、閾値電流値 Ith は、破線で示す直線と X 軸との交点として求められる。

【0024】

また、バイアス電流 Ib は、閾値電流値 Ith に 1 以下の補正係数であるバイアス係数を乗算した値として設定され、

$$Ib = Ith \times$$

: バイアス係数 (1 以下 (< 1))

で決定される。ここで、バイアス係数が 1 に近いほど、スイッチング速度は速くなる。即ち、スイッチング速度を高速化するためには、バイアス係数を 1 に近い値にした方がよい。以上のように、バイアス APC を実行して閾値電流値 Ith を求め、バイアス電流 Ib を決定して、レーザダイオードに印加する電流の制御を行っている。

【0025】

一方、閾値電流値 Ith 近辺ではレーザダイオードの発振が始まっており、微量なレーザ光が出力される。以下、この出力を微小発光といい、微小発光の光量を微小光量という。通常は、バイアス APC を実施する際に閾値電流値 Ith 近辺の微量なレーザ光による光量（以下、微小光量という）の影響はほとんどない。しかし、上述した暗電流キャンセ

10

20

30

40

50

ル回路500を用いている場合には、この微小光量が影響を及ぼすことがある。バイアスAPCに及ぼす暗電流の影響を、図13(a)に示す暗電流キャンセル回路500を用いて説明する。

【0026】

まず、暗電流 I_{dark} と微小なレーザ発光（即ち、微小光量）により生じる電流を I_{offset} とすると、電流電圧変換回路（即ち、オペアンプAMP200）から出力される電圧 V_{off} は、

$$V_{off} = - (I_{dark} + I_{offset}) \times R_{200}$$

となる。

【0027】

次に、通常のレーザ発光を行った場合に電流電圧変換回路から出力される電圧 V_{on} は、

$$V_{on} = - (I_{light} + I_{dark}) \times R_{200}$$

となる。

また、差動増幅回路から出力される電圧 V_{pd} は、

$$V_{pd} = V_{off} - V_{on}$$

となり、更に、

$$\begin{aligned} V_{pd} &= - (I_{dark} + I_{offset}) \times R_{200} \\ &\quad + (I_{light} + I_{dark}) \times R_{200} \\ &= (I_{light} - I_{offset}) \times R_{200} \end{aligned}$$

となる。

【0028】

このように、差動増幅回路から出力される電圧 V_{pd} 、即ち、暗電流キャンセル回路500から出力される電圧 P_{D_out} は、微小光量の影響がない場合に比べて、微小なレーザ発光の光量分、低い値となってしまふ。そして、この状態でAPCを行った場合、レーザダイオードの光量は、微小なレーザ発光の光量分高く制御されてしまい、画像形成時の光量を最適な状態にできなくなるおそれがある。また、この状態でバイアスAPCを行うと、閾値電流値 I_{th} を求める際に誤差が生じてしまふ。

【0029】

[暗電流キャンセル回路による影響]

図14(b)を用いて、暗電流キャンセル回路500に微小光量を与える影響を説明する。図14(b)は、図14(a)と同様に横軸が電流、縦軸が光量を示すグラフである。スイッチング速度を速くするためにバイアス係数を1(=1)とした場合、バイアス電流 I_b =閾値電流値 I_{th} となる。バイアス電流 I_b をレーザダイオードに印加したときの微小発光による光量を P_{offset} とすると、この光量 P_{offset} が保持され、誤差となる。まず P_{o_M} の光量でバイアスAPCを行ったとき、レーザダイオードから出射される実際の光量は、微小発光によるオフセット分の光量 P_{offset} が影響し、

$$P_{o_M}' = P_{o_M} + P_{offset}$$

となる。このため、このときの電流値 I_{op_M}' が保持されることとなる。次に P_{o_L} の光量でバイアスAPCを行ったとき、レーザダイオードから出射される実際の光量は、微小発光によるオフセット分の光量 P_{offset} が影響し、

$$P_{o_L}' = P_{o_L} + P_{offset}$$

となる。このため、このときの電流値 I_{op_L}' が保持されることとなる。

【0030】

これらの保持された I_{op_M}' 、 I_{op_L}' より計算される閾値電流 I_{th}' は、
 $(P_{o_M} \times I_{op_L}' - P_{o_L} \times I_{op_M}') / (P_{o_M} - P_{o_L})$
 となる。このとき、

$$I_{th}' > I_{th}$$

となり、計算された閾値電流値 I_{th}' が実際の閾値電流値 I_{th} より大きくなる。これ

10

20

30

40

50

により、微小光量が更に大きくなる。

【0031】

また、APCシーケンス開始時は動作が不安定になる場合がある。例えば、Iop_M、Iop_Lの値を保持する回路に、コンデンサを用いたサンプルホールド回路を用いる場合は、一度APCシーケンスが安定すれば誤差分だけコンデンサの充放電が行われる。しかし、APCシーケンス開始時は、コンデンサを安定した電圧まで充電させる必要がある。コンデンサが安定した電圧まで十分に充電されなかった場合は、閾値電流値に対応する閾値電圧値の算出値は大きく異なってしまう場合がある。実際の閾値電圧値より大きく算出された場合は、バイアス電流による微小発光が無視できなくなり、暗電流キャンセル回路500から出力される電圧の誤差となってAPCの誤差が増幅し、最終的には光量が

10

【実施例】

【0032】

[画像形成装置]

図1は、本実施例のカラー画像を得る画像形成装置の構成を示す図である。図1を用いて画像形成の基本的な説明を行う。カラー画像形成装置は、2つのカセット給紙部1、2と、1つの手差し給紙部3を有している。記録媒体である転写紙Sは、カセット給紙部1、2、手差し給紙部3（以下、単に各給紙部1、2、3という）から、選択的に給紙される。転写紙Sは、各給紙部1、2、3のカセット4、5又はトレイ6上に積載されており、ピックアップローラ7によって最上位の転写紙から順に搬送路に向けて繰り出される。ピックアップローラ7によって繰り出された転写紙Sは、搬送手段としてのフィードローラ8Aと、分離手段としてのリタードロラ8Bからなる分離ローラ対8によって、最上位の転写紙のみ分離される。その後、転写紙Sは、回転停止しているレジストローラ対12へ送られる。この場合、レジストローラ対12までの距離が長いカセット4、5から給送された転写紙Sは、複数の搬送ローラ対9、10、11に中継されてレジストローラ対12へ送られる。レジストローラ対12へ送られた転写紙Sは、転写紙先端がレジストローラ対12のニップ部に突き当たって所定のループを形成すると、一旦移動が停止される。このループの形成により転写紙Sの斜行状態が矯正される。

20

【0033】

レジストローラ対12の、転写紙Sの搬送方向の下流側（以下、単に下流側という）には、中間転写体である長尺の中間転写ベルト13が備えられている。中間転写ベルト13は、駆動ローラ13a、二次転写対向ローラ13b、及びテンションローラ13cに張設され、断面視にて略三角形形状に設定されている。中間転写ベルト13は、図中時計回り方向に回転する。中間転写ベルト13の水平部上面には、異なる色のカラートナー像を形成、担持する複数の感光体である感光ドラム14、15、16、17が、中間転写ベルト13の回転方向に沿って順次配置されている。なお、中間転写ベルト13の回転方向において最上流の感光ドラム14は、マゼンタ色（M）のトナー像を担持する。次の感光ドラム15は、シアン色（C）のトナー像を担持する。次の感光ドラム16は、イエロー色（Y）のトナー像を担持する。そして、中間転写ベルト13の回転方向において最下流の感光

30

40

【0034】

まず、中間転写ベルト13の最上流の感光ドラム14上（感光体上）にマゼンタ成分の画像に基づくレーザ光（光ビームでもある）LMの露光が開始され、感光ドラム14上に静電潜像を形成する。感光ドラム14上に形成された静電潜像は、現像器23から供給されるマゼンタ色のトナーによって可視化される。次に、感光ドラム14上へのレーザ光LMの露光開始から所定時間が経過した後、感光ドラム15上にシアン成分の画像に基づくレーザ光LCの露光が開始され、感光ドラム15上に静電潜像を形成する。感光ドラム15上に形成された静電潜像は、現像器24から供給されるシアンのトナーによって可視化される。次に、感光ドラム15上へのレーザ光LCの露光開始から所定時間が経過した

50

後、感光ドラム 16 上にイエロー成分の画像に基づくレーザ光 L Y の露光が開始され、感光ドラム 16 上に静電潜像を形成する。感光ドラム 16 上に形成された静電潜像は、現像器 25 から供給されるイエロー色のトナーによって可視化される。次に、感光ドラム 16 上へのレーザ光 L Y の露光開始から所定時間が経過した後、感光ドラム 17 上にブラック成分の画像に基づくレーザ光 L B の露光が開始され、感光ドラム 17 上に静電潜像を形成する。感光ドラム 17 上に形成された静電潜像は、現像器 26 から供給されるブラック色のトナーによって可視化される。なお、各感光ドラム 14 ~ 17 の周りには、各感光ドラム 14 ~ 17 を均一に帯電させるための一次帯電器 27、28、29、30 が設置される。また、トナー像が転写された後の感光ドラム 14 ~ 17 上に付着しているトナーを除去するためのクリーナ 31、32、33、34 などとも設置されている。

10

【0035】

中間転写ベルト 13 が時計回り方向に回転する過程で、中間転写ベルト 13 が感光ドラム 14 と転写帯電器 90 との間の転写部を通過することにより、中間転写ベルト 13 上にマゼンタ色のトナー像が転写される。次に、中間転写ベルト 13 が感光ドラム 15 と転写帯電器 91 との間の転写部を通過することにより、中間転写ベルト 13 上にシアン色のトナー像が転写される。次に、中間転写ベルト 13 が感光ドラム 16 と転写帯電器 92 との間の転写部を通過することにより、中間転写ベルト 13 上にイエロー色のトナー像が転写される。最後に、中間転写ベルト 13 が感光ドラム 17 と転写帯電器 93 との間の転写部を通過することにより、中間転写ベルト 13 上にブラック色のトナー像が転写される。感光ドラム 14 ~ 17 上から中間転写ベルト 13 への各色のトナー像の転写はタイミングを

20

【0036】

一方、転写紙 S はレジストローラ対 12 へ送られて斜行状態が矯正される。レジストローラ対 12 は、中間転写ベルト 13 上のトナー像と転写紙先端との位置を合わせるタイミングをとって回転を開始する。次に、転写紙 S は、レジストローラ対 12 によって中間転写ベルト 13 上の二次転写ローラ 40 と二次転写対向ローラ 13 b との当接部である転写部 T2 に送られ、シート面上にトナー像が転写される。転写部 T2 を通過した転写紙 S は、定着手段である定着装置 35 へ送られる。そして、転写紙 S が定着装置 35 内の定着ローラ 35 A と加圧ローラ 35 B とによって形成されるニップ部を通過する過程で、定着ローラ 35 A により加熱され、加圧ローラ 35 B により加圧されてトナー像がシート面に定着される。定着装置 35 を通過した定着処理済みの転写紙 S は、搬送ローラ対 36 によって排出口ローラ対 37 へ送られ、更に機外の排出トレイ 38 上へ排出される。なお、図 1 のカラー画像形成装置は一例であり、例えばモノクロの画像形成装置であってもよく、本実施例の構成には限定されない。

30

【0037】

また、カラー画像形成装置は、感光ドラム 14 ~ 17 にレーザ光を照射する光走査装置である露光装置 22 (一点鎖線部) を、各感光ドラム 14 ~ 17 に対応して備えている。露光装置 22 では、近年のプリンタ、複写機の高速化、高画質化のためにレーザ光源に用いる半導体レーザのビーム数を複数にする構成となっている。これにより、回転多面鏡による一度の走査で複数のラインの露光を行うことができる。特に、端面発光レーザに代わって面発光レーザ (VCSEL) が実用化されてきており、マルチビーム化は容易とな

40

【0038】

[露光装置]

マルチビームの半導体レーザを画像形成装置に用いた例を以下に説明する。図 2 は図 1 で 4 台用いられている露光装置 22 中の 1 台 (シアン色に相当) の構成を模式的に示す図である。電子写真方式の画像形成装置は、図 2 に示すように、入力された画像データに対応する潜像を感光ドラム 15 上に形成するように、感光ドラム 15 に対してレーザ光を照射する露光ユニットを備える。本実施例における露光ユニットは、レーザ光を出射する 1

50

6個の発光点（発光素子）LD1～LD16を備える、即ち発光点を複数備えるモノリシックなレーザ光源1001を備える。レーザ光源1001から出射された複数のレーザ光は、コリメータレンズ1013を介して平行レーザ光となり、ビームスプリッタ1010に入射する。ビームスプリッタ1010は、レーザ光源1001から出射される光ビームの光路に関してレーザ光源1001と回転多面鏡1012との間に設けられている。本実施例のビームスプリッタ1010は、ビームスプリッタ1010に入射するレーザ光の光量を100%としたときに、その約1%の光量のレーザ光が反射し、約99%のレーザ光が透過するものとする。ビームスプリッタ1010によって反射されたレーザ光は、受光素子（光電変換素子）であるPDユニット1031のフォトダイオード1002（以下、PD1002）に入射する。PD1002は、受光結果である入射したレーザ光の光量に応じた値の検出電流を出力する。

10

【0039】

ビームスプリッタ1010を透過した99%のレーザ光L1は、スキャナモータ1003によって回転駆動されている偏向手段である回転多面鏡1012の反射面に入射する。そして、回転多面鏡1012は、反射面に入射したレーザ光L1が感光ドラム15上を走査するようにレーザ光L1を反射する。回転多面鏡1012により反射されたレーザ光L1は、Fレンズ1014を通過し、感光ドラム15上を主走査方向（図中、矢印方向）に等速で走査する。レーザ光L1によって走査されることによって、感光ドラム15上に静電潜像1016が形成される。回転多面鏡1012によって反射されたレーザ光L1は、ビームディテクター1017（以下、BD1017）に入射する。BD1017は、レーザ光L1を受光したことに応じてBD信号を出力する。

20

【0040】

BD1017から出力されたBD信号は、コントローラ1027に入力される。コントローラ1027は、BD1017から入力されたBD信号に基づいて、PWM信号生成回路1032に対して書き出し位置信号を送信する。PWM信号生成回路1032には、多値の画像データ（濃度データ）が入力されている。PWM信号生成回路1032は、多値の画像データをLD1～LD16それぞれに対応する2値の画像データ（ビットデータ）に変換する。そして、PWM信号生成回路1032は、クロック信号に同期してビットデータを出力することによってレーザドライバ1029に入力するPWM信号を出力する。PWM信号生成回路1032は、BD信号を基準にクロック信号に同期した主走査方向1画素目のデータの出力タイミングを制御する。

30

【0041】

コントローラ1027は、レーザドライバ1029に備えられる後述する各種スイッチをオン/オフ制御するための制御信号としてのスイッチ制御信号をレーザドライバ1029に出力する。

【0042】

濃度センサ1021は、静電潜像を現像した後の感光ドラム15の表面の画像の濃度を検知するためのセンサであり、検知結果を、コントローラ1027へ出力する。コントローラ1027は、濃度センサ1021から入力された画像の濃度に関する情報に基づいて、後述するレーザドライバ1029に備えられるAPC回路に対して制御信号としてのゲイン制御信号を出力する。コントローラ1027は、画像データに基づいて出射するレーザ光の光量が目標光量となるように制御するために、ゲイン制御信号を出力している。なお、実施形態における発光点の数は、16個に限られるものではなく、N個（Nは自然数）の発光点であれば良い。

40

【0043】

[露光装置の動作]

ここで、レーザドライバ1029の構成について説明する。なお、説明を平易にするために、LDの数を減らし、LDの数を2つとした構成を例に実施例の説明を進める。図3(i)、図3(ii)は図2で示した露光装置22の1走査の動作シーケンスを示す図である。ここで、図3(i)はBD1017から出力されるBD信号の波形を、図3(ii)

50

)は露光装置22の動作モードを示し、横軸はいずれも時間を示す。露光装置22の動作モードには、APCモード、OFFモード、VIDEOモードがある。そして、APCモードは、第1の光量制御モードであるL__APCモードと第2の光量制御モードであるM__APCモード、第3の光量制御モードであるH__APCモードを含む。即ち、露光装置22の動作モードは、OFFモード、VIDEOモード、そして、APCモードとしてL__APCモード、M__APCモード、H__APCモードの5種類のモードがある。これらのモードのうち、M__APCモード、L__APCモードは、それぞれ異なる光量でAPCを行い、それぞれの光量となっているときの電流値をサンプリングすることにより、閾値電流値を決定するモードである。即ち、M__APCモードとL__APCモードは、バイアス電流Ibiasの値を決定するためのバイアスAPCを実行するモードである。また、H__APCモードは感光ドラム上を露光するための光量を目標光量に制御するためのAPCモードである。OFFモードは、発光点を非点灯の状態にさせるとともに各APCモードでサンプリングした電流値を保持するモードである。VIDEOモードは、レーザが入力されるPWM信号に基づいて感光ドラム15の露光を行うモードである。

10

【0044】

次に各モードの動作の説明を行う。図4は図2で示したレーザドライバ1029の回路を示した図で、発光点が16個ある場合のレーザドライバ1029の回路を示した図である。また、図5は、発光点の数を2つとした構成の回路を示した図である。LD1の駆動部はドライバDriver1(以下、ドライバをDriverとする)である。LD2の駆動部はDriver2である。本実施例において、Driver1およびDriver2は、1つのIC(Integrated Circuit)を構成している。

20

【0045】

コントローラ1027は、Driver1またはDriver2の制御モードを切り換える制御信号としてのCONTROL信号を、BD信号を基準とする各種タイミングでレーザドライバ1029のOR回路101、OR回路102に出力する。例えば、図5に示すレーザドライバ1029の場合、コントローラ1027は、制御モードを切り換えるためにCONTROL信号として表1に示すCONTROL1、CONTROL2をそれぞれOR回路101、OR回路102に出力する。CONTROL1、CONTROL2は、表1に示すdata0、data1、data2によって生成される。

30

【0046】

【表1】

制御モード	data0	data1	data2	CONTROL1	CONTROL2	PWM	SW13-1	SW13-2
APC_H_LD1	1	1	1	High	Low	Low	ON	OFF
APC_M_LD1	1	1	0	High	Low	Low	ON	OFF
APC_L_LD1	1	0	0	High	Low	Low	ON	OFF
APC_H_LD2	0	0	1	Low	High	Low	OFF	ON
APC_M_LD2	0	1	1	Low	High	Low	OFF	ON
APC_L_LD2	0	1	0	Low	High	Low	OFF	ON
VIDEO	1	0	1	Low	Low	High/Low	PWM信号によりON/OFF	PWM信号によりON/OFF
OFF	0	0	0	Low	Low	Low	OFF	OFF

40

【0047】

表1に示すように、LD1のAPC__Hモード、APC__Mモード、APC__Lモードにおいて、コントローラ1027は、HighのCONTROL1を出力し、LowのCONTROL2を出力する。OR回路101、OR回路102にはLowのPWM信号が

50

入力されている。そのため、後述するSW13-1がオンとなり、LD1に関してAPC_Hモード、APC_Mモード、APC_Lモードが実行される状態となる。一方、LD2のAPC_Hモード、APC_Mモード、APC_Lモードにおいてコントローラ1027は、LowのCONTROL1を出力し、HighのCONTROL2を出力する。OR回路101、OR回路102にはLowのPWM信号が入力されている。そのため、後述するSW13-2がオンとなり、LD2に関してAPC_Hモード、APC_Mモード、APC_Lモードが実行される状態となる。

【0048】

PDユニット1031の構成は、図13(a)に示す暗電流キャンセル回路500を有する構成となっており、PDユニット1031のPD1002は、入射された光量に応じた値の電流を出力する光電変換素子である。PD1002は、暗電流キャンセル回路500を介してAMP10の負入力端子に接続されている。即ち、エラーアンプAMP10(以下、エラーアンプをAMPとする)の負入力端子には、PDユニット1031の暗電流キャンセル回路500から出力されたレーザ光量の検出信号PD_out(Vpd)が入力される。

10

【0049】

一方、AMP10の正入力端子には、SW1、SW2、SW3が接続され、SW1には基準電圧Vref1が、SW2には基準電圧Vref2が、SW3には基準電圧Vref3が、それぞれ接続されている。

【0050】

20

コントローラ1027は、Driver1またはDriver2のいずれか一方を第3の光量制御モードに移行させる制御信号をレーザドライバ1029に送信する。Driver1またはDriver2のいずれか一方の第3の光量制御モードにおいて、SW1はオンとなり、SW2およびSW3はオフとなる。SW1がオンとなり、SW2およびSW3がオフとなることによって、AMP10の正入力端子にはVref1が印加される。AMP10は、負入力端子の電圧Vpdと正入力端子の電圧Vref1とを比較する。即ち、Vref1は、Driver1、Driver2のいずれか一方の第3の光量制御モードにおいてAMP10がVpdと比較するための基準電圧である。

【0051】

コントローラ1027は、Driver1またはDriver2のいずれか一方を第2の光量制御モードに移行させる制御信号をレーザドライバ1029に送信する。Driver1またはDriver2のいずれか一方の第2の光量制御モードにおいて、SW2はオンとなり、SW1およびSW3はオフとなる。SW2がオンとなり、SW1およびSW3がオフとなることによって、AMP10の正入力端子にはVref2が印加される。AMP10は、負入力端子の電圧Vpdと正入力端子の電圧Vref2とを比較する。即ち、Vref2は、Driver1、Driver2のいずれか一方の第2の光量制御モードにおいてAMP10がVpdと比較するための基準電圧である。

30

【0052】

コントローラ1027は、Driver1またはDriver2のいずれか一方を第1の光量制御モードに移行させる制御信号をレーザドライバ1029に送信する。Driver1またはDriver2のいずれか一方の第1の光量制御モードにおいて、SW3はオンとなり、SW1およびSW2はオフとなる。SW3がオンとなり、SW1およびSW2がオフとなることによって、AMP10の正入力端子にはVref3が印加される。AMP10は、負入力端子の電圧Vpdと正入力端子の電圧Vref3とを比較する。即ち、Vref3は、Driver1、Driver2のいずれか一方の第1の光量制御モードにおいてAMP10がVpdと比較するための基準電圧である。

40

【0053】

Vref1、Vref2、およびVref3は、それぞれ第3の光量制御モード、第2の光量制御モード、第1の光量制御モードにおいてPD1002に入射する光量の目標光量に対応する電圧である。設計時にビームスプリッタ1010が1%の光量を分離するこ

50

とが判っている。従って、PD1002に入射するレーザービームの光量を目標光量に制御することは、レーザ光源1001から出射するレーザービームの光量を目標光量に制御することに相当する。なお、基準電圧については、 V_{ref1} （第3の目標光量に対応する第3の比較電圧） $< V_{ref2}$ （第2の目標光量に対応する第2の比較電圧） $< V_{ref3}$ （第1の目標光量に対応する第1の比較電圧）という関係が成り立つ。AMP10の出力は、Driver1、およびDriver2に入力される。なお、第3の比較電圧 V_{ref1} に対応する第3の目標光量は、第2の比較電圧 V_{ref2} に対応する第2の目標光量以上である。AMP10の出力は、Driver1、およびDriver2に入力される。

【0054】

次に、Driver1、およびDriver2の内部構成について説明する。Driver1、Driver2はそれぞれ同様の構成であるため、Driver1を代表して説明する。Driver1に入力されたAMP10の出力は、SW4-1、SW5-1、SW6-1の一端に入力され、SW4-1、SW5-1、SW6-1の他端はコンデンサC1-1、C2-1、C3-1にそれぞれ接続されている。SW4-1、SW5-1、SW6-1及び第3のコンデンサであるコンデンサC1-1、第2のコンデンサであるC2-1、第1のコンデンサであるC3-1は、それぞれサンプルホールド回路を構成している。コンデンサC1-1、C2-1、C3-1は、コントローラ1027からの制御信号に基づいてそれぞれSW4-1、SW5-1、SW6-1がオンしたときにAMP10の出力電圧をサンプリングする。そして、SW4-1、SW5-1、SW6-1がオフしたときはAMP10の出力電圧を保持する動作を行う。

【0055】

コンデンサC1-1、C2-1、C3-1によって保持された電圧は、それぞれSW7-1、SW8-1、SW9-1を介してスイッチング電流制御手段であるAPC回路100-1に出力される。APC回路100-1は、感光ドラム15を露光するレーザ光の光量を制御するべく、サンプルホールド回路から入力された電圧を基準に出力電圧を制御する。例えば、APC回路100-1は、コントローラ1027から送信されるゲイン制御信号に基づいてコンデンサC1-1から入力される電圧をゲイン調整し、出力する。

【0056】

APC回路100-1の出力電圧は、SW10-1及びアシスト回路101-1に入力される。補正手段であるアシスト回路101-1は、レーザ光源1001の光量波形の立ち上がりの遅延を補正するための回路であり、アシスト回路101-1の出力電圧はSW11-1を介して電流供給手段である定電流源CC1-1に入力される。SW10-1、SW11-1は、アシスト回路101-1の作用状態を切り換える切り換え手段として機能する。

【0057】

アシスト回路101-1は、例えば微分回路（不図示）を備える。アシスト回路101-1には、OR回路101からPWM信号に基づくHighまたはLowの信号が入力される。アシスト回路101-1にHighの信号が入力されることによって、微分回路が動作する。即ち、LD1に図3(c)に示す電流波形の立ち上がり（Iswの供給開始）に同期してIoffsetが供給されるように、微分回路は、APC回路100-1の出力電圧を補正する。この微分回路は時定数を有しており、APC回路100-1から微分回路に入力された電圧は時定数に基づいて時間経過に応じて減衰する。時定数は、光量波形の立ち上がり方に応じて、予め設定されている。また、時定数は、光量波形の立ち上がり方に応じて、動的に変化させるようにしても良い。このように、アシスト回路101-1が作用することによってIswの供給開始に同期してIoffsetをIswに重畳させることができる。

【0058】

SW10-1、SW11-1は、APC回路100-1又はアシスト回路101-1からの出力を選択し、いずれかの出力を定電流源CC1-1に入力する。なお、本実施例で

は、SW10-1とSW11-1をそれぞれ独立して構成している。しかし、後述するように、SW10-1とSW11-1は両方がオンとなることがない、言い換えれば一方がオン状態であれば他方はオフ状態となっている。このため、例えば、SW10-1、SW11-1を一つのスイッチ、即ち、定電流源CC1-1側の接点を共通接点としたスイッチとして構成してもよい。

【0059】

定電流源CC1-1は入力された信号に応じた電流を生成し、生成された電流は、電界効果トランジスタ(FET)で構成されたSW13-1を介してLD1に供給される。SW11-1がオンしてアシスト回路101-1が定電流源CC1-1に接続されている場合に、定電流源CC1-1から供給される電流は、 $I_{sw} + I_{offset}$ (後述する図3(c))となる。ここで、第一の電流値である電流値 I_{sw} (後述する図3(c))はAPC回路100-1によるものであり、電流値 I_{offset} はアシスト回路101-1による補正のための電流値(アシスト電流値)である。また、コンデンサC2-1、C3-1で保持された電圧は、スイッチを介さずに直接バイアス回路102-1にも供給される。バイアス電流制御手段であるバイアス回路102-1の出力は、SW12-1を介して定電流供給手段である定電流源CC2-1に入力される。定電流源CC2-1は入力された信号に応じた電流を生成し、生成された電流は、LD1に供給される。なお、定電流源CC2-1から供給される電流が第二の電流値であるバイアス電流 I_{bias} (後述する図3(c))である。定電流源CC1-1及びCC2-1には、電源電圧 V_{cc} が供給される。

【0060】

上記、SW1~SW3、SW4-1~SW12-1は、コントローラ1027によりオン/オフ制御される。SW13-1は、論理和回路(OR回路101)からの出力によって制御される。OR回路101には、コントローラ1027から出力されたCONTROL1信号とPWM信号生成回路1032からのPWM信号が入力される。OR回路101の出力は、アシスト回路101-1とSW13-1に出力される。コントローラ1027は、L__APCモード、M__APCモード及びH__APCモードでは、CONTROL1信号をハイレベルにしてSW13-1をオン状態にする。一方、コントローラ1027は、OFFモード、VIDEOモードではCONTROL1信号をローレベルにし、VIDEOモードではPWM信号に応じてSW13-1がオン又はオフされるようにする(表1参照)。なお、定電流源CC1-1、CC2-1、アシスト回路101-1、バイアス回路102-1、およびSW10-1、SW11-1は、複数の発光素子それぞれに対して個別に備えられている。

【0061】

(APCモード)

続いて、1走査周期内における各種モードについて図6のタイミングチャートを用いて説明する。1走査周期において、LD1の第1の光量制御モードにおけるLD1から出射されるレーザー光がBD1017に入射することによってBD信号が生成される。BD信号のパルスBDnから次のパルスBDn+1までを1走査周期とする。1走査周期において、レーザドライバ1029は図6に示す制御モードのように遷移する。図6の「ON」と記載された期間において、各スイッチはオンとなり、「ON」以外の期間において、各スイッチはオフとなる。

【0062】

(L__APCモード)

図7に示すように、LD1のL__APCモードにおいて、コントローラ1027は、SW3をオンに制御する。また、コントローラ1027は、Driver1のSW6-1、SW9-1、SW10-1及びSW13-1をオンに制御し、SW4-1、SW5-1、SW7-1およびSW8-1をオフに制御する。SW4-1、SW5-1をオフに制御することによって、Driver1のコンデンサC1-1を含むサンプルホールド回路およびコンデンサC2-1を含むサンプルホールド回路はAMP10からの出力をサンプルし

ない。

【0063】

LD1のL__APCモードにおいて、コントローラ1027は、Driver2のSW4-2、SW5-2、SW6-2をオフに制御する。このようにSW4-2、SW5-2、SW6-2がオフになるため、Driver2のサンプルホールド回路は、AMP10からの出力をサンプルしない。

【0064】

SW3がオンとなっているため、AMP10は、負入力端子に入力された電圧Vpdと正入力端子に入力された基準電圧Vref3と比較する。AMP10は、比較結果に応じてコンデンサC3-1の電圧を制御する。SW9-1がオンとなりSW7-1、SW8-1がオフとなっているため、APC回路100-1には、コンデンサC3-1の電圧が入力される。なお、SW12-1はオフとなっているため、バイアス回路102-1の出力は定電流源CC2-1には出力されない。即ち、L__APCモードでLD1に流れる電流には、バイアス電流Ibiasは含まれない。

10

【0065】

APC回路100-1の出力は、SW10-1とアシスト回路101-1に出力される。SW10-1がオンとなっているため、APC回路100-1の出力は定電流源CC1-1に出力される。なお、SW11-1がオフとなっているため、アシスト回路101-1の出力は、定電流源CC1-1には出力されない。即ち、L__APCモードでLD1に流れる電流には、立ち上がり補正のためのアシスト電流値は含まれない。そして、SW13-1がオンとなっているため、定電流源CC1-1は入力に応じた電流を、SW13-1を介してLD1に供給し、LD1を駆動する。LD1から出射されたレーザー光は、図2のビームスプリッタ1010を介して、PD1002で検出される。このとき、上述した動作は負帰還回路を構成しているため、LD1により出射されるレーザー光の光量は、基準電圧Vref3に対応する光量に制御される。

20

【0066】

LD2のL__APCモードにおいて、Driver1とDriver2の動作は上記LD1のL__APCモードの動作と逆になる。LD2のL__APCモードにおけるDriver2の動作は、LD1のL__APCモードにおけるDriver1の動作と同様であるため説明を省略する。

30

【0067】

(M__APCモード)

図8に示すように、LD1のM__APCモードにおいて、コントローラ1027は、SW2をオンに制御する。また、コントローラ1027は、Driver1のSW5-1、SW8-1、SW10-1及びSW13-1をオンに制御し、SW4-1、SW6-1、SW7-1およびSW9-1をオフに制御する。SW4-1、SW6-1をオフに制御することによって、Driver1のコンデンサC1-1を含むサンプルホールド回路およびコンデンサC3-1を含むサンプルホールド回路はAMP10からの出力をサンプルしない。

【0068】

LD1のM__APCモードにおいて、コントローラ1027は、Driver2のSW4-2、SW5-2、SW6-2をオフに制御する。このようにSW4-2、SW5-2、SW6-2がオフになるため、Driver2のサンプルホールド回路はAMP10からの出力をサンプルしない。

40

【0069】

SW2がオンとなっているため、AMP10は、負入力端子に入力された電圧Vpdと正入力端子に入力された基準電圧Vref2とを比較する。AMP10は、比較結果に応じてコンデンサC2-1の電圧を制御する。SW8-1がオンとなりSW7-1、SW9-1がオフとなっているため、APC回路100-1には、コンデンサC2-1の電圧が入力される。なお、SW12-1はオフとなっているため、バイアス回路102-1の出

50

力は定電流源 C C 2 - 1 には出力されない。即ち、M__A P C モードで L D 1 に流れる電流には、バイアス電流 I b i a s は含まれない。

【 0 0 7 0 】

A P C 回路 1 0 0 - 1 の出力は、S W 1 0 - 1 とアシスト回路 1 0 1 - 1 に出力される。S W 1 0 - 1 がオンとなっているため、A P C 回路 1 0 0 - 1 の出力は定電流源 C C 1 - 1 に出力される。なお、S W 1 1 - 1 がオフとなっているため、アシスト回路 1 0 1 - 1 の出力は、定電流源 C C 1 - 1 には出力されない。即ち、M__A P C モードで L D 1 に流れる電流には、立ち上がり補正のためのアシスト電流値は含まれない。そして、S W 1 3 - 1 がオンとなっているため、定電流源 C C 1 - 1 は入力に応じた電流を、S W 1 3 - 1 を介して L D 1 に供給し、L D 1 を駆動する。L D 1 から出射されたレーザ光は、図 2 のビームスプリッタ 1 0 1 0 を介して、P D 1 0 0 2 で検出される。このとき、上述した動作は負帰還回路を構成しているため、L D 1 により出射されたレーザ光の光量は、基準電圧 V r e f 2 で決定される光量に制御される。

10

【 0 0 7 1 】

L D 2 の M__A P C モードにおいて、D r i v e r 1 と D r i v e r 2 の動作は上記 L D 1 の M__A P C モードの動作と逆になる。L D 2 の M__A P C モードにおける D r i v e r 2 の動作は、L D 1 の M__A P C モードにおける D r i v e r 1 の動作と同様であるため説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

(H__A P C モード)

図 9 に示すように、L D 1 の H__A P C モードにおいて、コントローラ 1 0 2 7 は、S W 1 をオンに制御する。また、コントローラ 1 0 2 7 は、S W 4 - 1、S W 7 - 1、S W 1 1 - 1、S W 1 2 - 1 及び S W 1 3 - 1 をオンに制御し、S W 5 - 1、S W 6 - 1、S W 8 - 1 および S W 9 - 1 をオフに制御する。

20

【 0 0 7 3 】

S W 5 - 1、S W 6 - 1 をオフに制御することによって、D r i v e r 1 のコンデンサ C 2 - 1 を含むサンプルホールド回路およびコンデンサ C 3 - 1 を含むサンプルホールド回路は A M P 1 0 からの出力をサンプルしない。即ち、上記コンデンサ C 3 - 1 は、L__A P C モードにおける A M P 1 0 の出力をホールドしており、コンデンサ C 2 - 1 は、M__A P C モードにおける A M P 1 0 の出力をホールドしている。コンデンサ C 2 - 1、C 3 - 1 の電圧は、バイアス回路 1 0 2 - 1 に出力される。バイアス回路 1 0 2 - 1 は、コンデンサ C 2 - 1、C 3 - 1 から入力された電圧に基づいてバイアス電流 I b i a s (後述する図 3 (c)) に相当する電圧を出力する。

30

【 0 0 7 4 】

ここで、バイアス回路 1 0 2 - 1 がバイアス電流 I b i a s を設定する動作を、図 3 (b) を用いて説明する。図 3 (b) は横軸が L D 1 に流れる電流、縦軸が L D 1 の光量を示すグラフであり、レーザ光源 1 0 0 1 の I - L 特性を示している。L__A P C モードのときの L D 1 の光量を第一の光量である P o__L、L D 1 に流れる電流を第三の電流値である I o p__L とする。また、M__A P C モードのときの L D 1 の光量を第二の光量である P o__M、L D 1 に流れる電流を第四の電流値である I o p__M とする。このとき、閾値電流値 I t h は、

40

$$(P o_M \times I o p_L - P o_L \times I o p_M) / (P o_M - P o_L)$$

で表される。

【 0 0 7 5 】

一方、M__A P C モードのときの L D 1 の光量 P o__M は、基準電圧 V r e f 2 で決定され、L__A P C モードのときの L D 1 の光量 P o__L は基準電圧 V r e f 3 で決定される。また、コンデンサ C 2 - 1、C 3 - 1 の電圧により L D 1 に流れる電流 (駆動電流でもある) I o p__M、I o p__L は決定される。このため、閾値電流 I t h の式は、次のように表される。

$$(V r e f 2 \times C 3 - 1 - V r e f 3 \times C 2 - 1) / (V r e f 2 - V r e f 3)$$

50

以上の式を用いた演算により、バイアス回路102-1は閾値電流値 I_{th} を決定し、決定した閾値電流値 I_{th} に基づいて、定電流源CC2-1によりバイアス電流 I_{bias} をLD1に供給する。

【0076】

一方、SW1がオンとなっているため、AMP10は、負入力端子に入力された電圧 V_{pd} と、正入力端子に入力された基準電圧 V_{ref1} とを比較する。AMP10は、比較結果に応じてコンデンサC1-1の電圧を制御する。SW7-1がオンとなっているため、APC回路100-1には、コンデンサC1-1の電圧が入力される。

【0077】

APC回路100-1の出力は、アシスト回路101-1に入力される。SW11-1がオンとなっているため、アシスト回路101-1の出力は定電流源CC1-1に出力される。即ち、H__APCモードでLD1に流れる電流には、バイアス電流 I_{bias} だけでなく、光量波形の立ち上がりの遅延時間を補正するための補正值であるアシスト電流値も含まれている。SW13-1はオンとなっているため、定電流源CC1-1は入力に応じた電流を、SW13-1を介してLD1に供給し、LD1を駆動する。LD1から出射されたレーザ光は、図2のビームスプリッタ1010を介して、PD1002で検出される。このとき、上述した動作は負帰還回路を構成しているため、LD1により出射されたレーザ光の光量は、基準電圧 V_{ref1} で決定される光量に制御される。なお、図3(b)には、基準電圧 V_{ref1} で決定される光量をP1として図示している。

【0078】

LD2のH__APCモードにおいて、Driver1とDriver2の動作は上記LD1のH__APCモードの動作と逆になる。LD2のH__APCモードにおけるDriver2の動作は、LD1のH__APCモードにおけるDriver1の動作と同様であるため説明を省略する。

【0079】

(OFFモード)

図10に示すように、OFFモードにおいて、コントローラ1027は、SW12-1をオンに制御し、他のスイッチをオフに制御する。SW4-1、SW5-1、SW6-1がオフであるため、コンデンサC1-1、C2-1、C3-1の電圧は保持される。また、SW13-1がオフであるため、定電流源CC1-1の出力はLD1に供給されない。SW12-1がオンであるため、バイアス回路102-1で決定された閾値電流値 I_{th} に基づき定電流源CC2-1からバイアス電流 I_{bias} がLD1に供給される。このため、LD1にはバイアス電流 I_{bias} のみが供給され、LD1は微小発光した状態となる。なお、バイアス回路102-1には、コンデンサC2-1、C3-1が保持している電圧が供給されている。なお、OFFモードにおけるDriver2の動作は、Driver1と同様であるため、説明を省略する。

【0080】

(VIDEOモード)

図11に示すように、VIDEOモードにおいて、コントローラ1027は、SW7-1、SW11-1、SW12-1をオンに制御する。一方、VIDEOモードにおいて、コントローラ1027は、SW4-1、SW5-1、SW6-1、SW8-1、SW9-1、SW10-1をオフに制御する。

【0081】

VIDEOモードにおいて、SW4-1、SW5-1、SW6-1がオフになることによって、サンプルホールド回路は、AMP10からの出力をサンプリングしない。即ち、コンデンサC3-1は、L__APCモードにおけるAMP10の出力をホールドしている。コンデンサC2-1は、M__APCモードにおけるAMP10の出力をホールドしている。コンデンサC1-1は、H__APCモードにおけるAMP10の出力をホールドしている。そのため、VIDEOモードにおいて、コンデンサC1-1、コンデンサC2-1、コンデンサC3-1の電圧は、自然放電以外の要因で変動することはない。

【 0 0 8 2 】

SW7-1がオンになり、SW8-1およびSW9-1がオフになることによって、APC回路100-1には、コンデンサC1-1の電圧が入力される。これによってAPC回路100-1は、コンデンサC1-1の電圧に応じて動作する。VIDEOモードにおいて、SW11-1がオンであり、SW10-1がオフであるため、APC回路100-1の出力は、アシスト回路101-1を介して定電流源CC1-1に入力される。定電流源CC1-1は、アシスト回路101-1からの入力信号に応じた値のスイッチング電流 I_{sw} を出力する。

【 0 0 8 3 】

SW13-1はOR回路101を介してPWM信号により制御される。VIDEOモードにおいて、LD1の光量波形の立ち上がり時間の遅延が補正される動作を、図3(c)を用いて説明する。ここで、図3(c)(i)はPWM信号の波形を示し、図3(c)(ii)はLD1に供給される電流の波形(以下、電流波形という)を示す。また、図3(c)(iii)はLD1から出射される光の光量波形を示す。横軸はいずれも時間を示す。なお、PWM信号がハイレベルのときにSW13-1はオンし、PWM信号がローレベルのときにSW13-1はオフする。また、図3(b)の「Ioffset」とは、アシスト回路101-1による光量波形の立ち上がり時間の遅延を補正したことによる電流で、微小露光によるオフセットとは異なるものである。

【 0 0 8 4 】

まず、入力されたPWM信号がローレベルでSW13-1がオフとなっている場合、OFFモードと同様に、SW12-1はオンであるため、定電流源CC2-1の出力がLD1に供給される。このため、図3(c)(ii)に示すように、LD1には、バイアス電流 I_{bias} が供給される。

【 0 0 8 5 】

一方、PWM信号がハイレベルとなってSW13-1がオンした場合には、次のような動作となる。SW7-1はオンとなっているため、コンデンサC1-1に保持された電圧がAPC回路100-1に出力される。また、APC回路100-1の出力はアシスト回路101-1に入力される。アシスト回路101-1には、OR回路101を介してPWM信号も入力される。このため、アシスト回路101-1は、コンデンサC1-1で決定される電流値より大きな電流値となるように、SW11-1を介して定電流源CC1-1に制御信号を供給する。これにより、図3(c)(ii)に示すように、LD1は、定電流源CC1-1からSW13-1を介して供給された大きな電流によって、電流波形の立ち上がりが大きくなる。そして、図3(c)(iii)に示すように、LD1の光量波形の立ち上がり時間は、遅延が補正される。

【 0 0 8 6 】

光量波形が立ち上がった後は、LD1の光量が基準電圧 V_{ref1} で決定される光量となるように、アシスト回路101-1によって定電流源CC1-1の出力が制御される。このとき、アシスト回路101-1の出力にはアシスト回路101-1で付加されたオフセット電圧が重畳され、定電流源CC1-1の出力にもオフセット電流 I_{offset} が重畳される。即ち、図3(c)(ii)の電流波形の実線は、 $I_{bias} + I_{sw} + I_{offset}$ となっている。しかし、H-APCモード時もアシスト回路101-1の出力よりAPCを行っていたため、このオフセット電流 I_{offset} を含めて基準電圧 V_{ref1} で決定される光量(P1)となるように、コンデンサC1-1の電圧が保持されている。このため、LD1は、PWM信号により基準電圧 V_{ref1} で決定される光量で駆動されることとなる。なお、VIDEOモードにおけるDriver2の動作は、Driver1と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 8 7 】

[プリントシーケンス]

次に、図12を用いて本実施例のプリントシーケンスを説明する。コントローラ1027はジョブを受信すると、不図示のROMに記憶されたプログラムに従って、不図示のR

10

20

30

40

50

AMを一時的なデータの記憶領域として用いながら、以下の印字シーケンスを開始する。S402でコントローラ1027は、スキャナモータ1003に制御信号を出力し、スキャナモータ1003の回転を開始する。S403でコントローラ1027は、閾値電流値 I_{th} からバイアス電流値 I_b を求めるためのバイアス係数に第一の係数である $1 = 0.5$ を設定する。このときのバイアス係数は、バイアス回路102-1の供給できるバイアス電流の最大値 I_{bmax} に対して閾値電流値 I_{th} より十分低くなる係数 1 に決定する($I_{th} > 1 \times I_{bmax}$)。このように、バイアス電流 I_b は最大でも閾値電流値より大きくなならない値に設定する。

【0088】

S404でコントローラ1027は、初期のAPC(以下、初期APCとする)を実行する。ここで、初期APCとは、スキャナモータ1003が後述するS405で目標回転数に達するまでに行われるAPCのことをいう。コントローラ1027は、H__APCモード、M__APCモード、L__APCモードの動作を行い、それぞれのコンデンサC1-1、C2-1、C3-1に初期電圧を充電させる。即ち、コンデンサC1-1、C2-1、C3-1が電荷を保持していない状態から充電を開始する。これらの動作時にバイアス係数を十分低く設定することにより、バイアス電流 I_b を閾値電流値 I_{th} より十分低くし、微小発光による光量 P_{offset} を十分小さくすることで、暗電流キャンセル回路500の誤動作を防ぐ。即ち、初期APCとは、バイアス係数を十分低く設定して行うAPCであるともいえる。

【0089】

S405でコントローラ1027は、スキャナモータ1003の位相制御が位相ロックしたか、即ちスキャナモータ1003が目標回転数になったか否かを判断する。ここで、コントローラ1027は、例えばBD信号の周期をカウントし、カウントした周期に基づいてスキャナモータ1003の回転数を検知することにより、スキャナモータ1003が目標回転数になったか否かを判断する。このように、コントローラ1027は、スキャナモータ1003の回転数を検知する回転数検知手段としても機能する。

【0090】

S405でコントローラ1027は、スキャナモータ1003が位相ロックしていないと判断した場合にはS405の処理を繰り返し、位相ロックしたと判断した場合はS406の処理に進む。S406でコントローラ1027は、バイアス係数に第二の係数である $2 = 0.9$ を設定し、S407で画像形成(プリント動作)を行う。なお、バイアス係数を 0.9 に設定するまでは、バイアス係数を 0.5 とした状態で初期APCが継続して実行される。また、プリント動作中は、バイアス係数を 0.9 として、図4の処理を実行する。S406のバイアス係数は、閾値電流値 I_{th} では微小のレーザ発光を行うため、レーザ発光を行わない最大の電流値となるような値に決定する。これにより、画像形成時に最適な潜像を形成することが可能となる。

【0091】

このように、本実施例では、スキャナモータ1003、言い換えれば回転多面鏡1012の回転数が目標回転数となるまでの画像形成動作前には、バイアス係数を 0.5 とし、バイアス電流値を第一の所定値($= 0.5 \times I_{th}$)とする。そして、その後、回転多面鏡1012の回転数が目標回転数に達した所定のタイミング以降の画像形成動作時には、バイアス係数を 0.9 とし、バイアス電流値を第一の所定値よりも大きい第二の所定値($= 0.9 \times I_{th}$)とする。これにより、本実施例では、暗電流キャンセル回路500が閾値電流値 I_{th} を求める際に及ぼす影響を低減できる。

【0092】

以上、本実施例によれば、バイアス電流値の設定精度の低下を抑制することができる。

【符号の説明】

【0093】

500 暗電流除去回路
1001 レーザ光源

10

20

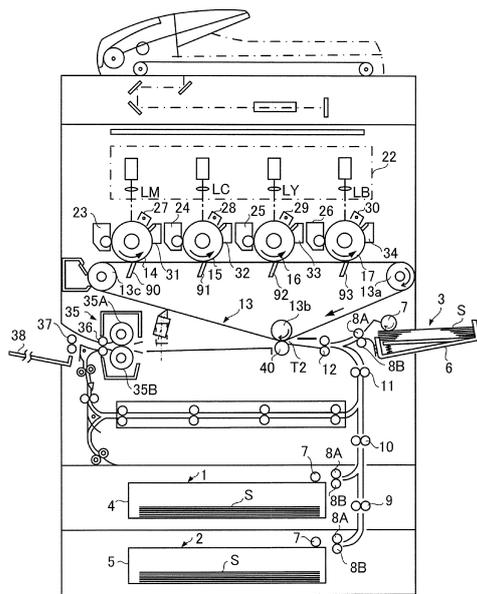
30

40

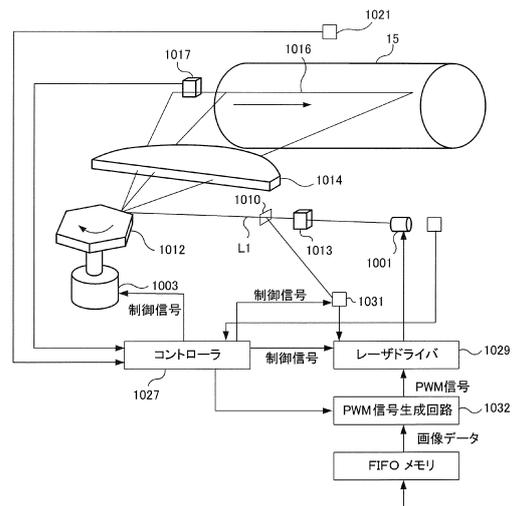
50

- 1 0 0 2 フォトダイオード
- 1 0 2 7 コントローラ
- A M P 1 0 エラーアンプ
- C C 1 - 1、C C 2 - 1 定電流源

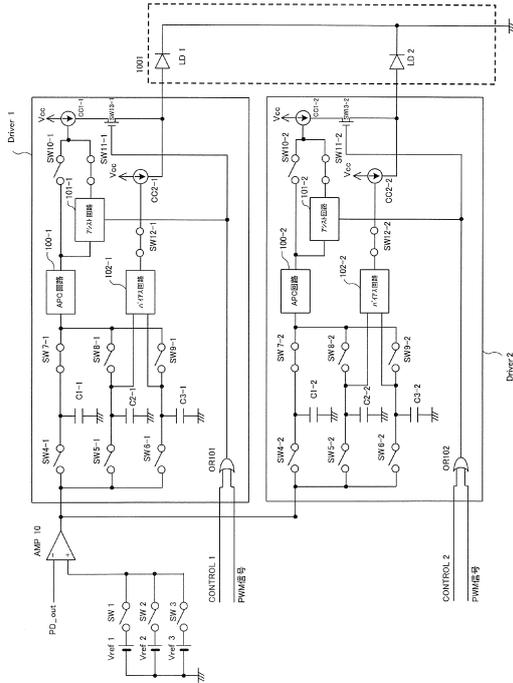
【図 1】



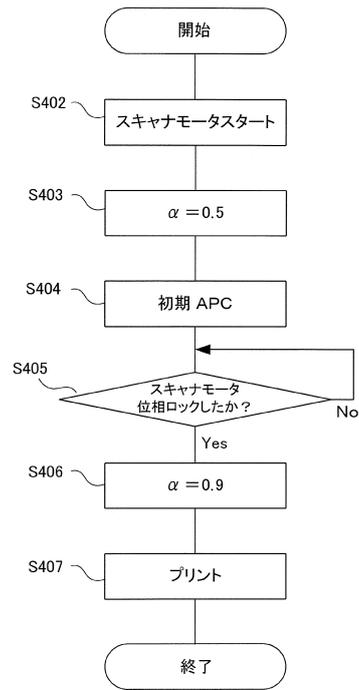
【図 2】



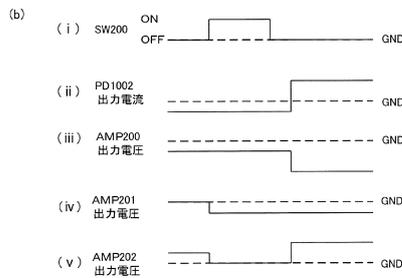
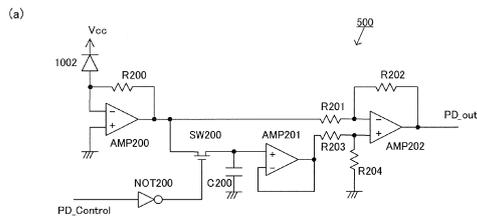
【図 1 1】



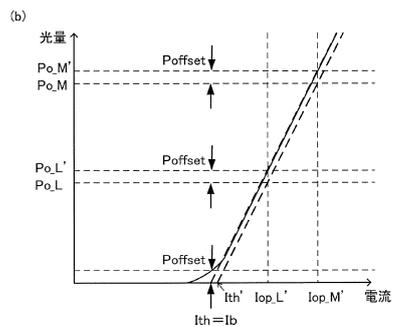
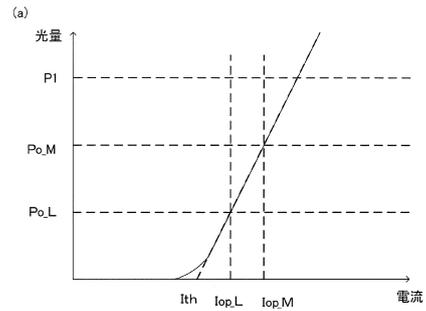
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-055158(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0215211(US,A1)
特開2011-034002(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0032323(US,A1)
特開2013-163309(JP,A)
特開2011-020282(JP,A)
特開2003-298178(JP,A)
特開2001-088344(JP,A)
米国特許第06549265(US,B1)
特開2009-016747(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0016394(US,A1)
特開2007-261024(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0195153(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/47
G03G 21/00
H01S 5/0683
H04N 1/113