

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5113024号
(P5113024)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 26/10 (2006.01)

GO2B 26/10 B

B41J 2/44 (2006.01)

B41J 3/00 D

GO2B 26/10 Z

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-297457 (P2008-297457)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成20年11月21日 (2008.11.21)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2010-122546 (P2010-122546A)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(43) 公開日	平成22年6月3日 (2010.6.3)	(74) 代理人	100090527
審査請求日	平成23年9月13日 (2011.9.13)		弁理士 館野 千恵子
		(72) 発明者	増田 潔
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	齋藤 紀保
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	大嶋 孝一
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 レーザスキャンユニット、前記ユニットを有する感光体の感度特性評価装置および前記ユニットを制御するためのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のレーザ光源を搭載したレーザスキャンユニット（LSU）であって、
前記レーザスキャンユニットは、マイクロプロセッサ、メモリ、インターフェース、
表示デバイス、キー入力デバイスからなるマイクロコンピュータシステムを搭載し、レー
ザ駆動条件Iにより各レーザ光源を光の強度Lに点灯するように制御され、
各レーザ光源と各種光学部品を有し、かつ、
前記光学部品の変更を検知する検知部と、
前記マイクロコンピュータシステムからの指令に基づいて、レーザビームがポリゴンミ
ラーに入射される前の位置であり前記光学部品通過後の位置に、前記光学部品通過後の前
記複数のレーザ光源の内の1つのレーザビームを全て受光するように、光検出手段をレ
ーザビームの光路上に移動させる移動手段と、を有して構成され、
前記検知部により前記光学部品の変更が検知されると、
前記光学部品の変化により影響を受けるレーザ光源の前記レーザ駆動条件Iを2つ以上
変化させ、得られる各光の強度Lを前記移動手段により移動された前記光検出手段により
検知し、
前記マイクロコンピュータシステムは前記2つ以上変化させたIとその各Iにより得られ
る各光の強度Lとのデータ対（I、L）をデータ列として集録し、集録された2以上の前記
データ列と、前記マイクロコンピュータシステム内のメモリに保存されたI-L特性データ
とを比較し、

その差がある許容基準を超えた場合には前記集録されたデータに基づき新たに導出された I-L 特性関係式を用いて、レーザ駆動条件 I に基づいて前記レーザ光源の光の強度 L を制御することを特徴とするレーザスキャンユニット。

【請求項 2】

前記光検出手段はフォトダイオードであり、前記光学部品は光の強度を減衰させるものであるか、像面ビームサイズを決定するものか、レーザビームの一部あるいは全てを反射させるものであることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザスキャンユニット。

【請求項 3】

前記光学部品は減光フィルター、スプリッタまたはアパーチャから選択される少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のレーザスキャンユニット。

10

【請求項 4】

前記光検出手段はフォトダイオードであり、

前記レーザスキャンユニットは、下記の関係式 (1) を用いてレーザ駆動条件 I により各レーザ光源を光の強度 L に点灯するように制御され、

前記マイクロコンピュータシステムは、前記光学部品の変更の検知信号に基づいて前記フォトダイオードを前記光学部品の変更により影響を受けるレーザビームの光路内に移動するように前記移動手段に指示し、レーザ駆動条件 I を 2 つ以上変化させて前記レーザ光源のレーザビームの光の強度 L を前記フォトダイオードにより検出して前記変化させた I とこの I によって得られる L とのデータ対 (I, L) のデータ列を集録し、前記集録されたデータ列から得られる I-L 特性データを前記関係式 (1) により新たに近似することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

20

$$I = a_n L^n + a_{n-1} L^{n-1} + \dots \quad (1)$$

(L は像面位置の光パワー (単位は mW) であり、I はレーザ駆動条件 (レーザ駆動条件 I が電流の場合、単位は mA であり、電流値を電圧値に変換している場合は V) であり、 a_n 、 a_{n-1} 、 $\dots$ は、各項の係数である。ただし n は 1 以上の整数である。)

【請求項 5】

前記 2 つ以上変化させるレーザ駆動条件 I が、レーザ駆動電流の閾値 I_{th} (下限) から定格パワーを出力する I_{op} (上限) までの範囲のものであり、前記範囲内の I を複数変化させて I と L とのデータ対 (I, L) のデータ列を集録することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

30

【請求項 6】

前記比較により、前記データ対に、予め規定している許容基準を外れるデータ対がある場合、前記表示デバイスに警告を表示させることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

【請求項 7】

前記比較により、前記データ対に予め規定している許容基準を外れるデータ対があると、

前記レーザスキャンユニットは、前記集録したデータ列を下記の関係式 (2) として 5 次の多項式による前記 I-L 特性関係式の近似式を用いて前記光学部品の変化により影響を受けるレーザ光源の光の強度 L を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

40

$$I = a_n L^n + a_{n-1} L^{n-1} + \dots \quad (2)$$

(L は像面位置の光パワー (単位は mW) であり、I はレーザ駆動条件 (レーザ駆動条件 I が電流の場合、単位は mA であり、電流値を電圧値に変換している場合は V) であり、 a_n 、 a_{n-1} 、 $\dots$ は、各項の係数である。ただし n は 1 以上の整数である。)

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のレーザスキャンユニットを有する感光体の感度特性評価装置。

【請求項 9】

レーザスキャンユニット (LSU) 内の光学部品の変更を検知部で検知し、

50

マイクロコンピュータシステムからの指令に基づいて、レーザビームがポリゴンミラーに入射される前の位置であり、かつ前記光学部品通過後の位置に、前記光学部品通過後の前記複数のレーザ光源の内の1つのレーザビームを全て受光するように、光検出手段をレーザの光路上に移動させ、

照射光の強度 L を測定してレーザ駆動条件 I と当該強度 L とを、前記 I を2つ以上変化させて、この変化させた I とこの I によって得られる L とのデータ対(I, L)のデータ列を集録し、

集録された2以上の前記データ列と前記マイクロコンピュータシステム内のメモリに保存された I - L 特性関係式から求まるデータ対(I, L)とを、 I の値が等しいそれぞれのデータ対の L の値で比較し、

前記比較により前記メモリに保存された I - L 特性関係式のデータとの差が所定の許容基準を越えるか否かを判断して、前記差が前記所定の許容基準を越えた場合には前記2つ以上のデータ列によって得られる I - L 特性関係式により変更された光学部品により影響を受けるレーザ光源のパワーを制御し、前記違いが前記所定の許容基準を越えない場合には前記メモリに保存された I - L 特性関係式により変更された光学部品により影響を受けるレーザ光源のパワーを制御するようにレーザスキャンユニットを制御することを特徴とするレーザスキャンユニットを制御するためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザスキャンユニット、前記ユニットを有する感光体の感度特性評価装置および前記ユニットを制御するためのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタル電子写真複写機やレーザプリンタ等の画像形成装置は、高解像度、高速印字出力が求められている。このために、高い線速による感光体の回転が要求されている。この感光体を走査するのにポリゴンミラーは現状、30,000rpm前後の回転数であり、ほぼ限界に達している。そのため、ポリゴンミラーの回転数を上げずに、感光体の副走査方向に光源を複数並列させ、主走査方向に1回の走査で複数ビームを走査するマルチビーム走査露光方式が採用されている。マルチビーム走査露光方式では、マルチビーム記録ヘッドが使用され、このマルチビーム記録ヘッドによって、1ビーム光源と比較しポリゴンミラーの回転数が、1/2程度の回転数で済むようになった。その結果、1ビームの場合には不可能であった露光走査が可能となり、また、回転速度に余裕が生じた結果、感光体の線速のさらなる高速化が可能となった。

【0003】

一方、上記した感光体を高線速で使用する画像形成装置では、レーザスキャンによる露光が、たとえば、そのパワーが 4 W/cm^2 前後と大きくなり、1スキャンにより1点が露光される時間は50ns前後と短時間であることが特徴である。露光のパワー、露光時間をこれと同じ条件(スケール)にして感光体の感度特性を測定するには、同様の測定条件下でのレーザスキャン露光しか方法がない。このとき使用されるレーザスキャンユニット(以下、「LSU」という。)がシングルビームの場合には、レーザダイオード素子(以下、「LD素子」という。)より出射して直線的にポリゴンミラーに入射するレイアウトでの設計が可能である。これに対しマルチビームのLSU(レーザダイオードアレイの場合は除く)では、そのビームの1つをそのように直線にレイアウトした場合、残りのビームは光学素子(部品)で光路を複数回まげ、ポリゴンミラーへ入射されるようにレイアウトする設計が必要である。また、計測専用装置においては、同じ波長のマルチビーム同時露光だけではなく、異なる波長のLD素子を複数搭載したLSUとすることもある。これは1つのLSUで、異なる波長に対して感光体の感度特性を評価でき、操作性、経済性の点でも望まれている。この場合には異なる発光波長毎にLD素子を分離して配置することが必須であり、したがって複数のLD素子を搭載したLSUでは、他方のLD素子のビームは必ず光学素子(部品)

10

20

30

40

50

で光路を複数回まげて、ポリゴンミラーへ入射されることになる。また、感光体へ照射するビームのサイズを変えたい場合、口径の異なる複数用意したアパーチャから、必要に応じて交換することがある。さらに、感光体に照射される光パワーをより減光したい場合には減光フィルターを光路に入れるが、これら光学部品のレーザ入射面には薄膜が形成されており、干渉を起こしてレーザ駆動条件と光パワーの関係（I-L特性）に歪みをもたらす場合がある。このようなフィルターでは、その面精度もI-L特性に影響を及ぼす可能性がある。通常、I-L特性は直線性が高い。しかし例えば特許文献1のように、光路内でアパーチャを変えたり、あるいは同じアパーチャでもアパーチャ、およびアパーチャホルダーの寸法公差により、セット時の力の入れ方等で、前回と微妙に位置が異なり、I-L特性自体が変わってしまうことがある。

10

【0004】

【特許文献1】特開2006-123480号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

レーザスキャンユニット（LSU）による露光は、まず、その測定対象の感光体の面（像面）の照射位置に照射される光パワーが決められ、その光パワーで像面に到達させるためのレーザ駆動条件をI-L特性関係式から決めている。このLSUのI-L特性は、光路に置かれた光学部品の入れ替えで変わることがある。通常、I-L特性は直線性が高いが、アパーチャ、減光素子などの光学部品の本来のセット位置からのズレあるいは光学部品自体の変更によって、I-Lの直線関係に歪みが生じることがある。これによってレーザスキャンユニットの走査条件が異なってしまい、特に感光体の特性を評価するための評価装置などでは、その信頼性に問題が生じてしまう。本発明はそのような問題点を一挙に解決することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明は以下の解決手段を有する。

[1] 複数のレーザ光源を搭載したレーザスキャンユニット（LSU）であって、前記レーザスキャンユニットは、マイクロプロセッサ、メモリ、インターフェース、表示デバイス、キー入力デバイスからなるマイクロコンピュータシステムを搭載し、レーザ駆動条件Iにより各レーザ光源を光の強度Lに点灯するように制御され、

30

各レーザ光源と各種光学部品を有し、かつ、

前記光学部品の変更を検知する検知部と、

前記マイクロコンピュータシステムからの指令に基づいて、レーザビームがポリゴンミラーに入射される前の位置であり前記光学部品通過後の位置に、前記光学部品通過後の前記複数のレーザ光源の内の1つのレーザビームを全て受光するように、光検出手段をレーザビームの光路上に移動させる移動手段と、を有して構成され、

前記検知部により前記光学部品の変更が検知されると、

前記光学部品の変化により影響を受けるレーザ光源の前記レーザ駆動条件Iを2つ以上変化させ、得られる各光の強度Lを前記移動手段により移動された前記光検出手段により検知し、

40

前記マイクロコンピュータシステムは前記2つ以上変化させたIとその各Iにより得られる各光の強度Lとのデータ対（I、L）をデータ列として集録し、集録された2以上の前記データ列と、前記マイクロコンピュータシステム内のメモリに保存されたI-L特性データとを比較し、

その差がある許容基準を超えた場合には前記集録されたデータに基づき新たに導出されたI-L特性関係式を用いて、レーザ駆動条件Iに基づいて前記レーザ光源の光の強度Lを制御することを特徴とするレーザスキャンユニット。

[2] 前記光検出手段はフォトダイオードであり、前記光学部品は光の強度を減衰させるものであるか、像面ビームサイズを決定するものか、レーザビームの一部あるいは

50

全てを反射させるものであることを特徴とする〔1〕に記載のレーザスキャンユニット。

〔3〕 前記光学部品は減光フィルター、スプリッタまたはアパーチャから選択される少なくとも1つであることを特徴とする〔1〕または〔2〕に記載のレーザスキャンユニット。

〔4〕 前記光検出手段はフォトダイオードであり、

前記レーザスキャンユニットは、下記の関係式（1）を用いてレーザ駆動条件Iにより各レーザ光源を光の強度Lに点灯するように制御され、

前記マイクロコンピュータシステムは、前記光学部品の変更の検知信号に基づいて前記フォトダイオードを前記光学部品の変更により影響を受けるレーザビームの光路内に移動するように前記移動手段に指示し、レーザ駆動条件Iを2つ以上変化させて前記レーザ光源のレーザビームの光の強度Lを前記フォトダイオードにより検出して前記変化させたIとこのIによって得られるLとのデータ対（I、L）のデータ列を集録し、前記集録されたデータ列から得られるI-L特性データを前記関係式（1）により新たに近似することを特徴とする〔1〕乃至〔3〕のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

$$I = a_n L^n + a_{n-1} L^{n-1} + \dots \quad (1)$$

（Lは像面位置の光パワー（単位はmW）であり、Iはレーザ駆動条件（レーザ駆動条件Iが電流の場合、単位はmAであり、電流値を電圧値に変換している場合はV）であり、 a_n 、 a_{n-1} 、 $\dots$ は、各項の係数である。ただしnは1以上の整数である。）

〔5〕 前記2つ以上変化させるレーザ駆動条件Iが、レーザ駆動電流の閾値I_{th}（下限）から定格パワーを出力するI_{op}（上限）までの範囲のものであり、前記範囲内のIを複数変化させてIとLとのデータ対（I、L）のデータ列を集録することを特徴とする〔1〕乃至〔4〕のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

〔6〕 前記比較により、前記データ対に、予め規定している許容基準を外れるデータ対がある場合、前記表示デバイスに警告を表示させることを特徴とする〔1〕乃至〔5〕のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

〔7〕 前記比較により、前記データ対に予め規定している許容基準を外れるデータ対があると、

前記レーザスキャンユニットは、前記集録したデータ列を下記の関係式（2）として5次の多項式による前記I-L特性関係式の近似式を用いて前記光学部品の変化により影響を受けるレーザ光源の光の強度Lを制御することを特徴とする〔1〕乃至〔3〕のいずれかに記載のレーザスキャンユニット。

$$I = a_n L^n + a_{n-1} L^{n-1} + \dots \quad (2)$$

（Lは像面位置の光パワー（単位はmW）であり、Iはレーザ駆動条件（レーザ駆動条件Iが電流の場合、単位はmAであり、電流値を電圧値に変換している場合はV）であり、 a_n 、 a_{n-1} 、 $\dots$ は、各項の係数である。ただしnは1以上の整数である。）

〔8〕 〔1〕乃至〔7〕のいずれかに記載のレーザスキャンユニットを有する感光体の感度特性評価装置。

〔9〕 レーザスキャンユニット（LSU）内の光学部品の変更を検知部で検知し、

マイクロコンピュータシステムからの指令に基づいて、レーザビームがポリゴンミラーに入射される前の位置であり、かつ前記光学部品通過後の位置に、前記光学部品通過後の前記複数個のレーザ光源の内の1つのレーザビームを全て受光するように、光検出手段をレーザの光路上に移動させ、

照射光の強度Lを測定してレーザ駆動条件Iと当該強度Lとを、前記Iを2つ以上変化させて、この変化させたIとこのIによって得られるLとのデータ対（I、L）のデータ列を集録し、

集録された2以上の前記データ列と前記マイクロコンピュータシステム内のメモリに保存されたI-L特性関係式から求まるデータ対（I、L）とを、Iの値が等しいそれぞれのデータ対のLの値で比較し、

前記比較により前記メモリに保存されたI-L特性関係式のデータとの差が所定の許容基準を越えるか否かを判断して、前記差が前記所定の許容基準を越えた場合には前記2つ以

10

20

30

40

50

上のデータ列によって得られるI-L特性関係式により変更された光学部品により影響を受けるレーザ光源のパワーを制御し、前記違いが前記所定の許容基準を越えない場合には前記メモリに保存されたI-L特性関係式により変更された光学部品により影響を受けるレーザ光源のパワーを制御するようにレーザスキャンユニットを制御することを特徴とするレーザスキャンユニットを制御するためのプログラム。

【発明の効果】

【0007】

光学部品である減光フィルター、ビームサイズを変えるアパーチャなどの光学部品を入れ替えたり挿入するたび毎にこれを検知する機構を有し、かつ、通常は光路から外れた位置にあって、マイクロプロセッサからの指令により、レーザビームがポリゴンミラーに入射する直前の位置に、ビーム断面積より大きい面積の受光面をもつフォトダイオード（PD）がビーム全体を受光するように移動・配置する機構を有したLSUであって、マイクロプロセッサは該光学部品の入れ替えを検知したとき、該検知した信号をトリガーにして、PDを光路に移動させ、かつ、複数のレーザ駆動条件でレーザを点灯し、PDから対応する光パワーデータを集録し、該データを以前に集録してメモリに保存していたI-L特性データと比較するようにプログラムされていることで、光学部品の動き、入れ替えに伴い、I-L特性に変化が生じたかどうかを確認することができる。

【0008】

さらに、I-L特性において問題の起きやすい駆動条件の範囲に限定してI-L特性を調べることにより、素早く問題を検出したり解決するようにその駆動条件の範囲でデータを集録してI-L特性関係式を求めることにより短時間に問題を解決することができる。

さらに、光学部品の入れ替えを検知したとき、LSUに搭載されたマイクロプロセッサが自動でI-L特性を（I、L）データ列として集録し、変化前（光学部品の入れ替え前）のI-L特性関係式によるデータと比較し、ちがいがあれば表示デバイスに警告を表示し、使用者は必要な処置が取れるようになる。

さらに、光学部品の入れ替えを検知したとき、LSUに搭載されたマイクロプロセッサが自動でI-L特性を（I、L）データ列として集録し、最初にセットアップされた状態と比較し、ちがいがあったとき、像面の光パワーと駆動条件のI-L特性関係式を得ることで、いつでも正確な露光パワーを与えることができる。

さらに、I-L特性に歪みが生じていて、あらたな近似式によるI-L特性曲線を近似するとき、5次の多項式で近似して、歪みをもつI-L特性でも、正確なI-L特性曲線を採用して露光量を制御することができる。

さらに、上記したLSUを使用することで、いつでも正確な露光パワーを対象物に照射する感光体感度評価装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら、本発明のLSUについて、実施形態により、詳細に説明する。

本発明では、I-L特性のIをレーザ駆動条件とし、Lをその駆動条件によって感光体の表面に照射されるときレーザ光の光パワーとして説明する。また本明細書中、「光学部品」は、光の強度を減衰させるもの、像面ビームサイズを決定するもの、ビームの一部、あるいは全てを透過、反射させるもの等をいう。

この光学部品は、光源と走査系（ポリゴンミラー）までの間に存在している。たとえば図1に示すように、アパーチャ31、31'、減光フィルター32、32'、51、51'、スプリッタ33、ミラー34などを挙げることができる。

Iとしては、レーザ駆動電流（If）を用いる場合と、レーザダイオード（LDと略す）のモニター電流（Im）を用いる場合がある。なおレーザ駆動条件Iとして、前記したIfまたはImを用いる場合、その単位として、たとえばmAを用いる。また電流値を電圧値に変換して駆動条件としている場合には、駆動条件Iの単位として、たとえばVを用いる。

【0010】

本発明のレーザスキャンユニット（LSU）は、複数のLDを搭載したLSUである。各LDは同じ波長である場合もあれば、異なる波長の場合もある。このLSUは、図1に示すように、マイクロコンピュータ1を搭載している。このマイクロコンピュータ1のメモリ12内に記憶されたI-L特性関係式からのレーザ駆動条件Iにより、本発明ではレーザユニットを点灯するように制御されるLSUである。本発明に係るLSUは、各レーザ毎の減光フィルター32、32'、51、51'、またはアパーチャ31、31'などの光学部品3の変更を検知する検知部（図示せず）と、フォトダイオード（PD）を前記レーザユニットからのビームの全体を受光するように移動する移動手段4とを有して構成される。

【0011】

前記マイクロコンピュータ1は、前記光学部品3の変更の検知信号に基づいて前記移動手段4に指示してその変更に係るレーザの前記光学部品3通過後の光パワーL（ビーム強度）を、前記移動手段4に搭載されたフォトダイオード（図示せず）により検出して、当該レーザ駆動条件Iと当該光パワーLとのデータ対（I、L）を前記メモリに集録し、前記メモリに保存されているI-L特性関係式のデータとを比較して前記変更された光学部品に係るレーザのパワーLを制御することを特徴とする。

【0012】

図1に示すように、本発明では、光源として2以上のレーザのユニットLD1、LD2、・・・、を有している（たとえば図1では2つのレーザのユニットLD1とLD2を用いる例を示す）。このレーザのユニットには、各レーザユニット毎にLD素子からの発光光の一部を受光してそのLDの発光の状態をコントロールするためのAPC（Auto Power Control）ループを内蔵したLDドライバ54、54'が接続されている。各レーザユニットはたとえば温度制御回路を有してそのLD素子の温度変化を抑える（すなわち温度制御する）ことにより、LD発光状態が安定化されるレーザユニットを用いることが好ましい。本発明のレーザスキャンユニットでは、そのマイクロコンピュータ1に記憶されたI-L特性関係式により規定されたレーザ駆動条件Iを、各レーザのユニットLDに係る直流電圧発生器55、55'に送り、これがLDドライバ54、54'に入力される。APCの場合、この信号はLD点灯時のモニター電流の基準値になり、LDからのモニター電流（光電流）がこの基準値に等しくなるようにLDは駆動される。これによって、各LDは、その各LD毎に制御されたパワーにより照射されるように制御される。

【0013】

各レーザは、LD素子からの照射光がアパーチャ（光学系のパーツであり、通過する光のサイズを決定する光学部品）31、31'を、まず通過する。

アパーチャ31、31'を通過したレーザビームは、NDフィルター51、51'、減光フィルター32、32'、ビームスプリッタ33などの光学部品3を通過後、所定回転数で動作しているポリゴンミラー100により回転走査される。その後、走査光学系101を通過して感光体102上に照射される。なおこの走査光学系101の構成要素としては、たとえばfθレンズ、シリンドリカルレンズ、折り返しミラーなどを挙げることができる。これら走査光学系とともに走査上で必要な同期検知センサなどを走査系（走査光学系101とポリゴンミラー100とからなる）では、有することができる。

【0014】

本発明のLSUに用いられるマイクロコンピュータシステムの本体は、図1に示すように、MPU11と、メモリ12と、I/F（インターフェース）13とを有し、さらに、表示部14と入力部15とを有して構成される。I/F13を介して、各レーザユニットにレーザ駆動条件Iで駆動できるように、直流電圧発生器にレーザ駆動条件信号Iを送信し、また各レーザドライバにOn/Off制御する制御信号を送信する。またポリゴンミラー100に入射される直前のレーザビームの光強度（光パワーとも言う）が求められるように、本発明のLSUに用いられる移動部4は、フォトダイオードPD411を載置している。前記したように本発明のLSUは、光学部品3通過後でポリゴンミラー100に入射する前段でレーザビームの光パワーを測定する。このために、本発明に使用される移動部4は、このフォトダイオードPD411を移動するために用いられるものである。この移動部4は、前記した

マイクロコンピュータ1によりその移動が制御されている。この移動部4は移動距離をPD411がビームサイズ全部を受光できる位置にコントロールできればよく、たとえば図1に示すように、ロータリソレノイド42と、フォトダイオードPD411が固定されたスライダ41とを有する。さらにPD411の光電流をI-V変換し増幅するアンプ43を有する構成とすることができる。この移動部4は、マイクロコンピュータ1により、LD(図1ではLD1およびLD2)から、ポリゴンミラー100までの光路中に載置される、たとえば光学部品3の減光フィルター32、32'またはアパーチャ31、31'の変化、すなわちこれら光学部品3の交換を検出すると、I/F13を介して、移動部4(図1に示すLSUのレイアウトに示す構成であれば移動部を構成するロータリソレノイド42)に移動させるように動作させることにより、この光学部品3の変更に係るレーザユニットの光路中に、PD411を載置したスライダ41を移動させる。

10

【0015】

I-L特性は、各レーザユニットの駆動条件Iと像面での光パワーLとの関係とを関連つけたものである。すなわち、本発明では、各LD素子に印加される駆動条件Iと、それによってLD素子から放出された光が、アパーチャ、減光フィルターなどの光学部品を通過した後、ポリゴンミラー100により偏向されて走査光学系101を通過して像面(感光体の照射面)に照射される光パワーLiとのデータ対(Ii, Li)の集合として表される。この像面における光パワーLiに代えて本発明では前記した光学部品通過後でポリゴンミラー照射前(好ましくはポリゴンミラー照射直前)の光パワーLにより、I-L特性を求める。この走査系前での光強度(光パワー)の測定は、像面ではビームの照射位置がポリゴンミラーによる反射でどこにきているか一定ではないためである。このため、PD411で受けた入射前の光パワーは像面に達する光パワーと差が生じることになるのでPD411で受光した光パワーと像面のパワーについて、比率=[像面パワー/PD光電流]を予め調べておく、この比率をPD411で受光した光電流(=光パワー)に乗じることで、いつでも像面の光パワーデータを得ることができる。この換算を正確に行うためにも、PD411の受光面サイズはビームサイズ(断面)より大きくし、すべて受光できることが必要となる。PDとして、光パワーを直接表示できる市販製品の光量計センサーを使用することもできるが、サイズ、コスト等を考慮して本願ではLSUにPD411の光電流をI-V変換し、増幅するアンプ43を設置した。したがって光学部品通過後でポリゴンミラー照射前に置かれたスライダ41に載置されたフォトダイオード(PD411)により、光電流(光路のその位置における光パワーに比例する)の出力から光パワーLを検出することで、感光体への走査光強度が正確に見積もることができる。

20

30

【0016】

本発明のレーザスキャンユニット(LSU)において、シングルビームの場合には、LD素子から出射したビームが、ポリゴンミラー100に至るレイアウトとして直線になるように設計されるのが一般的である。しかしマルチビーム(=複数のレーザの意味)の構成の場合には、そのレーザユニットの1つをそのような直線的なレイアウトにすると、他のLD素子からのポリゴンミラー100に至る、ビームに係るレイアウトは、図1に示すように、1つあるいは複数(たとえば2つ)のミラー34で光路が曲げられてポリゴンミラー100に到達する設計にせざるを得ない。このとき使用するミラーによってはビームに影響を与え、レーザ駆動条件Iと光パワーLとの関係が、直線とは異なる、歪んだ特性(いわゆる非線形)のものとなることがある。この歪みはまた、同じミラーの場合でもレーザ駆動条件Iのある特定の範囲で歪がひどくなることもある。ただし、ミラーはビームを直線的にその光路を曲げるために用いられ、ミラーは、一度位置決めされると動かすことは稀である。

40

【0017】

従って使用するたび(すなわち一度位置決めされた光学部品を通過するたび毎)に歪みの程度が変わることはないが、像面におけるビームサイズを変更するためにアパーチャ31、31'を他のアパーチャに変えたり、あるいはアパーチャ31、31'の位置を変えたとき(すなわち他のアパーチャに変えたときに以前のアパーチャの口径位置とビームの

50

位置とは微妙にズレが生じたとき)に、レーザ駆動条件 I と光パワー L との関係 (I - L 特性) が影響を受けることがある。このとき、 I - L 特性に関し元から歪みが存在する部分 (範囲 (光強度の範囲など)) があると、この部分はより強く影響を受け、違いが大きくなることが本発明者の検討で確かめられている。使用時にアパーチャ 31、31' を変更するのはレーザプリンタなどの画像形成装置に使用されているLSUではほとんどないが、LSUを用いた感光体の感度評価装置などではあり得る。更に、LSUにおいて減光するために減光フィルター 32、32' を光路に入れると、 I - L 特性に歪みを生じることがあることも検討で確かめられた。このように I - L 特性が変わると、そのメモリに記憶された I - L 特性の過去のデータを用いて正確にLDの光パワーのコントロールを行うことができない。このため規定の光量に制御するように、従来のメモリに記憶された I - L 特性関係式を用いても、予定した光パワー L でのスキャンを感光体上で行うことはできず、よって感光特性も正確に測定できないことになる。このような問題を解決するために、本発明のレーザスキャンユニットLSUでは、アパーチャ 31、31' および、減光フィルター 32、32' 等の入れ替えあるいは位置の変更を検知して、このときの I - L 特性の変化を以前のものと比較し、新たに I を2つ以上変化させたときのレーザパワー L とのデータ対 (I , L) のデータ列を集録し、従来の I - L 関係式からのデータとこれら集録したデータ対を比較し、その差がある許容基準を超えた場合にはこの集録されたデータに基づき新たに導出された I - L 特性関係式を用いて、レーザ駆動条件 I とレーザパワー L との関係により、 I をその変更に係るLDに入力して感光体に照射される L (理想的には L_i) を制御することができる。

10

20

【0018】

ここで、レーザ駆動条件 I について説明をする。レーザ駆動条件 I として、レーザ駆動電流値である I_f を用いる場合と、レーザのモニター電流値である I_m を用いる場合とがある。 I_f はレーザを点灯 (レーザ発光) させる電流値であり、その範囲はレーザ発光を開始する閾値である I_{th} が下限値となる。また定格の光パワーを発光する電流値である I_{op} が上限値となる。この I_{th} から I_{op} までの範囲で、光源であるレーザ半導体から照射される光パワーは、相対強度でおおよそ、1 から10の範囲の強さとなる。すなわちレーザ光源におけるレーザ発光を開始する閾値である I_{th} での光強度を基準の1に採ると、 I_{op} では、その10倍程度の強度までの光パワーとなる。 I_{th} の発光下限値で発光する光パワーより弱い光パワーが必要なときには、たとえば透過率10%前後の光学素子 (減光フィルター) を使用することにより、駆動電流は I_{th} から I_{op} の範囲でトータル0.1~10 (相対強度値で) の範囲の光パワーが得られることになる。

30

【0019】

さらに、もう一枚減光フィルターを増やし重ねて使用すると、光パワーを、トータル0.01~10の範囲で調整可能となる。同様にもう一枚増やし、3枚を使用すると、駆動電流は I_{th} から I_{op} の範囲で光パワーはトータル0.001~10の範囲で調整可能となる。このような範囲でレーザ照射パワーを制御すると、評価装置としての評価可能な範囲が広くなり、本発明ではその自由度 (使い勝手) が格段に向上する (図1の減光フィルター51、51' はそれぞれ同じ透過率3枚のフィルターで構成され、各フィルターは独立して光路に入る/外れるの動作が可能となっている。)。

40

【0020】

また他方、 I として、レーザのモニター電流値 I_m の使用が挙げられる。これは、レーザチップの後面から出力されたレーザ光をLD素子に内蔵されたフォトダイオードで受光して、モニターしたときの光電流 I_m を用いたものである。このモニター電流 I_m は駆動電流値 I_f とは異なる。図1に示すように、レーザが点灯すると、モニター電流値 I_m はLDドライバー54、54' に入力され、内部で I - V 変換され電圧値になる。この I_m (電圧値に変換済み) が直流電圧発生器55、55' からの入力信号 (基準信号: 電圧値) と比較され、基準信号との差が0になるようにレーザ駆動電流 I_f を調整する制御方法 (オートパワーコントロール Auto Power Control: APC) でLSUの光源であるLDが点灯される場合、 I_m 値を駆動条件として扱うことができる。

50

【0021】

デバイス57、57'内のPD571、571'で受光する光はLDデバイスから出射する光と逆方向の光である。この逆方向の光の光電流値 I_m と像面の光パワー L との対応関係、あるいは基準信号としての I_m (Ref)と、像面の光パワー L の対応関係とのデータ対(データ対の集合)を、 $I-L$ 特性と呼ぶこともある。この I_m は像面光パワーの代用特性と言えるが、本発明では、LDデバイスの像面側に出射された光パワーが光学部品によって影響を受けたその光パワー L で像面が走査されるので、この像面側の反対側に出射される光パワー I_m は光学部品の影響を受けておらず、あくまで像面側に出た光パワー L を測定する必要がある。

光学部品によりLD素子へ戻る光が、像面側の反対側に出射されると重なり、これが光電流 I_m としてLDドライバーに輸入されることがある。APC制御をしているときは、このことが原因でレーザの出力安定性が擾乱されて更に変動することがある。

【0022】

レーザユニットのデバイス57、57'に内蔵されたPD571、571'は受光部が極めて小さく、モニター電流 I_m そのものが小さく、 S/N 比も悪いとされている。しかしながら本発明者らの検討によれば、このモニター電流 I_m 値を用いて各LDを制御することによって L を制御することに問題がないことが判った。そのため像面側の出射光の一部をビームスプリッタで分割して、外付けのPD(図示せず)に入射させて、その光電流をLDドライバーに I_m として入力させ、APCで制御する方法もある。この方法の場合、使用するビームスプリッタが場合によって $I-L$ 特性の直線性を損なうことがあるので注意を要する(図3～図8を参照)。

このように光路中に薄膜を有する部品が増えることによって、 $I-L$ 特性が影響される可能性が高まる。すなわち、これら薄膜を有する光学部品では、 $I-L$ 特性のリニアリティを擾乱する可能性がある。

【0023】

本発明では、LSUにマイクロコンピュータ1が搭載され、光路内のアパーチャ31、31'、減光フィルター32、32'などの光学部品3の変更、すなわち光学部品3の変更を検知し、レーザ駆動条件 I を印加した時に、走査系の前段(より具体的にはポリゴンミラー100の前段)にスライダー41に載置された光検出手段(たとえばPD411)でレーザパワー L を検知する。そして $I-L$ 特性として、 I と L とのデータ対(I 、 L)のデータ列を集録し、集録された $I-L$ データ列から、 $I-L$ 特性関係式が線形性から離れる、いわゆる歪みを生じた箇所の有無、あるいは $I-L$ 特性として、元来ある歪みとは異なる箇所などの、歪の有無(歪みの箇所の変化も含む)を調べるように構成されている。このとき確認する光パワーの L の計測には、前記したアパーチャ31、31'、減光フィルター(NDフィルターを含むこともある)32、32'などの光学部品を通過した後であり、かつ像面(感光体への照射面)に近いポリゴンミラーの前段に、照射光量を測定するPD411を設置するために移動部4を図1に示すような点線位置まで移動させる。また本発明では、ポリゴンミラーの前段に配置されるPD(以下、単にPD(Photo Diode)と記載する。)で受光した光パワーと、像面(感光体面)でのパワーを、予め調べてある比率:[像面パワー/PD受光パワー(光電流)](ポリゴンミラーを含む感光体までの走査系による光パワーの減衰量を考慮した比率)を用いて、PDで受光した光パワーに乗ずることで、像面の光パワーのデータとして求めることができる。このパワーデータをより正確に検出するために、PD411の受光面の面積をビームよりも大きくし、スキャンするための光のすべてを受光することが好ましい。

【0024】

光学部品の入れ替え操作が有ったか否かを検知するには、たとえばアパーチャでは、板状のアパーチャの底部などに図2に示すように、識別するための識別部を設ける。この変化の有無(他のアパーチャへの交換、同アパーチャの位置変え)を検知するために、光電センサ(LEDなどの発光部と受光部の組み合わせ)を用い、たとえば図2(B)の311-1～311-4に示すように、減光フィルターの枠の位置をその部品の品番毎に異な

10

20

30

40

50

るようにし、この識別部を前記センサの発光部からの光の有／無しを受光部で受光することによって、変化の有無および、どの種類（品番）のものにしたかを検知することができる。

より詳細には、アパーチャ31、31'または減光フィルター32、32'などの光学部品3を代えたとき、あるいは移動したときにそれを検知する手段として、図2(C)に示すように、これらの光学部品の端部に部品番号となる切欠部を4箇所設け、この切欠部の有無を光検出素子（たとえばPT r:Photo-Transistor）で受光する。たとえば、1つずつの切欠きを1ビットとし、nビット信号として対応させておく。アパーチャを取り外すと全てのPDが受光する。これを初期単位とする（たとえば0000あるいは1111など）。一方、取り外した後いずれかのアパーチャを使用することにより、たとえば前のアパーチャが取り付けられたとする。この場合、LDユニット1のアパーチャiからアパーチャiである。これは、一旦はずし再度セットした場合であり、部品の交換ではないが、変化があったことになる。そうするとLSU内のMPU11はアパーチャiの変化ありとする信号を、検知手段により受ける。MPU11では、この受信に基づいてLDユニット1の光パワーを計測するため、ロータリソレノイド42に移動するように送信し、これを受けたロータリソレノイド42側ではスライダ41を動作させて、このLDユニット1の光ビーム強度を測定するように、この変更に係るレーザの光路上にPD411が載置されたスライダ41を動かす。規定位置まで動かされたスライダ41は、このスライダ41に載置されたPD411を所定位置にセットされた後に、このレーザビームの強度の測定を指示に従って測定を開始することができるようになる。前記した光学部品3の変更を検知するのに、図2(D)に示すように、複数の発光素子（ここでは4つ）L1、L2、L3、L4を有し、複数の受光素子（ここでは4個）で、どのアパーチャを用い変更したのかに関する情報を検知することができる。このように本発明で用いられる検知手段としては、上記したような発光部と受光部による光学式のセンサとすることができるが、これ以外であってもよい。また図2に示すように、品番の変更を検知するために設けられる切欠き部311は、各光学部品の周の辺の任意の位置に設けられる。要するにその部品の交換が検出可能であればよい。

【0025】

その結果、図1に示すように、マイクロプロセッサ11は光学部品3の変更を判断すると、検出信号に係るLDから走査系（ポリゴンミラー）前までの光学部品3の変化に伴う検出信号をトリガーにして、この検出信号が検出された光路におけるポリゴンミラー100の前段にPDを移動させる。この移動には、たとえばPD411が載置されたスライダ41を、ロータリソレノイド42を用いて行なう。またマイクロプロセッサ11の周辺機器としてADコンバータおよびDAコンバータを有している。このADコンバータは光電流（電圧信号に変換されて入力される）の取込み、DAコンバータはLDドライバーへの駆動条件信号を付加するために使用する。LDドライバーへのOn/Offはマイクロプロセッサ11の周辺機器として、デジタルIOポート（DIO）により行うことができる。LDドライバーへの駆動条件信号は、DAコンバータではなく、デジタルIOポートを利用し、駆動条件データをデジタルデータのまま直流電圧発生器に入力し、出力される信号（アナログ電圧）をLDドライバーに入力することが精度上好ましい。このようにするとLD光パワーを正確に制御でき、また繰り返し再現性が極めて良好であり、好ましい。

【0026】

また、光学部品の識別信号を検出した後に、I-L特性はLD駆動条件の全範囲に渡ってそのIとLのデータ対を集録するのが望ましいが、この集録には多大な時間がかかる。このため、交換する光学部品、再セットで位置決めが変わる可能性のある光学部品に対してI-L特性のどこに歪みが現れるかをあらかじめ調べておき、例えば、駆動条件範囲の中央部分に強い歪みが現れることが分かっている場合にはその範囲だけのデータ収集を行うようにすることもできる。

【実施例】

【0027】

10

20

30

40

50

以下に、実施例により、本発明を、より具体的に説明する。ただし本発明は以下の実施例に限定されて解釈されるものではない。

【0028】

(使用機材)

マルチビーム構成LSUのレイアウト(LDはそれぞれ波長が異なる)、
システムの構成 (社内製作) (図1参照)

- ・LD1 発光波長780nm: シャープ社製、品名GH07825C2K
- ・LD2 発光波長655nm: OpNext社製、品名HL6501MG
- ・LDドライバー: (株)旭データシステムズ、品名ALP-7033CA×2台
- ・温調機能内蔵LD着脱ヘッド: (株)旭データシステムズ、品名ALTH-103C 2台
- ・アパーチャ: 50×60、70×85 (アパーチャの数値A×Bは、楕円形の短軸(A)×長軸(B)で表され、像面における狙いのビームサイズを意味する: 単位は $\mu\text{m} \times \mu\text{m}$) の2種類、主に50×60を使用した。
- ・直流電圧電流発生器: (株)エーディーシー、品名6144 2台
- LD駆動条件用If信号生成、Im(Ref)信号生成
- 光量計: 横河電機(株)製、品名3292 像面の光パワーの測定用
- ・PD: 浜松ホトニクス(株)製、品名S1336-8BK

【0029】

なお、LSU内のレイアウト(図1)において、各LD素子毎にその光路中に設けられている「NDフィルター」51、51'は、それぞれ1枚が約12%の透過率のフィルター3枚から構成されている。これにより、走査するための光パワーの範囲は、ビームが透過する際のフィルターの枚数を、前記したように0枚から3枚まで切り替えて使用した。このことと、レーザ駆動条件範囲(最小から最大)との組み合わせでLD光源からの光パワー(相対強度)を0.001~10程度の範囲に制御できる。これに対し、減光フィルター32、32'は得られる光パワーの範囲全体を動かすために使用する(光パワーの範囲全体を動かすというのは、例えば50%の透過率とすると、得られる光パワーの範囲が0.0005~5になるということであり、10%であれば0.0001~1の範囲になることを意味する。)。実施例では655nmで40%透過率のフィルターを使用した。

また、レーザ駆動条件はIm(Ref)を行い、APC(Auto power control)モードで点灯させてそのパワーを測定した。

【0030】

[初期状態1]

使用したLSUでは図1に示すように、LD1(780nm)のレーザビームはフィルターなどの光学部品を通過する直線のレイアウトとし、LD2(655nm)のビームは反射ミラー34とビームスプリッター33を用いて2回光路を曲げてポリゴンミラー100に入射するレイアウトとした。いずれも像面ビームサイズが50×60(短径50 μm ×長径60 μm の楕円ビーム)になるアパーチャを使用した。

光パワーの測定ではNDフィルターは、全て光路からはずしている。これは、ここで使用しているNDフィルター(3枚構成のフィルター)は光源LDからの照射光の強度を歪ませること無く減衰させることができることが判っているが、強い光パワーでノイズの少ない測定をするためである。

【0031】

初期状態のI-L特性を図3の(A)~(B)に示す。

図3(A)は、図1に示すレイアウト下において、レーザユニットLD1のI-L特性を表している。この図に示すように、直線性(リニア性)は極めて良好であるので関係式として1次近似式を用いるのに問題がないことがわかる。

図3(B)は、図1に示すレイアウト下において、レーザユニットLD2のI-L特性を表している。この図でも、レーザユニットLD2の直線性は良好であり、前記同様に1次の近似式を関係式として用いるのに問題がないことがわかる。

これら図3の(A)~(B)のI-L特性関係式によれば、それぞれのLD素子にお

10

20

30

40

50

る初期状態において I-L 特性関係が 1 次近似式（リニア関数）を用いて表してよいことが判る。

【0032】

（実施例 1：LD2 ユニットに 40% 減光フィルターの使用）

このような初期状態の図 1 に示すマルチ LSU ユニット（初期状態のマルチ LSU ユニット）のレーザユニット LD2 に、40% 減光フィルター 32' を挿入した。

この 40% 減光フィルター 32' の挿入が、減光フィルター近傍に設置された PTr（フォトランジスター）により検出がされた。この検出の信号を受けて MPU はロータリソレノイド 42 に、スライダ 41 上に載置されたフォトダイオード PD411 により光パワーを測定するためのスライダ 41 の移動を命じ、これによりスライダ 41 に載置された PD411 が、LD2 のレーザビーム上に移動した。LD2 ユニットの光パワー測定の準備が整い、LD2 の光パワーの計測が可能となった。LD2 における 40% 減光フィルター 32' 通過後でポリゴンミラー 100 入射直前における光パワー L と Im との計測結果を、図 4 に示す。ただし、先に説明した比率を乗じ、像面パワーに変換している。図 4 に示すように、I-L 特性に歪みを生じた。ここでは 40% の透過率のフィルターを透過しているので、I-L 特性は、図 3（B）に示す I-L 関係式に示される関係式に、減光フィルターの減光度 0.4 を単に乘じれば I-L 関係式が得られると予想される。しかし実際の I-L 関係式では、像面パワー L と Im との関係が、図 4 の I-L 関係式に示されるように、1 次近似式のリニア性から外れてしまった。図 3（B）の I-L 関係式（1 次の関係式）による Im で LD2 を制御しても、この図 3（B）に示される I-L 関係式（1 次式）で求められる L での像面のスキャン（走査）がされないことが判る。

【0033】

（実施例 2）

図 5 の実線は、図 4 に示される I-L 関係式である。

図 5 に示す点線は実施例 1 において得られた I-L 関係式を得た後に、この 40% 減光フィルター 32' をはずし、再度取り付けた。これにより、減光フィルター 32' の変更が検出手段により検出され、実施例 1 と同様にポリゴンミラー 100 前での光パワーの計測が行なわれるようにトリガーが掛かりスライダ 41 上の PD411 がこの変更に係るレーザユニット LD2 にセットされた。この LD2 ユニットにおいて、前記同様に光パワー L が測定されて求められたものである。減光フィルターはビームに対する角度を僅かに変えている。図 5 の実線と点線とのデータを比較すると、歪みは改善されてはいない。I-L 特性は変わっていることがわかる。このように、本実施例 1 と 2 から、この 40% 減光フィルター 32' のように光学部品の追加、再セット等で、I-L 特性関係式がかわってしまうことがあることが判る（図 4～図 5 参照）。

【0034】

（実施例 3）

実施例 1 と同様に、レーザユニット LD2 の光路内に 50% 減光フィルター 32' を挿入した。これにより減光フィルター 32' の変化（50% 減光フィルターの挿入）を検知して実施例 1 と同様にロータリソレノイド 42 を動かすためのトリガーが印加された。これによってスライダ 41 が移動し、このスライダ 41 に載置された PD411 が LD2 ユニットの光路上にセットされて、光パワーの計測が可能な状態となった。その後、I を変化させたときの L の測定を前記実施例と同様にして行ない、I と L とのデータ対（I、L）のデータ列を、2 以上集録した。集録された（I、L）データをマイクロソフト社のエクセル（商標）を用いて散布図、回帰曲線および相関係数 R の 2 乗を求めた。

その結果を図 6 に示す。

直線性は図 3（B）のフィルター無しの場合と比較して、僅かに歪みが見られる。しかし、図 6 に示される I-L 特性関係式により、1 次の近似式の関係式を用いてレーザ駆動条件によりレーザユニットを制御することに問題はないと言える。すなわち I-L 特性関係式は $L = 3.4106 I_m - 0.0609$ で表され（L を I の 1 次式で近似する式 $L = a_1 I + a_0$ （この式において、 a_1 はその直線の傾きを表し、 a_0 は切片を表す。）

で特性関係式が表され)、その相関係数 R^2 は0.997であった。 I_m の範囲の中間位置で L の1次式からの少しのずれは、フィルターの種類(ガラス表面の面精度、薄膜の厚さ等)がこの原因になっていると思われる。

【0035】

(実施例4)

LD2のアパーチャ直後に光学部品として、ビームスプリッタを、ビーム入射角が45度になるように設置した。このビームスプリッタの、レーザ光波長655nmに対する透過率は約30%であった。実施例1と同様に、このビームスプリッタを挿入したことを検知した信号をトリガーにしてスライダ41が移動し、このスライダ41に載置されたPD411により、ポリゴンミラー100前でのLD2ユニットの光パワー L の計測が可能な状態となった。これによりLD2ユニットに係る I を変化させて光パワー L の測定を行ない、データ対(I 、 L)のデータ列を集録した。この測定の結果、 I - L 特性に歪みが出現したことを確認した。この I - L 特性の測定を3回繰り返した(図7の「一回目~三回目」参照)。図7に示すように、一回目~三回目の繰り返しの I - L 特性をデータ列として集録し一回目の測定結果を◆でプロットし、二回目の測定結果を■でプロットし、三回目の測定結果を▲でプロットした。これら一回目~三回目までのデータ集録を比較すると、同一の特性を示しており、再現性に問題のないことが判る。またこの一回目~三回目の測定後に、アパーチャを一旦はずし、再度セットした。これにより、実施例1と同様に、検知手段により検知した信号をトリガーにしてスライダ41が移動して、ポリゴンミラー100前での光パワー L の計測が可能となった。前記実施例と同様にしてLD2ユニットに係る I - L 特性の測定をし、データ対(I 、 L)のデータ列を集録した。その結果を、図7に×でプロットして示す。この×と先の1回目~3回目の繰り返しの I - L 特性とは、異なっていることが認められた。

【0036】

ビームの通るアパーチャ(口径)がビームの光軸から微妙にずれることで像面パワーに違いが生じ、新たに(I 、 L)データを集録しなおして I - L 特性関係図を作成する必要があることが判った。

【0037】

また図7に示すように、この光学部品の場合はLD駆動条件の中央あたり(I_m が、0.65~0.9の範囲)で歪みが強くでる傾向にあることも判った。

このようなビームスプリッタを使用したのは、アパーチャを入れ替えると、 I - L 特性が変わることがあることを示すためである。歪みをもっていると、アパーチャの差し替えの影響が強調される。

【0038】

[実施例5:LSUにおける I - L 特性関係式を求める実施例]

実施例1で示したように、40%減光フィルターを用いたとき、 I - L 特性が図4のように変化した。このように減光フィルターを換えた後に、 I - L 特性を測定し、メモリに記憶された変化前の I - L 特性関係式とこの測定した I - L 特性関係式とを比較しないと、メモリに記憶された I - L 特性関係式(変化前の I - L 特性関係式)を用いて I を制御することにより L を制御できるか否かを判断することができない。

図8のフローチャートを参照しながら、LSUにおける I - L 特性関係式をどのように求めるかについての動作について、以下に説明する。

減光フィルターなしの状態を規定状態(初期状態)とする。本発明に係る複数のLDを搭載したLSUにおいて、LSU内のマイクロコンピュータ1では、光学部品として例えば減光フィルター32'が付加されたときに、これを検知手段(光電センサー)により、減光フィルターが有りと検出される($S1/Yes$)。この検出信号がMPU11に入力されると、MPU11は I - L 特性値をチェック[する/しない]という可否を使用者に求める(: $S2$ (表示装置14に表示))。使用者により「する」と入力手段(タッチパネル、キーなど)により入力された場合($S2/Yes$ の場合)には、フィルター32'などの光学部品の透過率(LDの波長に対応した値)の入力を求める($S2/Yes \rightarrow S3$)。また入力

されない場合でも、前の履歴から挿入等された光学部品の透過率が表示され、その確認が入力されると、以下のように測定が行なわれるようにすることができる。なお入力が行なわれない場合でもデータ対としてメモリに保存しておき、このデータ列を透過率がわかった時点で透過率の入力を行い、ステップS9に進むこともできる（S15／No→S9）。

【0039】

使用者からの入力終了後、LSUのマイクロコンピュータ（MPU11）は、バイスロータリソレノイド（タカノ株式会社製 RSR 14/10-CAB0）42に、PD411が載置されたスライダ41を動かすように命令を出し、スライダに取り付けられたPD411を、光パワーを計測するため光路を遮るように挿入し、本実施例におけるフィルター32'の変更に係るLDユニットのビームの全光量を測定できるようにセットする。その状態で、Im（Ref）データを、直流電圧発生器（株式会社エーディーシー製、品名 直流電圧発生器6144）55'に送る。本実施例ではDIOライン(Digital Input/Output)を使い、データをデジタル（データ形式はBCD:Binary Coded Decimal）のまま送信する（図1参照：ここでIm（Ref）とは先の説明のIm（参照信号）と同じである）。

直流電圧発生器55'ではこのBCDデータを、対応するアナログ電圧に変換し、これがLDドライバー54'に入力される。またLSU内のマイクロコンピュータ1では、LDドライバーのパルス変調入力ラインにOn／Offの信号を、たとえばDIOラインを使用して送る。レーザがOnするとPD571'の光電流がLDドライバーに入力され、APCモードで安定発光する。順次、Im（Ref）データを直流電圧発生器55'に送り、スライダ41上に載置されたPD411により、そのときのポリゴンミラー100に照射されるレーザビームの光パワーが測定される。この測定データである光電流（単位：mA）がスライダ41上に載置されたアンプ43（同時に電流を電圧に変換している）を通して、AD変換器で読み取られる。

【0040】

読み取られたデータは、像面光パワーの値に換算する係数（本実施例では2.753mW/mA）を乗じることにより像面パワー（mW）に変換され、更に透過率データを使って減光フィルター無しの場合の像面光パワーLに変換される。変換されたデータは対応するI-Lのデータ対として関連付けられてマイクロコンピュータ1内のメモリ12に保存されている「減光フィルター無しのI-L特性」と一点毎に差が調べられる（：S7この際に、予めI-Lのデータ対をまず保存しておくこともできる：S6）。予め定めている判定基準内の差（ここでは許容基準値として5%とし、この許容基準値以内）であればそのままとし（S1／Yes→S16）、基準（許容基準値）を超えている場合には、その旨の警告を表示装置に表示する。

【0041】

また使用者はその減光フィルターの使用を止め、別のものにする（取り付け直すのを含む：S9／No→S1）か、あるいはそのままI-L特性の関係式をつくるために、I-Lデータ対の集録を続行するかを判断することもできる（S9／Yes→S10）。続行すると判断した場合（S9／Yesの場合）、I-L関係式として1次関係式を用いて判定を行なう（S10）。一次関係式の算出は最小自乗法を使用した。本実施例では、相関係数Rの2乗であるR²（寄与率）が0.999以下の場合、5次の多項式を用いて近似を行う。本実施例では0.9982であるので、5次の多項式による近似式が用いられた。これらI-L特性関係式を得るためのソフトウェアを組み込んでいる。計算の妥当性は市販表計算ソフトで確認している（マイクロソフト社、Excel使用）。

【0042】

本実施例では、駆動条件毎の光パワーの「差」の状況も検討し、差(%)が一様でなく、レーザ駆動条件（最小～最大）の範囲でバラついているときに、歪みが生じていると判断する（1次式近似は困難と判断：S11／No）。また、差が±5%を超えたデータが存在すると、問題がでていると判断する（S11／No）。

【0043】

本発明において、I-L特性に強い歪みが出現している場合にはレーザ駆動条件の範囲を

2つ以上に分割してそれぞれ分割した領域で近似式をあてはめることもできる。ただし、本実施例では全範囲を1つの5次多項式による近似で対応している。また強い歪みが出現している範囲のみを抽出してこの抽出部分のみを5次多項式による近似式を用いてI-L特性関係式を求めることができる。

以上のようにして求めた変更前と変更後のI-Lの関係を表1に示す。

【0044】

【表1】

	(既定値) A			像面位置 B	
		ボリオン入射	像面位置	F 40% 無し	
	像面位置	直前位置	データへ換算	へ換算	
Im(Ref)	Power	PD (mA)	Power (mW)	Power (mW)	差(%)
0.12	0.7194	0.11	0.306	0.764	6.200
0.14	0.8522	0.13	0.357	0.892	4.670
0.16	0.974	0.15	0.411	1.029	5.647
0.18	1.107	0.17	0.463	1.158	4.607
0.2	1.24	0.19	0.515	1.288	3.871
0.25	1.566	0.23	0.633	1.583	1.086
0.3	1.892	0.27	0.749	1.872	-1.057
0.35	2.222	0.32	0.878	2.195	-1.215
0.4	2.551	0.37	1.024	2.561	0.392
0.45	2.882	0.42	1.168	2.920	1.319
0.5	3.212	0.47	1.307	3.266	1.681
0.55	3.545	0.51	1.412	3.530	-0.423
0.6	3.878	0.55	1.509	3.772	-2.733
0.65	4.219	0.59	1.633	4.083	-3.224
0.7	4.547	0.62	1.719	4.298	-5.476
0.75	4.846	0.67	1.852	4.630	-4.457
0.8	5.175	0.73	2.021	5.052	-2.377
0.85	5.51	0.79	2.187	5.466	-0.799
0.9	5.903	0.82	2.259	5.648	-4.320
0.95	6.286	0.87	2.381	5.953	-5.297
1	6.606	0.94	2.587	6.467	-2.104
1.05	6.935	1.00	2.757	6.893	-0.606
1.1	7.278	1.03	2.844	7.109	-2.322
1.15	7.622	1.05	2.884	7.211	-5.392
1.2	7.968	1.08	2.960	7.399	-7.141

$$\text{差(\%)} = \frac{B-A}{A} \times 100$$

【0045】

表1の「(規定値) A」の欄と「像面位置 B」の欄は「既定値データ」と「フィルターセット後、ただし像面位置でのフィルター無し(=透過率100%の意味)の光パワー(PD測定からの換算値)データ」であり、これらをLとし、表1中のImとの関係をそれぞれ、図10に、変更前を◆のプロット(初期値(既定値))で示し、変更後を■のプロットで示した。駆動条件全範囲を通して、フィルターセット後のI-L特性関係式はセット前と変わっていること、1次式近似による近似は不可能であることがわかる。

【0046】

ここまでの流れは以前のI-L特性関係式からのずれの問題が出ているかどうかの判定を示したものであり、問題有りと判断され(S11/Noの場合)、I-L特性関係式を多項式で近似する工程を実行する(S12)。これにより、5次多項式による近似でI-Lの特性関係式を新たに作ることになる。

I-L関係式は、5次の多項式近似が適切であることはこれまでの経験に基づいている。

5次多項式による近似を組み込みのソフトウェアで算出した。図10に示した。

図10における式は次のようになる。

$$y = -25.519x^5 + 77.478x^4 - 85.154x^3 + 41.3x^2 - 2.2719x + 0.614 \quad \dots (A)$$

(この式において、 x は $Im(Ref)$ であり、 y は光パワー L である。)

【0047】

しかしながら、評価システムで $I-L$ 特性の関係式を使う理由は、まず、システムでサンプル(試料)に与えたい露光エネルギー(任意)があり、この露光エネルギーを与えるためのLD駆動条件を決定するためである。

このとき、感光体線速、LSU光学系などのパラメータから、感光体に与える静止ビームパワー(像面での光パワー) L を算出し、そのような静止ビームパワー L を感光体に照射するための、LDの駆動条件 I を決定する。従って、関係式は x が像面Powerで、 y が駆動条件 I であるのが都合がよい。表1で説明すると、 x が4列目の「像面位置データへ換算したPower」で、 y は1列目の駆動条件 Im になる。

【0048】

本実施例では次のようになる。その結果を図11に示す。

$$y = 0.0526x^5 - 0.4025x^4 + 1.1185x^3 - 1.3757x^2 + 1.1238x - 0.1321 \quad \dots (B)$$

(上記式(B)中、 x は光パワーを表し、 y は $Im(Ref)$ を表す。)

【0049】

図11に5次多項式で近似した場合の曲線を表示しているが、 $I-L$ 特性に歪みが生じても、その場で新たな(I, L)のデータ列を集録して $I-L$ 特性関係式を作成しなおし、この新たに作成した $I-L$ 特性関係式を用いて、正確な露光をすることができる(S13)。本発明ではこのような複数個のLDが搭載されたLSUを有する感光体の感度特性評価装置によって、感光体(画像形成装置用の感光体)の感度の特性評価を行なうことができる。なお図1に示すように本発明の感光体の感度特性評価装置は、上記したようなLSUを有し、感光体の感度を評価できるように、感光体を所定の条件で回転可能な可動手段を有し、これらが光を遮蔽する空間内に配置されるような遮蔽手段で覆われている。このような回転可動手段は別の制御手段でコントロールされているが、LSUのMPU、および回転可動手段の制御手段の上位に位置する制御手段を設け、統合制御するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の複数個のLDが搭載されたLSUの構成を示すブロック図である。

【図2】光学部品の変化を検知するための検知手段の1例を示す図であり、光学部品の一例としてアパーチャを例にとって示した図である。

【図3】本発明のLSUの各レーザの $I-L$ 関係式を示すグラフであり、(A)はLD1の $I-L$ 関係式(初期値)を示すグラフであり、(B)はLD2の $I-L$ 関係式(初期値)を示すグラフである。

【図4】(A)はLD2に係る光路において40%減光フィルターを挿入したときの Im と像面パワー(L)との関係を、 $I-L$ 関係式(初期値：直線)と共に示したグラフである。

【図5】LD2に係る光路において40%減光フィルターを挿入後の Im と像面パワー(L)との関係を表したグラフであり、実線は挿入後の $Im-L$ の関係を表し、点線はそのフィルターを抜き差しし、ビームに対する角度を僅かに変えた後の $Im-L$ の関係を表したものである。

【図6】LD2に係る光路において50%減光フィルターを挿入後の Im と像面パワー(L)との関係を表したグラフである。

【図7】LD2(655nm)のアパーチャの直後にビームスプリッターをセットし、(I, L)のデータ列を繰り返し集録してデータの再現性の有無を確認すると共に、アパーチャを一旦はずし、再セット後の(I, L)のデータ列を集録して、それぞれの $I-L$ 特性を表した図で

ある。

【図 8】本発明のLSUを用いてI-L特性関係式を求めるための動作を示すフローチャートである。

【図 9】LD 2 (655nm)の40%減光フィルターの有無による比較をしたグラフである（「フィルター有り」のデータは無しの場合（透過率100%の意味）のパワーに換算している）。直線で示されたI-L関係式が40%減光フィルター無し（図中◆既定データと表示）の場合であり、■は40%減光フィルター有りの場合の（I,L）データ列を集録したものをプロットしたもの（図中■フィルターセット時と表示）である。

【図 10】図 9 で示した■のプロットからI-L関係式を5次近似式で近似した、その適用の妥当性を示すグラフである。なお直線は図 6 に示した直線と同一のものである

10

【図 11】図 9 に示す「フィルターセット時」のデータをレーザ駆動条件を像面光パワーの関数として、I-L特性関係式（5次近似式）を求めたグラフである。

【符号の説明】

【0051】

1 マイクロコンピュータ

3 光学部品

4 移動手段

11 MPU (Micro-Processing Unit)

12 メモリ

13 インターフェース (I/F)

20

14 表示部

15 入力部

31、31' アパーチャ

32、32' 減光フィルター

33 ビームスプリッタ

34 反射ミラー

41 スライダー

42 ロータリソレノイド

43 アンプ

51、51' NDフィルター（各々、複数枚の減光フィルターで構成される）

30

52、52' フィルタードライバ

53、53' 温度制御ユニット

54、54' LDドライバ

55、55' 直流電圧発生ユニット

56 モータードライバ（ポリゴン用）

57、57' レーザユニット（レーザ光源）

100 偏向手段（ポリゴンミラー）

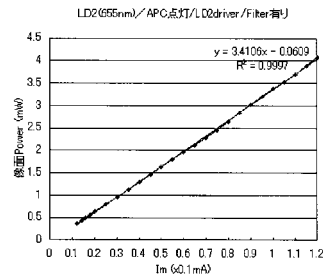
101 走査光学系

102 感光体（被検査体）

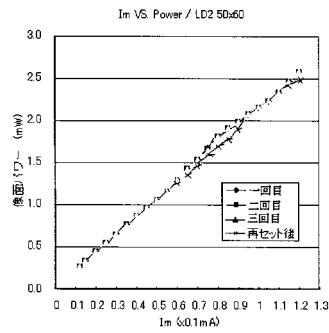
411 光検知手段（フォトダイオード）

40

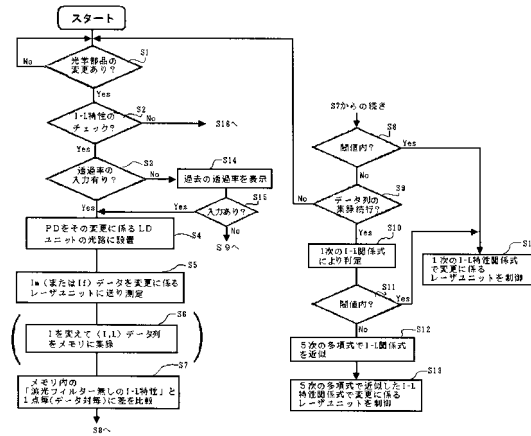
【図 6】



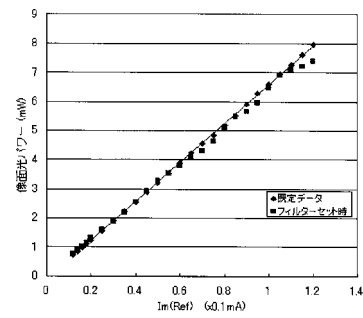
【図 7】



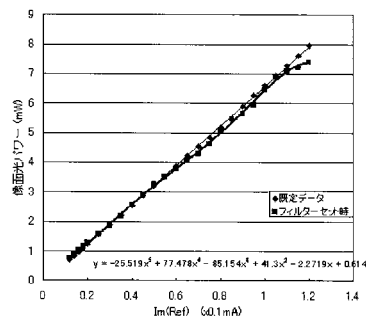
【図 8】



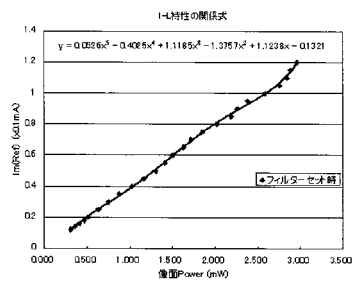
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 植田 高盛

(56)参考文献 特開平09-216414 (JP, A)
特開2007-079502 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/10
B41J 2/44