

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3728090号

(P3728090)

(45) 発行日 平成17年12月21日(2005.12.21)

(24) 登録日 平成17年10月7日(2005.10.7)

(51) Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/44

F I

B 4 1 J 3/00

D

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平10-43339	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成10年2月25日(1998.2.25)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開平11-240198		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成11年9月7日(1999.9.7)	(74) 代理人	100077481
審査請求日	平成14年11月11日(2002.11.11)		弁理士 谷 義一
		(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫
		(72) 発明者	大村 昌伸
			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
		(72) 発明者	川崎 素明
			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
		審査官	門 良成
			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】

光源が所望の光量の光ビームを発生するための駆動電流値を決定する決定手段と、
前記決定手段により決定される駆動電流値に基づいて、入力信号に応じて変調されるパルス電流を前記光源へ供給する手段とを有し、

所望の光量の変調光ビームを光源より発生させて画像を形成する画像形成装置において、

前記パルス電流の振幅が所定の制限値を超えない様に該パルス電流を該制限値に制限する制限手段を設け、

前記制限手段により制限されたパルス電流の振幅値と前記決定手段により決定された駆動電流値との差分が前記入力信号にかかわらず前記光源へ供給される様構成したことを特徴とする画像形成装置。

10

【請求項2】

前記光源から発生される光ビームの光量をモニタするモニタ手段を有し、
前記決定手段は、前記モニタ手段によりモニタされた光量に基づいて、前記駆動電流の値を決定する手段を有することを特徴とする請求項1記載の画像形成装置。

【請求項3】

前記決定手段は、電流増幅器を含むことを特徴とする請求項1記載の画像形成装置。

【請求項4】

前記光源は半導体レーザであることを特徴とする請求項1記載の画像形成装置。

20

【請求項 5】

前記決定手段により決定された駆動電流から、前記制限されるパルス電流の振幅分を減算する電流減算手段と、

前記電流減算手段の出力と、前記制限手段により制限されたパルス電流とを加算する電流加算手段とを有し、

前記電流加算手段の出力を前記半導体レーザのカソードへ供給することを特徴とする請求項 4 記載の画像形成装置。

【請求項 6】

前記決定手段により決定された駆動電流から、前記制限手段により制限されたパルス電流を減算する電流減算手段を有し、

前記電流減算手段の出力を、前記半導体レーザのアノードに供給することを特徴とする請求項 4 記載の画像形成装置。

【請求項 7】

前記制限手段は前記駆動電流の値に基いて前記パルス電流の振幅を制限することを特徴とする請求項 1 記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像形成装置に関し、特に、レーザー光源からのレーザー光を検知した検知信号に基づいてレーザー光源を駆動して感光体を露光し、感光面に潜像を形成する複写機、プリンタ、ファクシミリ装置などの画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタル光通信や電子写真の画像形成装置などで、電気パルス信号を光パルスに変換するために発光素子としてレーザーダイオードが用いられており、その発光量は素子の動作温度が変化しても所望の光量が得られることが要求されている。しかしながら、レーザーダイオードの発光特性は、動作温度に大きく依存しており、動作温度の変化に伴い所望の光量を得るためには、発光素子駆動回路によりレーザーダイオード駆動電流を制御する必要がある。

【0003】

図 9 は、第 1 の従来例として、カソード駆動タイプレーザーのパルス電流制御によるレーザーダイオード駆動回路の構成を示す。

【0004】

図 9 において、101 はコンパレータ、102、106 は基準電圧源、103 はサンプルホールド回路 (S/H)、104 はホールドコンデンサ (CH)、105 は電流増幅回路、108 は基準電流源 (I0)、107 はスイッチング回路 (SW)、111 はレーザーダイオード (LD)、112 はフォトダイオード (PD)、110 はモニタ抵抗 (RM) である。

【0005】

図 9 の従来例において、サンプルホールド回路 103 がサンプリング状態にある期間中 (以下、APC: (Automatic Power Control) 動作中という) は、スイッチング回路 107 はオン状態にあり、また、入力データ (DATA) はレーザーダイオード 111 が全面発光状態になるように設定されている。レーザーダイオード 111 の発光量が所望の光量になるよう、フォトダイオード 112 でレーザーダイオード 111 からの光量をモニタし、フォトダイオード 112 に発生するモニタ電流 I_M をモニタ抵抗 110 に流すことにより、モニタ抵抗端 110 にはモニタ電圧 V_M が発生する。モニタ電圧 V_M が一定 (すなわち発光量が一定) になるように、電流増幅回路 105 が基準電流源 108 を基にレーザーダイオード駆動電流を制御する。

【0006】

また、サンプルホールド回路 103 がホールド期間中は、入力データに応じスイッチング

10

20

30

40

50

回路107がレーザーダイオード駆動電流をオン／オフさせることで、レーザーダイオード111にパルス変調信号を与える。

【0007】

しかしながら、図9の構成では、光パルス変調の動作周波数が高くなるとレーザーダイオード特有の発光遅延が問題となり、変調された光パルスの過渡特性が悪くなる。

【0008】

図10は、第1の従来例の問題点を解決する手法の1つである第2の従来例を示す。第2の従来例は、レーザーダイオードの発光遅延による光パルスの過渡特性を改善するために、レーザーダイオード駆動電流に直流のバイアス電流を加えたものである。基本的な構成は図9の第1の従来例と同じなので、詳細な説明は省略する。109はバイアス電流を与える電流源（IB）、115は基準パルス電流源（IPO）である。

10

【0009】

図10の従来例でも、APC動作中はスイッチング回路107はオン状態にあり、また入力データはレーザーダイオード111が全面発光状態になるように設定されている。全面発光状態でレーザーダイオード111の発光量が一定になるよう、フォトダイオード112とモニタ抵抗110の構成によって得られるモニタ電圧VMを基に、基準パルス電流IPOから電流増幅回路105でパルス電流IPを制御し、パルス電流IPとバイアス電流IBを重ねることでレーザーダイオード駆動電流ILDを決定している。

【0010】

また、ホールド期間中は、入力データに応じてスイッチング回路107がパルス電流IPをオン／オフさせることで、レーザーダイオード駆動電流ILDパルス変調信号を与えている。

20

【0011】

図10の従来例では、バイアス電流IBをレーザーダイオード111が発光するしきい値電流付近まで加えなければ、レーザーダイオード111の発光遅延を効果的に減少させることができない。

【0012】

しかし、図10の従来例では、レーザーダイオード111の発振しきい値電流は先に述べたように動作温度により変化し、また、個々の素子によっても変化するため、光パルスが完全にオフせず、十分な消光比を取ることができなくなる可能性が高い。したがって、実際の使用上は、しきい値電流付近にバイアス電流を固定値で設定することは困難である。

30

【0013】

図11は第3の従来例を示す。第3の従来例は、第2の従来例と同様に駆動電流にバイアス電流を加えたものであるが、制御する電流の対象がバイアス電流になっており、パルス電流は固定としている。図9の参照番号と同じものに関しては詳細な説明を省く。113はバイアス電流IBを決定する基準バイアス電流源（IB0）、114はパルス電流IPを与えるパルス電流源（IP）である。

【0014】

図11の従来例でも、APC動作中は、スイッチング回路107はオン状態にあり、また、入力データはレーザーダイオード111が発光状態になるように設定されている。発光状態でレーザーダイオード111の発光量が所望の値になるよう、フォトダイオード112とモニタ抵抗110の構成によって得られるモニタ電圧VMと所望の光量に相当する基準電圧Vref1との誤差電圧を基に、基準バイアス電流IB0を電流増幅回路105にてバイアス電流IBを制御し、レーザーダイオード駆動電流ILDを制御している。また、ホールド期間中は入力データに応じてパルス電流IPをスイッチング回路107にてオン／オフさせることで、レーザーダイオード駆動電流ILDにパルスデータを与え光パルス変調を行なっている。

40

【0015】

しかし、図11の従来例では、レーザーダイオード111の低温動作時等、レーザーダイオード駆動電流が少なくてもよいときに、バイアス電流が不用となり制壇耐能状態に陥る可

50

能性がある。

【0016】

以下、制御不能な状態に陥る場合について更に詳しく説明する。

【0017】

図12は、一般的なレーザーダイオードの動作温度変化によるレーザー駆動ダイオード電流と光出力の関係を示す。

【0018】

動作温度が上昇するとしきい値電流は高くなり、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} が増加する。この場合は、先に述べたような問題は起こらない。反対に、動作温度が低下するとしきい値電流は低くなり、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} は少なくすむので、レーザーダイオードからの光出力 p を所望の値にするためにバイアス電流 I_B を減少させる。しかし、バイアス電流 I_B が不要で、さらに、パルス電流 I_P の設定値よりも少ない値で所望の光出力が得られるようなところでは、光量を一定にする制御ができなくなってしまう。これは、固定値であるパルス電流 I_P を設定値以下にすることができないからである。

10

【0019】

また、レーザーダイオードの温度特性にはもう一つ特有の現象がある。特有の現象は、レーザー発振領域でのスロープ効率（微分効率ともいう）が低下するというものである。したがって、光パルス変調を行なう上で、動作温度の上昇等によりレーザーダイオード駆動電流が増加し、スロープ効率が低下した場合、パルス電流を大きくしなければレーザーダイオードの消光比を十分に確保することができない。

20

【0020】

図13は、温度変化に対するレーザ駆動電流 I_{LD} の変化とパルス電流およびバイアス電流の割合の関係を示している。

【0021】

動作温度 T_a が高温から低温に低下すると、レーザー駆動電流 I_{LD} は減少する。さらに動作温度が低下し、バイアス電流 I_B が $I_B = 0$ のところまでは、レーザーダイオードからの発光量を一定にする制御が可能であるが、バイアス電流 I_B が不要なところになると、制御ができなくなってしまう。すなわち、図13中の領域Aではパルス電流 I_P を減少させる電流が必要となるため、所望の光量にする制御を行えない。

30

【0022】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように従来の技術では、レーザーダイオードの発光動作の高速性を確保するために、通常、発振しきい値電流に近い直流電流をバイアス電流として供給しておき、入力データに応じたパルス電流をバイアス電流に重畳してレーザーダイオードに電流を供給している。レーザーダイオードの発光動作の駆動方法としては、パルス電流制御とバイアス電流制御があり、それぞれ一長一短がある。

【0023】

バイアス電流制御においては、光パルス変調において高速性を確保できるが、レーザーダイオードの動作温度変化などによって、発振しきい値電流やスロープ効率の変化により、レーザー光の消光比を十分に取れない可能性が高く、また、バイアス電流がゼロ以下のところでは、所望の光量にする制御を行えない。一方、パルス電流制御においては、いかなる動作温度においてもバイアス電流をしきい値電流を超えない程度に設定することにより、レーザー光の消光比を十分確保できるが、周波数の高い光パルス変調を行なったときに光パルスの過渡特性が悪くなってしまう。

40

【0024】

そこで、本発明は上記の課題に鑑みて成されたものであって、その目的は、上記の課題を解決した画像形成装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】

50

上記の課題を解決するために請求項 1 の本発明の装置は、光源が所望の光量の光ビームを発生するための駆動電流値を決定する決定手段と、前記決定手段により決定される駆動電流値に基づいて、入力信号に応じて変調されるパルス電流を前記光源へ供給する手段とを有し、所望の光量の変調光ビームを光源より発生させて画像を形成する画像形成装置において、前記パルス電流の振幅が所定の制限値を超えない様に該パルス電流を該制限値に制限する制限手段を設け、前記制限手段により制限されたパルス電流の振幅値と前記決定手段により決定された駆動電流値との差分が前記入力信号にかかわらず前記光源へ供給される様構成したことを特徴とする。

【0026】

また、請求項 2 の本発明の装置は、前記光源から発生される光ビームの光量をモニタするモニタ手段を有し、前記決定手段が、前記モニタ手段によりモニタされた光量に基いて、前記駆動電流の値を決定する手段を有することを特徴とする。

10

【0027】

また、請求項 3 の本発明の装置は、前記決定手段が、電流増幅器を含むことを特徴とする。

【0028】

また、請求項 4 の本発明の装置は、前記光源が半導体レーザであることを特徴とする。

【0029】

また、請求項 5 の本発明の装置は、前記決定手段により決定された駆動電流から、前記制限されるパルス電流の振幅分を減算する電流減算手段と、前記電流減算手段の出力と、前記制限手段により制限されたパルス電流とを加算する電流加算手段とを有し、前記電流加算手段の出力を前記半導体レーザのカソードへ供給することを特徴とする。

20

【0030】

また、請求項 6 の本発明の装置は、前記決定手段により決定された駆動電流から、前記制限手段により制限されたパルス電流を減算する電流減算手段を有し、前記電流減算手段の出力を、前記半導体レーザのアノードに供給することを特徴とする。

また、請求項 7 の本発明の装置は、前記制限手段が前記駆動電流の値に基いて前記パルス電流の振幅を制限することを特徴とする。

【0031】

【発明の実施の形態】

30

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0032】

(実施の形態 1)

図 1 は本発明を適用した画像形成装置の実施の形態 1 を示す側面透視図である。

【0033】

図 1 が示す複写機 1 は画像形成装置の一種であり、原稿給紙装置 2 上に積載された原稿が 1 枚ずつ順次原稿台ガラス面 3 上に搬送される。原稿が原稿台ガラス面 3 上に搬送されると、スキャナユニット 4 内のランプ 5 が点灯すると共に、スキャナユニット 4 が図中 X 方向に移動して原稿面全体を照射する。

【0034】

40

原稿からの反射光はミラー 6 a, 6 b, 6 c を介した後にレンズ系 7 を通り、図中 Z 方向に延在するリニアイメージセンサ 8 の撮像面に、原稿に記載された画像を結像する。リニアイメージセンサ 8 は結像した画像を光電変換し、画像信号を出力する。この画像信号は、信号処理回路（図示せず）によって相関二重サンプリング、波形整形等の処理を施された後、例えば D R A M で構成される画像メモリ（図示せず）に一旦格納され、再び読み出される。読み出された画像信号は、露光制御部 9 に入力される。

【0035】

露光制御部 9 は光源に相当する半導体レーザを含んでおり、この半導体レーザは画像メモリから読み出された画像信号に応じて発光タイミングを制御される。半導体レーザからのレーザビームは、回転多面鏡 10 に照射される。円筒状の感光ドラム 11 は図中時計回り

50

方向（CW）に回転しており、帯電器12によって感光面を一様に帯電されている。回転多面鏡10からの反射光はミラー6dで反射された後に感光ドラム11の感光面に照射されて帯電した電荷の一部を除去し、感光面に静電潜像を形成する。半導体レーザに代えて、たとえばガスレーザを光源として使用することも考えられるが、この場合には高速で光変調する光変調装置が必要になる。

【0036】

ここで、図2は図1中の要部の構成を示す図である。図2において、図1の構成要素と同一構成要素には同一の符号を付してあり、ミラー6aは省略してある。

【0037】

半導体レーザ20からのレーザビームLは、コリメータレンズ21および絞り22によりほぼ平行光にされて、所定のビーム経で回転多面鏡10に入射する。回転多面鏡10は、図中反時計回り方向（CCW）に等角速度で回転している。この回転により、回転多面鏡10に入射したレーザビームLは連続的に反射角度を変える偏向ビームLdとなって反射される。

10

【0038】

円弧走査光である偏向ビームLdはf- θ レンズ23により集光作用を受け、感光ドラム11の感光面上の直線に焦点を結ばせる。同時に、f- θ レンズ23が走査の時間的な直線性を保証するような歪曲収差の補正を行うので、偏向ビームLdは感光ドラム11の感光面を図中矢印方向に等速で走査する。感光ドラム11への静電潜像の形成は、半導体レーザ20の発光タイミングを前記した画像メモリからの画像信号に応じて可変制御することによって行われる。

20

【0039】

ビームディテクタ24は回転多面鏡10からの偏向ビームLdを検知し、距離dに応じた一定時間後に画像信号に基づいてレーザビームLの変調を開始するように半導体レーザ20の駆動タイミングが制御される。これにより、感光ドラム11の感光面上での画像の記録開始位置を一定にすることができる。

【0040】

図1に戻って説明するに、偏向ビームLdによって感光面上の電荷を画像信号に応じて除去されて露光されることで、感光ドラム11に静電潜像が形成される。この静電潜像は、現像器13によってトナーを塗布されることで現像される。感光ドラム11に形成された静電潜像が現像されるタイミングに合わせて、被転写紙が被転写紙積載部14aまたは14bから搬送機構によって感光ドラム11近傍位置まで搬送されてくる。

30

【0041】

そして、被転写紙が感光ドラム11の下方に配設された転写器15と感光ドラム11の間を通過することで、現像された画像が被転写紙に転写される。その後、被転写紙上の画像は定着器16によって加熱され、被転写紙に定着される。画像を定着されて印刷が終了した被転写紙は、排紙ローラ17によってマルチトレイ装置18の所定のトレイに排紙される。

【0042】

図3は、本発明を適用した画像形成装置に用いられるカソード駆動タイプレーザダイオードを駆動する発光素子駆動回路の実施の形態1を示すものである。

40

【0043】

図3において、31はコンパレータ、32はサンプルホールド回路（S/H）、33はホールドコンデンサ（CH）、34は可変gmアンプ、35は電流制限回路（LIM）、36はスイッチング回路（SW）、37、38は電流バッファ、39は電流減算回路、40は電流加算回路、41はレーザダイオード（LD）、42はフォトダイオード（PD）、43は電流電圧変換回路（I/V）を示す。

【0044】

まず、本実施の形態で使用する可変gmアンプ34の定義について説明する。可変gmアンプ34は2つの電圧と1つの基準電流 I_{in} を入力とする電流増幅器であり、出力電流が基準電流 I_{in} に対してある関数を持っている。可変gmアンプ34の出力電流 I_{ou}

50

t は、2つの入力電圧の電位差を Δv_i とすると、以下の式で表される。なおここでは、説明を簡単にするために、可変gmアンプ34のゲインは1とする。

【0045】

【数1】

$$I_{out} = f(\Delta v_i) \cdot I_{in} = k \cdot I_{in}$$

ただし、 $k = f(\Delta v_i)$

ここで、kは $0 \leq k \leq 1$ の値を取り、以下、制御関数kと呼ぶことにする。

【0046】

入力電位差 Δv_i が $-1 \sim +1$ 間において変化した時、制御関数k、出力電流 I_{out} は、以下のように変化するものとする。なお、上記変化範囲では、制御関数k、出力電流 I_{out} は線形に変化しているものとする。

10

【0047】

【数2】

$$\Delta v_i = -1 \sim 0 \sim +1$$

$$k = 0 \sim 0.5 \sim 1$$

$$I_{out} = 0 \sim I_{in}/2 \sim I_{in}$$

図3において、フォトダイオード42の出力のモニタ電流 I_M は電流電圧変換回路43に入力され、電流電圧変換回路43の出力電圧 V_M はコンパレータ31の負入力端子に入力されている。コンパレータ31の正入力端子には、所望の光量に相当する基準電圧 V_{ref1} が入力され、コンパレータ31の出力はサンプルホールド回路32に入力されている。サンプルホールド回路32には、ホールドコンデンサ33が接続されている。サンプルホールド回路32の出力電圧 V_{err} は、可変gmアンプ34の正入力端子に入力されている。

20

【0048】

可変gmアンプ34の負入力端子には基準電圧 V_{ref2} が入力され、基準電流として I_0 が入力されており、2つの入力電圧 V_{err} 、 V_{ref2} の電位差に応じて出力される電流が発光量を決定するレーザーダイオード駆動電流 I_{LD} ($= k \cdot I_0$)となる。レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} は、電流制限回路35と電流バッファ37に入力されている。電流制限回路35には電流制限値として基準パルス電流 I_{P0} が入力されており、電流制限回路35の出力をレーザーダイオード41の出力光に光パルス変調信号の振幅レベルを与える電流としている。

30

【0049】

電流制限回路35の出力電流は、スイッチング回路36と電流バッファ38に入力されている。電流バッファ37の出力電流と電流バッファ38の出力電流は電流減算回路39にて電流減算され、減算された電流をパルス変調時のローレベルの電流とし、バイアス電流 I_B と呼ぶことにする。スイッチング回路36の出力電流 I_P (これをパルス電流とする)とバイアス電流 I_B は、電流加算回路40にて電流加算される。加算された電流はレーザーダイオード41のカソードに供給される。

【0050】

ここで、電流制限回路35の入出力特性は、出力電流 I_P の最大値が図4の(a)の曲線に示すように入力レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} の増大に対して一定の電流制限値 ($k_2 \cdot I_{P0} = I_{P0}$) に制限されるものとする。

40

【0051】

次に、本実施の形態においてレーザーダイオード駆動電流 I_{LD} を決定する動作について説明する。

【0052】

A/P動作中は、スイッチング回路36はオン状態で、画像信号に基づいた入力データ (DATA) はレーザーダイオード41が全面発光状態になるように設定されているものとする。スイッチング回路36がオンの状態で、レーザーダイオード41の光出力をフォトダイオード42でモニタすることにより、電流電圧変換回路43にモニタ電流 I_M が流れ

50

、電流電圧変換回路43の出力にはモニタ電圧VMが発生する。

【0053】

コンパレータ31はモニタ電圧VMと所望の光量に相当する基準電圧Vref1を比較し、その結果をサンプルホールド回路32を介して誤差電圧Verrとして可変gmアンプ34に出力する。可変gmアンプ34は、誤差電圧Verrと基準電圧Vref2の電位差を基に制御関数kを決定し、レーザーダイオード駆動電流ILDを制御する。

【0054】

制御関数kが0から1まで線形に変化したとき、レーザーダイオード駆動電流ILDも線形に変化しており、その時のパルス電流IPとバイアス電流IBは、以下のように決定される。なお、下記で使用している変数k1は電流制御が働きはじめるときの制御関数値であり、変数k2は電流制御が完全に働いているときの制御関数値である。

10

【0055】

▲1▼制御関数kが $0 \leq k \leq k1$ の範囲では、レーザーダイオード駆動電流ILDが基準パルス電流IP0より小さいので電流制限回路35が動作せず、レーザーダイオード駆動電流ILDがパルス電流IPとなる。すなわち、 $0 \leq k \leq k1$ の領域では、レーザーダイオード41はパルス電流制御によって発光動作を制御されている。

【0056】

▲2▼制御関数kが $k1 \leq k \leq k2$ の範囲では、レーザーダイオード駆動電流ILDが基準パルス電流IP0に近づくため、電流制限回路35が徐々に動作し始め、レーザーダイオード駆動電流ILDとパルス電流IPに差が生じる。電流ILDと電流IPの差分がバイアス電流IBとなり、制御関数kがさらに増加するとバイアス電流IBも徐々に増加していく。つまり、 $k1 \leq k \leq k2$ の領域はパルス電流制御からバイアス電流制御へ移行している領域であり、レーザーダイオード41はパルス電流制御とバイアス電流制御が混在した状態で発光動作を制御されている。

20

【0057】

▲3▼制御関数kが、 $k2 \leq k \leq 1$ の範囲では、レーザーダイオード駆動電流ILDが基準パルス電流IP0よりも大きいので電流制御回路35が十分に動作しており、パルス電流IPは電流制限値である基準パルス電流IP0となり、バイアス電流IBは線形に増加していく。すなわち、 $k2 \leq k \leq 1$ の領域では、レーザーダイオード41はバイアス電流制御によって発光動作を制御されている。

30

【0058】

図5は上記説明を図示したものであり、本実施の形態のレーザーダイオード駆動回路は、パルス電流制御からバイアス電流制御への移行を連続的に行なえる。また、移行途中では両者が混在する状態での制御を行なえる。本実施の形態のレーザーダイオード駆動回路はさらに、バイアス電流制御からパルス電流制御への、上記説明とは逆方向の移行も連続的に行なえる。

【0059】

また、サンプルホールド回路32がホールド状態にある時は、ホールドコンデンサ33にホールドされた誤差電圧Verrにより制御関数kが決まり、レーザーダイオード駆動電流ILDが決定され、パルス電流IPとバイアス電流IBも決定される。

40

【0060】

なお、入力データに応じた光パルス変調を行なうためには、スイッチング回路36を入力データに応じてオン／オフさせる。

【0061】

図6は動作温度が変化したときの本実施の形態におけるレーザーダイオード駆動電流示す図であり、図13に対応している。

【0062】

縦軸のレーザーダイオード駆動電流ILDを構成するパルス電流IPおよびバイアス電流IBの割合は、横軸の動作温度Taに対して図示の関係となっている。図6と図13を比較すると分かるように、本実施の形態を用いると、従来の技術で制御不能だった領域（図

50

13に示した領域Aに相当する領域)でも制御できる。すなわち、動作温度 T_a が高いときはパルス電流が一定となってバイアス電流制御、動作温度 T_a が低いときはパルス電流制御により制御範囲を従来よりも広くすることができる。

【0063】

また、本実施の形態の更なる特徴は、電流制限回路35の電流制限値である基準パルス電流 I_{P0} の値を変えることで、パルス電流制御からバイアス電流制御への制御の移行点、あるいは、バイアス電流制御からパルス電流制御への制御の移行点を自由に変えることができる点である。極論するならば、基準パルス I_{P0} を最大レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} 以上に設定すると、レーザーダイオード41の発光動作はパルス電流制御によって行われる。

10

【0064】

さらに、バイアス電流 I_B はレーザ駆動電流 I_{LD} とパルス電流 I_P の差から決定しているので、レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} は、制御の移行点に関係なくコンパレータ31が出力する誤差電圧 V_{err} によってのみ決定される。

【0065】

以上説明したように本実施の形態では、可変 g_m アンプ34により所望の光量が得られるよう制御されたレーザーダイオード駆動電流 I_{DL} から、電流制限回路35とスイッチング回路36を用いてパルス電流 I_P を決定し、また、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} とパルス電流 I_P との差分を電流減算回路39により求めてバイアス電流 I_B とし、パルス電流 I_P とバイアス電流 I_B を電流減加算回路40により重畳したものをレーザーダイ

20

【0066】

これにより、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} が少なくてすむ低温動作時には、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} が電流制限回路35の制限値以下であり、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} のすべてがパルス電流 I_P でパルス電流 I_P のみで制御可能となる。したがって、完全にパルス電流制御によってのみレーザーダイオード駆動電流 I_{DL} を制御することでレーザーダイオード41の発光動作が制御される。

【0067】

レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} が電流制限回路35の制限値(基準パルス電流値)に近づき、パルス電流 I_P の増加量が徐々に減少し、レーザダイオード駆動電流 I_{DL} が少

30

【0068】

さらに、レーザーダイオード41の動作温度変化等によりレーザーダイオード駆動電流 I_{DL} を多く必要とする高温動作時には、レーザーダイオード駆動電流 I_{DL} が電流制限回路35の制限値以上であり、パルス電流 I_P は電流制限回路35の制限値となり、バイアス電流 I_B はレーザーダイオード駆動電流 I_{DL} とパルス電流 I_P の差になる。したがって、バイアス電流制御によってのみレーザーダイオード駆動電流 I_{DL} を制御することで

40

【0069】

上記の制御の移行、つまり、バイアス電流制御からパルス電流制御への移行、あるいは、パルス電流からバイアス電流への移行は、自動的且つ連続的に行なうことができる。また、電流制限値を決定する基準パルス電流は任意に設定することができるので、制御の移行点を自由に変えることもできる。

【0070】

(実施の形態2)

図7は、実施の形態2として、アノード駆動タイプのレーザーダイオード駆動回路を示すものである。図7中で使用している参照番号は実施の形態1と同じなので、図中の構成要

50

素についての説明は省略する。

【0071】

図7において、フォトダイオード42の出力のモニタ電流 I_M は電流電圧変換回路43に入力され、電流電圧変換回路43の出力電圧 V_M はコンパレータ31の負入力端子に入力されている。コンパレータ31の正入力端子には所望の光量に相当する基準電圧 V_{ref1} が入力され、コンパレータ31の出力はサンプルホールド回路32に入力されている。サンプルホールド回路32には、ホールドコンデンサ33が接続されている。サンプルホールド回路32の出力電圧 V_{err} は、可変 gm アンプ34の正入力端子に入力されている。

【0072】

可変 gm アンプ34には基準電流として I_0 が入力されており、その負入力端子には基準電圧 V_{ref2} が入力され、2つの入力電圧 V_{err} 、 V_{ref2} の電位差に応じて出力される電流が発光量を決定するレーザー駆動電流 $I_{LD} (=k \cdot I_0)$ となる。レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} は、電流制限回路35と電流バッファ37に入力されており、電流制限回路35の出力をレーザーダイオード41の出力光に光パルス変調信号の振幅レベルを与える電流とし、電流制限回路35には電流制限値として基準パルス電流 I_{P0} が入力されている。

【0073】

電流制限回路35の出力電流はスイッチング回路36に入力され、電流バッファ37の出力電流とスイッチング回路36の出力電流（この電流をパルス電流 I_P とする）は電流減算回路39にて電流減算され、減算した電流をレーザーダイオード41のアノードに供給する。ここで、電流制限回路35の特性は、実施の形態1と同じように、制御関数 k の変化に対して図4の（a）の曲線に示すような特性を持つものとする。

【0074】

次に、本実施の形態の動作について説明する。なお、APC動作中は、スイッチング回路36はオフ状態であるとする。スイッチング回路36がオフの状態、レーザーダイオード41からの出力光をフォトダイオード42で検出することで、フォトダイオード42にはモニタ電流 I_M が流れる。モニタ電流 I_M を電流電圧変換回路43を用いてモニタ電圧 V_M に変換し、モニタ電圧 V_M と所望の光量に相当する基準電圧 V_{ref1} とをコンパレータ31で比較し、その結果をサンプルホールド回路32を介して誤差電圧 V_{err} として可変 gm アンプ34に出力する。可変 gm アンプ34では、誤差電圧 V_{err} と基準電圧 V_{ref2} との電位差により制御関数 k が決定され、レーザーダイオード駆動電流 $I_{LD} (=k \cdot I_0)$ が制御される。

【0075】

サンプルホールド回路32がホールド状態の時は、電流制限回路35から出される電流が、光パルス変調時にレーザーダイオード駆動信号 I_{DL} に変調信号を与える電流となり、スイッチング回路36に入力される。レーザーダイオード41にパルス変調を与えるには、スイッチング回路36を入力データに応じオン／オフさせる。スイッチング回路36の出力電流（この電流をパルス電流 I_P とする）と電流バッファ37の出力電流は電流減算回路39に入力され、電流バッファ37の出力電流からパルス電流 I_P を減算された電流がレーザーダイオード41のアノードに供給される。

【0076】

このとき、電流バッファ37の出力電流からパルス電流 I_P を減算した電流が、光パルス変調におけるローレベルを決める電流となり、この電流がバイアス電流 I_B となる。

【0077】

また、本実施の形態においても、基準パルス電流 I_{P0} の値を変えることで、パルス電流制御からバイアス電流制御への制御移行点、あるいは、バイアス電流制御からパルス電流制御への制御移行点を自由に変えることができる。さらに、バイアス電流 I_B は、レーザー駆動電流 I_{LD} とパルス電流 I_P の差から決定しているので、レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} は、制御の移行点に関係なくコンパレータ31が出力する誤差電圧 V_{err} に

10

20

30

40

50

よってのみ決定される。

【0078】

以上説明したとおり本実施の形態によれば、レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} からパルス電流 I_P を減じた電流をレーザーダイオード41のアノードに供給することで、実施の形態1と同様に、温度変化に応じたレーザーダイオード駆動電流 I_{LD} の値によりパルス電流制御とバイアス電流制御の両方またはいずれかを選択的に行ってレーザーダイオードの発光動作を制御して同様の効果を得ることができる。

【0079】

(実施の形態3)

一般的に、レーザーダイオードの温度特性は、図12に示したように、動作温度が上昇するとしきい値が増大し、所望の光量を得るためには、レーザーダイオード駆動電流を大きくする必要があることはこれまで述べてきた。しかし、レーザーダイオードの温度特性にはもう一つ特有の現象がある。この現象は、レーザー発振領域でのスロープ効率（微分効率ともいう）が低下するというものである。

10

【0080】

したがって、光パルス変調を行なう上でレーザーダイオードの消光比を十分に確保するためには、スロープ効率の低下に伴いパルス電流を大きくしなければならない。

【0081】

本発明を適用した画像形成装置に用いられる発光素子駆動回路では、実施の形態1、2の構成において電流制限回路の電流制限能力を有限なものにすることで、この問題点に対応

20

【0082】

すなわち、例えば図4の(b)の曲線のように、本発明を適用した画像形成装置に用いられる発光素子駆動回路におけるバイアス電流制御領域で、レーザーダイオード駆動電流の増加に伴いパルス電流もわずかに増加させるような電流制限能力を持たせればよい。曲線(b)が示す特性を電流制限回路に持たせることは簡単なことであり、その実施例の構成例を図8に示す。

【0083】

電流制限回路80の電流制限値を与える基準パルス電流 I_{P0} は、ダイオード81のアノードとオペアンプ85の正入力端子に供給されており、ダイオード81のカソードは抵抗 R_{81} の上端に接続されている。抵抗 R_{81} の他端は接地されている。オペアンプ85の出力は、トランジスタQ2のベースに接続されている。トランジスタQ2のコレクタは電源電圧 V_{cc} に接続されており、トランジスタQ2のエミッタは、抵抗 R_{82} の一端と定電流源 I_1 とオペアンプ85の負入力端子に接続されている。

30

【0084】

一方、電流制限回路80の入力であるレーザーダイオード駆動電流 I_{LD} は、ダイオード89のアノードと可変 g_m アンプ87の出力に供給されている。ダイオード89のカソードは、トランジスタQ6のコレクタおよびベースと、トランジスタQ8のベースと、オペアンプ86の正入力端子に接続されている。トランジスタQ4のコレクタは可変 g_m アンプ87の基準電流入力端子に接続されており、オペアンプ86の出力はトランジスタQ4のベースに接続されている。トランジスタQ4のエミッタは、抵抗 R_{82} の他端とオペアンプ86の負入力端子に接続されている。

40

【0085】

トランジスタQ6のエミッタは抵抗 R_{83} の上端に接続され、トランジスタQ8のエミッタは抵抗 R_{84} の上端に接続されている。抵抗 R_{83} および抵抗 R_{84} の他端は接地されている。出力電流 I_P は、トランジスタQ8のコレクタより取り出すことができる。なお、抵抗 R_{82} の抵抗値を R_1 、抵抗 R_{81} 、 R_{83} 、 R_{83} の抵抗値を R_2 とし、可変 g_m アンプ87には制御関数 α を決定する電位差 V_c が入力され、電流ゲインを1とする。

【0086】

次に、上記構成の電流制限回路80の動作について説明する。まず、基本動作を簡単に説

50

明するために、可変 gm アンプ 87 の制御関数 α は、 $\alpha = 1$ とする。

【0087】

入力電流（レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} ）が基準パルス電流 I_{P0} 以下のときは抵抗 R_{82} に電流は流れず、出力電流 I_P として入力電流 I_{LD} がそのまま出力される。

【0088】

入力電流 I_{LD} が基準パルス電流 I_{P0} 以上になったとき、抵抗 R_{82} の両端で電位差が発生して電流が流れ、電流制限動作が行われる。この時の出力電流 I_P は、以下の式で与えられる。ただし、トランジスタ Q_2 、 Q_4 の各エミッタ電圧を V_{1E} 、 V_{2E} 、トランジスタ Q_6 のベースエミッタ間電圧を V_{BE} 、ダイオード 81 の順方向電圧を V_F とする。

【0089】

【数3】

$$I_P = I_{LD} - i \quad (1)$$

$$i = (V_{2E} - V_{1E}) / R_1$$

$$= [\{ R_2 \cdot (I_{LD} - i) + V_{BE} \} - (R_2 \cdot I_{P0} + V_F)] / R_1$$

ここで、 $V_F = V_{BE}$ とすると、

【0090】

【数4】

$$i = (R_2 \cdot I_P - R_2 \cdot I_{P0}) / R_1$$

$$= (I_P - I_{P0}) \cdot R_2 / R_1 \quad (2)$$

ゆえに、(2) 式を (1) 式に代入して、

【0091】

【数5】

$$I_P = I_{LD} - (I_P - I_{P0}) \cdot R_2 / R_1$$

$$= I_{LD} - I_P \cdot R_2 / R_1 + I_{P0} \cdot R_2 / R_1$$

$$= (I_{LD} + I_{P0} \cdot R_2 / R_1) / (1 + R_2 / R_1)$$

$$= (I_{LD} + a \cdot I_{P0}) / (1 + a)$$

$$(a = R_2 / R_1) \quad (3)$$

ここで、係数 a が非常に大きな値となるように抵抗比を選ぶと、図 8 の構成の電流制限回路 80 の制限能力を非常に強力なものとしことができ、出力電流 I_P は、ほぼ $I_P = I_{P0}$ となる。反対に係数 a が小さな値となるように抵抗比を選ぶと、電流制限回路 80 の電流制限能力を弱くすることができ、出力電流 I_P は (3) 式で与えられる電流値になる。

【0092】

したがって、抵抗比を選択して (3) 式における係数 a の値をスロープ効率の温度変化に合った適切な値にすることで、本発明を適用した画像形成装置に用いられる発光素子駆動回路におけるバイアス制御領域でのパルス電流の増加分を制御することができる。これにより、レーザーダイオード駆動電流が増加し、スロープ効率が低下しても、十分な消光比を確保することができる。

【0093】

さらに、上記の説明において可変 gm アンプ 87 の制御係数 α を 1 としていたが、可変 gm アンプ 87 に入力される電位差 V_c を制御することで制御関数 α を変化させ、これにより見掛け上の係数 a を可変することもできる。したがって、一度設定した抵抗 $R_{81} \sim R_{84}$ の値を変えることなく、本発明を適用した画像形成装置に用いられる発光素子駆動回

10

20

30

40

50

路におけるバイアス制御領域でのパルス電流の増加分を制御することができ、スロープ効率の温度特性が異なるレーザーダイオードにも対応することができる。

【0094】

以上説明したとおり本実施の形態によれば、スロープ効率の温度特性を考慮し、レーザーダイオード駆動電流 I_{LD} が基準パルス電流以上で増加したとき、電流制限回路の出力電流がある関数で増加するように電流制限能力を有限なものすることで、バイアス電流制御領域でパルス電流が徐々に増加していくので、レーザーダイオード駆動電流が増加しレーザ発振領域のスロープ効率が低下しても、消光比を十分に確保することができる。また、入力する電位差を可変して可変 g_m アンプの制御関数を制御することで、一度設定した抵抗値を変えることなく電流制御能力を制御することもできる。

10

【0095】

【発明の効果】

以上説明した様に本発明によれば、パルス電流に上限を設定すべく、パルス電流が所定レベルを超えないように該パルス電流を所定レベルに制限する制限手段を設け、この制限による駆動電流の不足分をバイアス電流として供給する様に構成し、これにより、必要とされる駆動電流が比較的大きい条件（高温）においては、変調電流のみで駆動電流を達成するのではなく、入力信号に対するレーザ発光の応答性が損なわれない様、補助的にバイアス電流を付加することでバイアス電流を調整し、一方、必要とされる駆動電流が比較的小さい条件（低温）においては、バイアス電流を供給することなく、パルス電流のみで駆動電流を達成してパルス電流を調整するため、従来方式に比べ広い動作温度範囲内で、良

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像形成装置の実施の形態1を示す側面透視図である。

【図2】図1中の要部の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態1におけるレーザーダイオード駆動回路の構成図である。

【図4】本発明で使用する電流制限回路の特性図である。

【図5】本発明の実施の形態におけるレーザーダイオード駆動回路の制御関数 k に対するパルス電流とバイアス電流の関係を示す特性図である。

【図6】本発明の実施の形態における動作温度の変化に対するパルス電流とバイアス電流の関係を示す特性図である。

30

【図7】本発明の実施の形態2におけるレーザーダイオード駆動回路の構成図である。

【図8】本発明の実施の形態3における電流制限回路の構成図である。

【図9】従来の画像形成装置におけるレーザーダイオード駆動回路の回路図である。

【図10】従来の画像形成装置におけるパルス電流制御によるレーザーダイオード駆動回路の回路図である。

【図11】従来の画像形成装置におけるバイアス電流制御によるレーザーダイオード駆動回路の回路図である。

【図12】レーザーダイオードの温度変化に対する駆動電流の関係を示す特性図である。

【図13】従来の画像形成装置における駆動回路の動作温度の変化に対するパルス電流とバイアス電流の関係を示す特性図である。

40

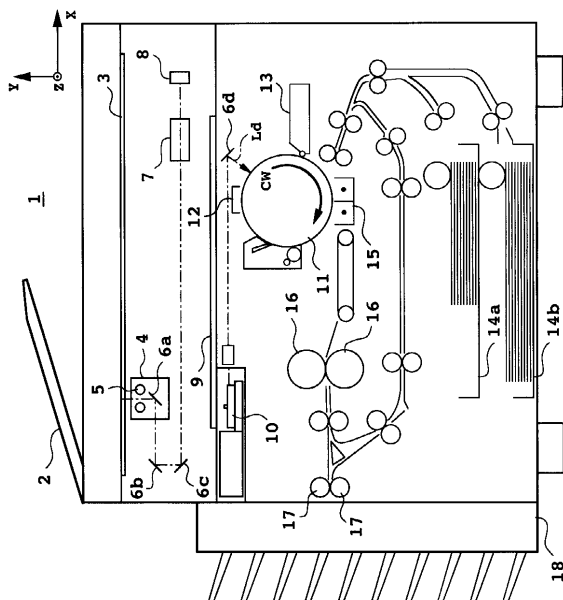
【符号の説明】

- 31, 101 コンパレータ
- 32, 103 サンプルホールド回路
- 33, 104 ホールドコンデンサ
- 34, 87 可変 g_m アンプ
- 35 電流制限回路
- 36, 107 スイッチング回路
- 37, 38 電流バッファ
- 39 電流減算回路
- 40 電流加算回路

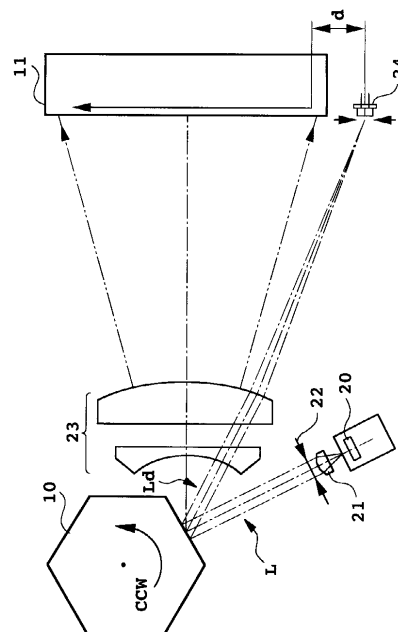
50

- 4 1, 1 1 1 レーザーダイオード
4 2, 1 1 2 フォトダイオード
4 3 電流電圧変換回路
8 1, 8 9 ダイオード
1 0 2, 1 0 6 基準電圧源
1 0 5 電流増幅回路
1 0 8 基準電流源
1 0 9 バイアス電流源
1 1 0 モニタ抵抗
1 1 3 基準バイアス電流源
1 1 4 パルス電流源
1 1 5 基準パルス電流源
Q 2, Q 4, Q 6, Q 8 トランジスタ
R 8 1 ~ R 8 4 抵抗

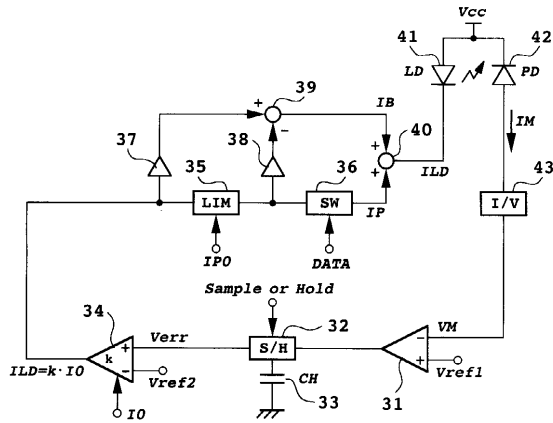
【 図 1 】



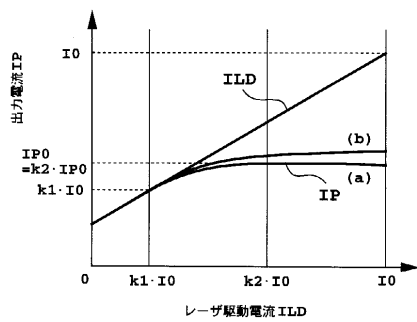
【図 2】



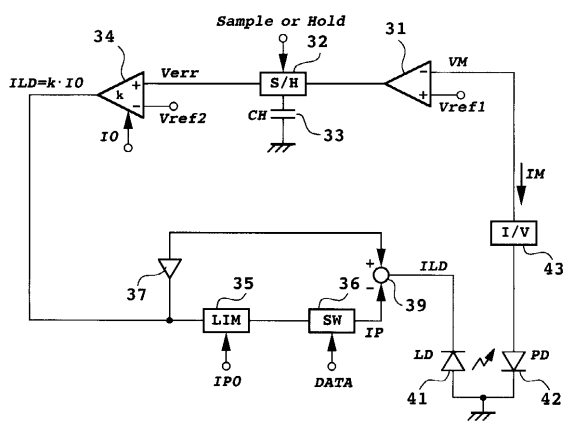
【図 3】



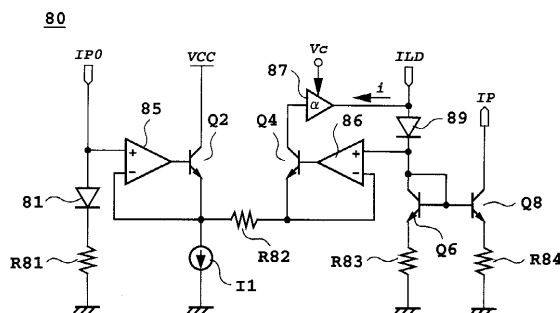
【図 4】



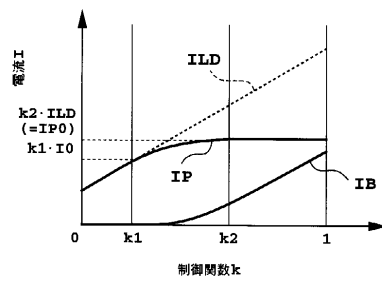
【図 7】



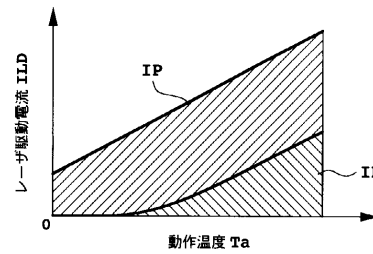
【図 8】



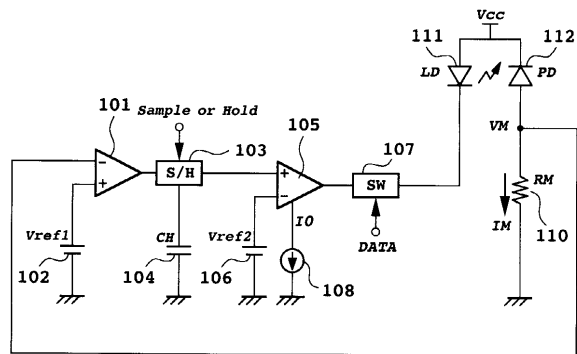
【図 5】



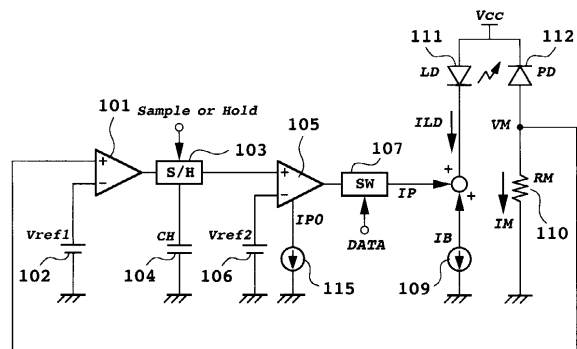
【図 6】



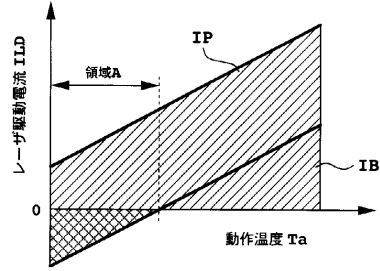
【図 9】



【図 10】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-356986 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
B41J 2/44