

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5118866号
(P5118866)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 B
B 2 3 K 26/067 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 N
	B 2 3 K 26/067

請求項の数 10 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2007-67936 (P2007-67936)	(73) 特許権者	000129253
(22) 出願日	平成19年3月16日(2007.3.16)		株式会社キーエンス
(65) 公開番号	特開2008-229629 (P2008-229629A)		大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1 4号
(43) 公開日	平成20年10月2日(2008.10.2)	(74) 代理人	100107847
審査請求日	平成21年9月24日(2009.9.24)		弁理士 大概 聡
		(72) 発明者	伊藤 貴章
			大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1 4号 株式会社キーエンス内
		(72) 発明者	佐藤 雅夫
			大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1 4号 株式会社キーエンス内
		審査官	松本 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザマーカ及びレーザパワーの表示調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光を生成するレーザ発振器と、上記レーザ光を加工対象物に向けて出射する出射口と、上記レーザ発振器から上記出射口までの光路上において上記レーザ光の一部を分岐させてレーザ分岐光を生成する分光器と、上記レーザ分岐光のレーザパワーを計測し、計測パワーを求めるレーザパワー計測手段と、上記出射口から出射されるレーザ光のレーザパワーとしての表示パワーを表示する表示手段とを有するレーザマーカにおいて、

上記計測パワー及び上記表示パワーの対応関係を示すパワー変換データを保持する変換データ記憶手段と、

上記パワー変換データを用いて、上記レーザパワー計測手段により求められた上記計測パワーを上記表示パワーに変換するパワー変換手段と、

上記パワー変換データを更新するために表示調整用データをユーザが指定するための表示調整データ指定手段と、

ユーザの表示調整指示に基づいて上記レーザパワー計測手段により計測された上記計測パワーを、上記表示調整用データに対応づけるように上記パワー変換データを更新するパワー変換データ調整手段とを備え、

上記表示手段が、上記パワー変換手段により求められた上記表示パワーを表示することを特徴とするレーザマーカ。

【請求項2】

上記変換データ記憶手段は、上記パワー変換データとして、2組以上の上記計測パワー

10

20

及び上記表示パワーからなるパワー変換テーブルを保持し、

上記パワー変換手段は、上記パワー変換テーブルを用いた補間演算を行うことによって、上記レーザパワー計測手段により求められた上記計測パワーを上記表示パワーに変換することを特徴とする請求項 1 に記載のレーザマーカ。

【請求項 3】

上記表示調整データ指定手段は、上記レーザ発振器のレーザ出力を制御するための制御パワーに対応づけて、上記表示調整用データがユーザにより指定され、

上記パワー変換データ調整手段は、ユーザが指定した上記制御パワーに対応する上記レーザ光の生成中に計測された上記計測パワーを、上記制御パワーに対応づけてユーザが指定した上記表示調整用データに対応づけるように上記パワー変換テーブルを更新することを特徴とする請求項 2 に記載のレーザマーカ。

10

【請求項 4】

上記パワー変換データ調整手段による上記パワー変換データの更新周期をユーザが指定する更新周期指定手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のレーザマーカ。

【請求項 5】

上記変換データ記憶手段は、パワー変換データとして、データが予め定められた第 1 パワー変換データ及び上記パワー変換データ調整手段によって更新可能な第 2 パワー変換データを保持し、第 1 及び第 2 パワー変換データのいずれかがユーザにより選択され、

上記パワー変換手段は、ユーザが選択した上記パワー変換データを用いて、上記計測パワーから表示パワーを求め、

20

上記表示手段は、ユーザによるパワー変換データの選択結果を表示することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のレーザマーカ。

【請求項 6】

上記パワー変換手段により求められた上記表示パワーを警報閾値と比較して警報報知を行う警報報知手段と、

ユーザにより指定された上記警報閾値を保持する警報閾値記憶手段とを備え、

上記パワー変換データ調整手段は、上記パワー変換データを更新する際、上記警報閾値が更新後の上記パワー変換データに応じた値となるように、上記警報閾値記憶手段に保持されている上記警報閾値を更新することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のレーザマーカ。

30

【請求項 7】

上記パワー変換手段により求められた上記表示パワーを警報閾値と比較して警報報知を行う警報報知手段と、

ユーザにより指定された上記警報閾値を保持する警報閾値記憶手段とを備え、

上記パワー変換データ調整手段は、上記警報閾値を更新することなく、パワー変換データを更新することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のレーザマーカ。

【請求項 8】

上記表示パワーの最小値又は最大値を保持するレーザパワー履歴保持手段を備え、

上記パワー変換データ調整手段は、上記パワー変換データを更新する際、上記最小値又は最大値が更新後の上記パワー変換データに応じた値となるように、上記レーザパワー履歴保持手段が保持している上記最小値又は最大値を更新することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載のレーザマーカ。

40

【請求項 9】

レーザ照射期間及び照射終了後の所定期間における上記計測パワーを積分するパワー積分手段を備え、

上記レーザパワー計測手段は、上記計測パワーとして単位時間当たりのエネルギーを計測し、

上記パワー変換手段は、上記パワー積分手段により積分された上記計測パワーを上記表示パワーに変換し、

50

上記表示手段は、上記表示パワーとして上記レーザー照射のエネルギーを表示することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載のレーザーマーカ。

【請求項 10】

レーザー光を生成するレーザー発振器と、上記レーザー光を加工対象物に向けて出射する出射口と、上記レーザー発振器から上記出射口までの光路上において上記レーザー光の一部を分岐させてレーザー分岐光を生成する分光器と、上記レーザー分岐光のレーザーパワーを計測し、計測パワーを求めるレーザーパワー計測手段と、上記出射口から出射されるレーザー光のレーザーパワーとしての表示パワーを表示する表示手段とを有するレーザーマーカにおけるレーザーパワーの表示調整方法であって、

上記計測パワー及び上記表示パワーの対応関係を示すパワー変換データを保持する変換データ保持ステップと、

上記パワー変換データを用いて、上記レーザーパワー計測手段により求められた上記計測パワーを上記表示パワーに変換するパワー変換ステップと、

上記パワー変換データを更新するために表示調整用データをユーザが指定するための表示調整データ指定ステップと、

ユーザの表示調整指示に基づいて上記レーザーパワー計測手段により計測された上記計測パワーを、上記表示調整用データに対応づけるように上記パワー変換データを更新するパワー変換データ調整ステップと、

上記パワー変換ステップにおいて求められた上記表示パワーを表示するレーザーパワー表示ステップとからなることを特徴とするレーザーマーカにおけるレーザーパワーの表示調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザーマーカに係り、さらに詳しくは、レーザー発振器からのレーザー光の一部を分岐させてレーザーパワーを計測するレーザーマーカの改良に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザー光を加工対象物に照射して印字などの加工を行う加工装置として、レーザーマーカが知られている。一般に、レーザーマーカなどのレーザー加工機は、レーザー光を生成するレーザー発振器と、レーザー発振器内のレーザー媒質を励起するための励起光を生成する光源装置と、光源装置を制御してレーザー光の強度を調整する出力調整装置からなる。出力調整装置内には、光源装置に対する供給電流の値と、レーザー光の強度（パワー）との対応関係を示す出力調整用テーブルが保持され、この出力調整用テーブルに基づいて光源装置の制御が行われる。

【0003】

レーザー発振器や光源装置が劣化すると、同じ供給電流値であってもレーザー出力が低下してしまうことから、装置の劣化時には、出力調整用テーブルを校正する必要がある。そこで、レーザー光の一部を受光してレーザーパワーを計測し、その計測結果に基づいて出力調整用テーブルを更新することが従来から行われている（例えば、特許文献 1 及び 2）。レーザーパワーの計測は、サーモパイル（熱電堆）などの感熱素子からなる計測器を用いて行われ、計測結果が表示される。この計測器は、分光器によって分光されたレーザー光を受光して、その分光比に基づいて出射口から出射されるレーザー光のレーザーパワーの計測を行っている。分光器は、レーザー発振器からレーザー光を加工対象物に向けて出射する出射口までの光路上に配置される。従来のレーザーマーカでは、この様にしてレーザーパワーを計測し、出力調整用テーブルの校正が行われていた。

【0004】

このようなレーザーマーカが製造ライン上に配置されている場合、パワーモニタと呼ばれる外部モニタ装置を用いてレーザー出力の検査が定期的に行われている。パワーモニタは、サーモパイルなどの感熱素子からなる計測部及び表示部からなり、計測部においてレーザーマ

10

20

30

40

50

ーカの出射口から出射されたレーザー光が受光される。そして、受光したレーザー光のレーザーパワーが計測部により計測され、その計測結果が表示部に表示される。従って、パワーモニタの計測部は、レーザーマーカから出射されたレーザー光の全部を受光してレーザーパワーの計測を行っており、レーザー光による数十W(ワット)のエネルギーを受けることとなる。このため、受けた熱エネルギーにより計測部が焼け焦げてしまうケースが生じる。しかも、工場内などの粉塵やオイルミストが存在する環境下でレーザーパワーの計測が行われる場合、粉塵やオイルミストが計測部に付着し、付着した粉塵やオイルミストにより計測部が変質し、或いは、付着した粉塵やオイルミストがレーザー光により焼け焦げることにより計測部が変質してしまうケースが生じ易い。

【0005】

この様な外部モニタ装置によるレーザーパワーの計測に比べて、レーザーマーカ内の計測器で行われるレーザーパワーの計測では、分光器により分光されたレーザー光を受光してレーザーパワーが求められるので、計測器が受ける熱エネルギーは、はるかに小さい。すなわち、レーザーマーカ内の計測器において受光されるレーザー光のレーザーパワーは、出射口から出射されるレーザー光の数%程度の高々数百mW(ミリワット)であり、計測器への影響は、パワーモニタの計測部に比べてはるかに少ない。また、レーザーマーカ内は、通常、防塵性が保たれているので、粉塵やオイルミストが付着して計測器が汚れてしまうことも少ない。このため、レーザーマーカ及び外部モニタ装置間でレーザーパワーの計測結果にずれが生じてしまい、外部モニタ装置とは異なる計測値が表示されてしまうという問題があった。

【0006】

一般に、工場内での製品管理では、ユーザ自身が有している外部モニタ装置を用いてレーザー出力の管理が行われる。このため、測定精度の低下が懸念される場合であっても、外部モニタ装置によるレーザーパワーの計測結果を主体として、レーザー出力の管理を行いたいという要望があった。ここで、単純にレーザーマーカの校正を行ってしまうと、外部環境の影響などを受けて変質した計測部を有する外部モニタ装置に合わせ込むために、レーザーマーカの内部で行っている最大出力制限のためのデータや上述した出力調整用テーブルまでが変更されてしまうので、レーザー出力を不当に制限し、或いは、過大なレーザー出力を行ってしまう可能性があった。例えば、実際には13Wまでしか出力できないレーザーマーカに対して、13Wの出力が10Wとなるように校正してしまうと、13Wの出力を指示した場合に、最大出力制限を越えるレーザー出力が指示されてしまうこととなる。或いは、10Wの出力が13Wとなるように校正してしまうと、実際には13Wまで出力できるにもかかわらず10Wまでしか出力指示が行えなくなってしまうこととなる。

【0007】

また、複数のレーザーマーカについてレーザー出力の管理を行う際には、外部環境などの影響を最小化するという観点から、複数の外部モニタ装置を用いてレーザーパワーの計測が行われている。この場合、通常、外部モニタ装置のうちの1つがマスタ装置として使用され、他のモニタ装置は、マスタ装置により校正されることとなる。このマスタ装置は、1年に数回程度しか使用されず、レーザーマーカの定期的な検査には、他のモニタ装置が使用される。定期的なパワーチェックに用いるモニタ装置は、外部環境の影響より計測部の変質が避けられないため、計測精度が低下し、レーザーマーカとの間で計測結果にずれが生じることとなる。また、レーザーマーカとの間で計測結果にずれが小さいと考えられるマスタ装置を用いた検査は、回数が制限されるため、毎日行われるような点検にはマスタ装置を用いることができないという問題があった。

【特許文献1】特開2000-135579号公報

【特許文献2】国際公開第2003/034555号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した通り、従来のレーザーマーカでは、計測器の個体差やレーザーマーカ内の計測器に比べてパワーモニタの計測部の劣化が早いことなどから、レーザーマーカ及びパワーモニタ

10

20

30

40

50

間でレーザパワーの計測結果にずれが生じてしまい、パワーモニタとは異なる計測値が表示されるという問題があった。

【0009】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、レーザマーカにおいて表示されるレーザパワーの表示値と外部モニタ装置における表示値との間にずれが生じるのを抑制することができるレーザマーカを提供することを目的とする。また、レーザ発振器や励起光の光源装置が劣化した場合であっても、外部モニタ装置との間でずれが生じることなくレーザパワーを正しく表示することができるレーザマーカを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の本発明によるレーザマーカは、レーザ光を生成するレーザ発振器と、上記レーザ光を加工対象物に向けて出射する出射口と、上記レーザ発振器から上記出射口までの光路上において上記レーザ光の一部を分岐させてレーザ分岐光を生成する分光器と、上記レーザ分岐光のレーザパワーを計測し、計測パワーを求めるレーザパワー計測手段と、上記出射口から出射されるレーザ光のレーザパワーとしての表示パワーを表示する表示手段とを有するレーザマーカであって、上記計測パワー及び上記表示パワーの対応関係を示すパワー変換データを保持する変換データ記憶手段と、上記パワー変換データを用いて、上記レーザパワー計測手段により求められた計測パワーを表示パワーに変換するパワー変換手段と、ユーザの表示調整指示に基づいて上記レーザパワー計測手段により計測された計測パワーを所定の表示パワーに対応づけるように上記パワー変換データを更新するパワー変換データ調整手段とを備え、上記表示手段が、上記パワー変換手段により求められた表示パワーを表示するように構成される。

【0011】

このレーザマーカでは、レーザパワー計測手段により求められた計測パワーがレーザパワー変換データを用いて表示パワーに変換され、表示手段により表示される。その際、ユーザの表示調整指示に基づいて計測された計測パワーを所定の表示パワーに対応づけるようにパワー変換データが更新される。この様な構成により、計測パワーを表示パワーに変換するためのパワー変換データが所望のタイミングで得られた計測パワーに基づいて更新されるので、レーザマーカにおいて表示されるレーザパワーの表示値と外部モニタ装置における表示値との間にずれが生じるのを抑制することができる。一般に、計測パワーを表示パワーに変換するためのパワー変換データは、レーザ出力を校正するための出力調整用テーブルとは異なり、レーザ発振器及び励起光の光源装置の劣化とは無関係である。このため、パワー変換データを適切に更新すれば、レーザ発振器や光源装置が劣化した場合であっても、外部モニタ装置との間でずれが生じることなくレーザパワーを正しく表示することができる。

【0012】

第2の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記計測パワーが、上記分光器の分光比に基づいて、上記レーザ分岐光のレーザパワーを上記出射口から出射されるレーザ光のレーザパワーに換算したものであるように構成される。

【0013】

第3の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記表示パワーをユーザが指定するための表示調整データ指定手段を備え、上記パワー変換データ調整手段が、上記表示調整指示に基づいて計測された計測パワーをユーザが指定した上記表示パワーに対応づけるように上記パワー変換データを更新するように構成される。

【0014】

第4の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記変換データ記憶手段が、上記パワー変換データとして、2組以上の計測パワー及び表示パワーからなるパワー変換テーブルを保持し、上記パワー変換手段は、上記パワー変換テーブルを用いた補間演算を行うことによって、上記レーザパワー計測手段により求められた計測パワーを表示パワーに変換するように構成される。この様な構成によれば、パワー変換テーブルを用いた補間演

10

20

30

40

50

算により計測パワーが表示パワーに変換されるので、パワー変換テーブルのデータ量を増大させることなく、レーザパワーを正しく表示することができる。

【0015】

第5の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、ユーザが上記レーザ発振器のレーザ出力を制御するための制御パワーに対応づけて上記表示パワーを指定する表示調整データ指定手段と、異なる上記制御パワーにそれぞれ対応づけられた2以上の上記表示パワーからなる表示調整用テーブルを保持する表示調整用テーブル記憶手段とを備え、上記パワー変換データ調整手段が、上記レーザ光の生成中に計測された計測パワーを上記表示調整用テーブルにおいて上記制御パワーに対応づけられた上記表示パワーに対応づけるように上記パワー変換テーブルを更新するように構成される。

10

【0016】

第6の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記パワー変換データ調整手段による上記パワー変換データの更新周期をユーザが指定する更新周期指定手段を備えて構成される。

【0017】

第7の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記変換データ記憶手段が、パワー変換データとして、データが予め定められた第1パワー変換データ及び上記パワー変換データ調整手段によって更新可能な第2パワー変換データを保持し、第1及び第2パワー変換データのいずれかがユーザにより選択され、上記パワー変換手段が、ユーザが選択した上記パワー変換データを用いて、上記計測パワーから表示パワーを求め、上記表示手段が、ユーザによるパワー変換データの選択結果を表示するように構成される。

20

【0018】

第8の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記レーザパワー計測手段により計測された表示パワーを警報閾値と比較して警報報知を行う警報報知手段と、ユーザにより指定された上記警報閾値を保持する警報閾値記憶手段とを備え、上記パワー変換データ調整手段が、パワー変換データを更新する際、上記警報閾値が更新後のパワー変換データに応じた値となるように、上記警報閾値記憶手段に保持されている上記警報閾値を更新するように構成される。

【0019】

第9の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記レーザパワー計測手段により計測された表示パワーを警報閾値と比較して警報報知を行う警報報知手段と、ユーザにより指定された上記警報閾値を保持する警報閾値記憶手段とを備え、上記パワー変換データ調整手段が、上記警報閾値を更新することなく、パワー変換データを更新するように構成される。

30

【0020】

第10の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記表示パワーの最小値又は最大値を保持するレーザパワー履歴保持手段を備え、上記パワー変換データ調整手段が、パワー変換データを更新する際、上記最小値又は最大値が更新後のパワー変換データに応じた値となるように、上記レーザパワー履歴保持手段が保持している上記最小値又は最大値を更新するように構成される。

40

【0021】

第11の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記表示手段が、ユーザが指定する基準表示パワーに対する比率として、上記表示パワーを表示するように構成される。

【0022】

第12の本発明によるレーザマーカは、上記構成に加え、上記レーザパワー計測手段が、上記計測パワーとして単位時間当たりのエネルギーを計測し、上記表示手段が、上記表示パワーとして単位時間当たりのエネルギーを表示するように構成される。

【0023】

50

第13の本発明によるレーザーマーカは、上記構成に加え、レーザー照射期間及び照射終了後の所定期間における上記計測パワーを積分するパワー積分手段を備え、上記レーザーパワー計測手段が、上記計測パワーとして単位時間当たりのエネルギーを計測し、上記パワー変換手段が、上記パワー積分手段により積分された上記計測パワーを表示パワーに変換し、上記表示手段が、上記表示パワーとして上記レーザー照射のエネルギーを表示するように構成される。

【0024】

第14の本発明によるレーザーマーカは、上記構成に加え、上記レーザー発振器が、レーザー媒質としてYVO₄を有し、上記分光器が、平板ガラスにより構成されているように構成される。

10

【0025】

第15の本発明によるレーザーマーカは、上記構成に加え、上記平板ガラスが、材質BK7又は石英からなるように構成される。

【0026】

第16の本発明によるレーザーマーカにおけるレーザーパワーの表示調整方法は、レーザー光を生成するレーザー発振器と、上記レーザー光を加工対象物に向けて出射する出射口と、上記レーザー発振器から上記出射口までの光路上において上記レーザー光の一部を分岐させてレーザー分岐光を生成する分光器と、上記レーザー分岐光のレーザーパワーを計測し、計測パワーを求めるレーザーパワー計測手段と、上記出射口から出射されるレーザー光のレーザーパワーとしての表示パワーを表示する表示手段とを有するレーザーマーカにおける表示調整方法であって、上記計測パワー及び上記表示パワーの対応関係を示すパワー変換データを保持する変換データ保持ステップと、上記パワー変換データを用いて、上記レーザーパワー計測手段により求められた計測パワーを表示パワーに変換するパワー変換ステップと、ユーザの表示調整指示に基づいて上記レーザーパワー計測手段により計測された計測パワーを所定の表示パワーに対応づけるように上記パワー変換データを更新するパワー変換データ調整ステップと、上記パワー変換ステップにおいて求められた表示パワーを表示するレーザーパワー表示ステップとからなることを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0027】

本発明によるレーザーマーカによれば、計測パワーを表示パワーに変換するためのパワー変換データが所望のタイミングで得られた計測パワーに基づいて更新されるので、レーザーマーカにおいて表示されるレーザーパワーの表示値と外部モニタ装置における表示値との間にずれが生じるのを抑制することができる。また、パワー変換データを更新することにより、レーザー発振器や励起光の光源装置が劣化した場合であっても、外部モニタ装置との間でずれが生じることなくレーザーパワーを正しく表示することができる。従って、レーザーマーカ及び外部モニタ装置間でレーザーパワーの計測結果にずれが生じるのを抑制することができる。

30

【0028】

具体的には、更新後のパワー変換データを用いて計測パワーを表示パワーに変換して計測値が表示されるので、ユーザが所望する特性を有する表示レンジで表示させることができ、外部モニタ装置との間でずれが生じることなく計測値を表示することができる。また、その様な表示特性を外部モニタ装置による表示調整を介して、他のレーザーマーカに複製することが可能であるため、レーザーマーカ間においてもずれを生じることなく計測値を表示することができる。この様な表示調整は、パワー変換データを更新することにより行われることから、表示調整を行ったとしても、レーザー光の出力制御に影響を与えることはない。また、レーザー光の出力調整用テーブルが変更された場合であっても、変更後の出力調整用テーブルに基づいて計測値の表示が行われるので、常にユーザの所望する特性で計測値を表示することができる。さらに、外部環境の影響の少ないレーザーマーカ内の計測器で計測されたレーザーパワーに基づいてパワー変換データを更新させ、更新後のパワー変換データを用いて計測値を表示させることにより、ユーザが使用しているマスタ装置と同様の

40

50

計測精度でレーザー出力の検査を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

図1は、本発明の実施の形態によるレーザーマーカの概略構成の一例を示した斜視図であり、加工対象物に文字などを印字するレーザーマーカ100が示されている。このレーザーマーカ100は、レーザー光を生成するレーザー発振器が内蔵されたヘッドユニット10と、伝送ケーブル20と、コントローラユニット30と、動作状態を表示するコンソール40により構成される。

【0030】

ヘッドユニット10は、例えば、製造ライン上に配置され、励起光によるレーザー媒質の励起によって生成されたレーザー光が加工対象物に向けて出射される。このレーザー光は、ヘッドユニット10の筐体に設けられた出射口11から出射される。

【0031】

伝送ケーブル20は、レーザー発振器内のレーザー媒質を励起するための励起光を伝送する光ファイバからなる。コントローラユニット30は、励起光を生成する光源装置及びその制御装置からなる。コンソール40は、動作状態を表示するための表示画面41と、操作入力を行うためのタッチパネルとからなるユーザインターフェースである。

【0032】

このレーザーマーカ100では、レーザー発振器や励起光の光源装置の経年劣化によるレーザー出力の低下を検知するために、レーザー光の強度（パワー）を計測するレーザーパワーの計測器がヘッドユニット10内に設けられている。この計測器は、レーザー光の一部を受光してレーザーパワーの計測を行っている。

【0033】

ここでは、パワーモニタ200を用いてレーザー出力が検査されるものとする。このパワーモニタ200は、ヘッドユニット10から出射されたレーザー光を受光してレーザーパワーを計測する計測部210と、計測結果を表示する表示部220とからなる外部モニタ装置である。

【0034】

計測部210は、サーモパイル（熱電堆）などの感熱素子からなり、受光量に応じた電気信号が出力される。表示部220では、計測部210により計測されたレーザーパワーが表示エリア221内に表示される。ここでは、計測部210がヘッドユニット10直下の印字点に配置されるものとする。

【0035】

図2は、図1のレーザーマーカ100の要部における構成例を示したブロック図であり、ヘッドユニット10及びコントローラユニット30内の構成が示されている。このヘッドユニット10は、出射口11、レーザー発振器12、分光器13、レーザーパワー計測器14、増幅回路15及びシャッタ16からなる。

【0036】

レーザー発振器12は、コントローラユニット30からの励起光によってレーザー光を生成するレーザー光の生成装置であり、レーザー出力をオン又はオフするためのQスイッチが設けられている。このQスイッチは、レーザー光の光路上に配置され、高周波信号が供給されると、レーザー光を遮断し、レーザー出力がオフされる。一方、直流信号（周波数0Hz）が供給されると、レーザー光を通過させ、レーザー出力がオンされる。

【0037】

ここでは、Qスイッチに高周波信号を供給することによりレーザー光が遮断された状態を閉鎖状態と呼び、レーザー光の通過状態をQスイッチの開放状態と呼ぶことにする。また、レーザー発振器12は、Y（イットリウム）及びV（バナジウム）の酸化物である YVO_4 をレーザー媒質として有し、電場ベクトルの振動方向に偏りを有する直線偏光が生成されるものとする。

【0038】

10

20

30

40

50

分光器 13 は、レーザ発振器から出射されたレーザ光の一部を分岐させるための光学素子であり、レーザ発振器 12 から出射口 11 までの光路上に配置されている。例えば、平板形状の透明ガラスからなるハーフミラーが分光器 13 として用いられ、レーザ発振器 12 からのレーザ光に対して、その P 偏光成分が約 45 度の角度で入射するように配置されている。すなわち、この分光器 13 は、レーザ光の光路に対して概ね 45 度、好ましくは、45 度傾けて配置されている。P 偏光成分は、分光器 13 における反射面に関して、入射光線及び反射光線を含む平面に対して電場ベクトルの振動方向が常に平行となる成分である。

【0039】

ここでは、分光器 13 を構成する平板形状のガラスが、材質 BK7 又は石英からなるものとする。また、上記平板形状のガラスは、均質に形成されているものとする。

10

【0040】

一般に、分光器 13 で分岐されるレーザ光のレーザパワーが低いと、温度変化や分光器 13 の経年劣化によって分岐の比率が変化してしまうことが考えられる。従って、レーザパワーの計測精度を向上させるという観点から、分光器 13 で分岐されるレーザ光は、レーザパワーが高いほうが好ましい。一方、分岐されるレーザ光のレーザパワーを高くすると、損失が大きくなるので、出射口から出射されるレーザ光のレーザパワーが低下してしまう。このため、分光器 13 では、1～5%程度を分岐させるのが良いと考えられる。

【0041】

また、一般に、平板形状のガラスにおける反射率は、その屈折率によって定められる。BK7 の屈折率は、1.507、石英ガラスの屈折率は、1.453 である。YVO₄ をレーザ媒質とするレーザ発振器 12 から出力されるレーザ光は、直線偏光であるので、その P 偏光成分を分光器 13 の反射面に概ね 45 度の角度で入射させると、入射レーザ光の数%程度を分岐させることができる。ここで、P 偏光成分を 45 度の角度で入射させる場合の分光器 13 における光学ガラスの反射率は、0.88% であり、ガラス板の両方の面で反射させることにより、トータルで入射レーザ光の 1.76% を分岐させることができる。

20

【0042】

また、分光器 13 として BK7 や石英からなるガラスを用いることにより、温度特性が向上するので、温度変化によって分岐の比率が変化するのを抑制することができる。

30

【0043】

ここでは、この様な分光器 13 により分岐されたレーザ光をレーザ分岐光と呼ぶことにする。分光器 13 を透過した残りのレーザ光は、直進して出射口 11 に達することとなる。なお、レーザ光を走査させるための光学素子は省略されているものとする。

【0044】

レーザパワー計測器 14 は、分光器 13 により分岐されたレーザ分岐光を受光してレーザパワーを計測する計測装置である。このレーザパワー計測器 14 は、サーモパイル（熱電堆）などの感熱素子からなり、受光量に応じた電気信号を生成する動作が行われる。サーモパイルは、異なる金属を組み合わせて構成される熱電対を複数個直列に接続して出力電圧を高くした素子である。

40

【0045】

増幅回路 15 は、レーザパワー計測器 14 からの電気信号を電力増幅してコントローラユニット 30 へ出力する動作を行っている。

【0046】

ここでは、レーザパワー計測器 14 により単位時間当たりのエネルギーがレーザパワーとして計測されるものとする。

【0047】

シャッタ 16 は、レーザ光の遮断装置であり、分光器 13 と、出射口 11 との間に配置されている。このシャッタ 16 は、レーザ光を遮断するための遮光板 16a が設けられており、回転軸 16b を中心として回転させることにより、分光器 13 を透過したレーザ光

50

を必要に応じて遮断することができる。遮光板 16a は、例えば、アルミニウムなどの金属からなる。

【0048】

ここでは、シャッタ 16 を回転させることによりレーザー光が遮断された状態を閉鎖状態と呼び、レーザー光の通過状態をシャッタ 16 の開放状態と呼ぶことにする。シャッタ 16 は、通常、開放状態となっているものとする。

【0049】

コントローラユニット 30 は、LD 31、駆動回路 32、制御部 33 及び A/D コンバータ 34 からなる。LD (レーザーダイオード) 31 は、励起光を生成する光源装置である。駆動回路 32 は、LD 31 に電流を供給して励起光を生成させる動作を行っている。ここでは、LD 31 に供給される電流を LD 電流と呼ぶことにする。この LD 電流の大きさが励起光の強度を定めることから、LD 電流を制御することによってレーザーパワーを調整することができる。

【0050】

A/D コンバータ 34 は、増幅回路 15 からの電気信号を所定の周期でサンプリングしてデジタル化し、レーザーパワーの計測データとして制御部 33 へ出力する動作を行っている。制御部 33 は、駆動回路 32 を制御してレーザーパワーの調整を行うとともに、A/D コンバータ 34 からの計測データに基づいてレーザー出力を監視する動作を行っている。

【0051】

ここでは、レーザー発振器 12 が最大約 1.4 W (ワット) のレーザー光を生成し、その 1.76% がレーザーパワー計測器 14 で受光されるものとする。従って、レーザーパワー計測器 14 では、最大約 0.25 W のレーザー励起光を受光することとなる。

【0052】

図 3 は、図 1 のレーザーマーカ 100 における制御部 33 の構成例を示したブロック図であり、制御部 33 内の機能構成の一例が示されている。この制御部 33 は、出力調整部 21、表示調整データ指定部 1、パワー変換テーブル調整部 2、パワー変換テーブル記憶部 3、パワー変換部 4、パワー積分処理部 5、表示処理部 6、警報閾値記憶部 7、警報報知部 8 及びレーザーパワー履歴保持部 9 により構成される。

【0053】

出力調整部 21 は、出力調整用テーブル校正部 22、出力調整用テーブル記憶部 23 及び LD 駆動制御部 24 からなり、レーザーパワーを調整するための LD 電流指令を駆動回路 32 へ出力するとともに、A/D コンバータ 34 からの計測データに基づいて出力調整用テーブルを更新する動作を行っている。

【0054】

出力調整用テーブルは、LD 電流の値がレーザーパワーのパワーレベルに対応づけて保持されたデータである。出力調整用テーブル記憶部 23 は、この様な出力調整用テーブルを保持するための不揮発性のメモリである。LD 駆動制御部 24 は、出力調整用テーブル記憶部 23 内の出力調整用テーブルに基づいて、LD 電流指令を生成する動作を行っている。

【0055】

出力調整用テーブル校正部 22 は、経年劣化によるレーザー出力の低下を補正するために、計測データに基づいて出力調整用テーブル記憶部 23 内の出力調整用テーブルを更新する動作を行っている。

【0056】

ここでは、出力調整部 21 が、異なるパワーレベルのレーザー光を順に生成させながら計測データを取得し、取得した計測データに基づいて出力調整用テーブルを自動的に校正する機能 (レーザーパワーのオートキャリブレーション機能) を有するものとする。このレーザーパワーのオートキャリブレーション処理では、出力調整用テーブルにおける LD 電流値が計測データに基づいて補正される。

【0057】

10

20

30

40

50

また、出力調整用テーブル記憶部 23 には、出力調整用テーブルとして、予め定められた書き換え不可能な第 1 調整用テーブルと、レーザパワーのキャリブレーションにより書き換え可能な第 2 調整用テーブルとが保持されているものとする。

【0058】

ここでは、計測データが示すレーザパワーを計測パワーと呼ぶことにし、コンソール 40 上に表示させるレーザパワーを表示パワーと呼ぶことにする。

【0059】

表示調整データ指定部 1 は、表示調整用の表示パワーをユーザが指定するための手段である。パワー変換テーブル調整部 2 は、パワーモニタ 200 によるレーザパワーの表示とのずれを補正するために、パワー変換テーブルを更新する動作を行っている。

10

【0060】

パワー変換テーブルは、計測パワーを表示パワーに変換するためのテーブルであり、計測パワー及び表示パワーの対応関係を示すデータからなる。ここでは、パワー変換テーブルが複数組の計測パワー及び表示パワーからなるものとする。パワー変換テーブル記憶部 3 は、この様なパワー変換テーブルを保持するための不揮発性のメモリである。

【0061】

具体的には、ユーザの表示調整指示に基づいてレーザパワー計測器 14 により計測された計測パワーを所定の表示パワーに対応づけるように、パワー変換テーブルが更新される。ここでは、表示調整指示に基づいて計測された計測パワーをユーザが指定した表示調整用の表示パワーに対応づけるように、パワー変換テーブルが更新されるものとする。

20

【0062】

また、この様なパワー変換テーブルの更新処理をパワーモニタ調整と呼ぶことにする。このパワーモニタ調整処理では、計測パワー及び表示パワーからなるデータセットが計測パワー及び表示調整用の表示パワーにより補正される。

【0063】

また、パワー変換テーブル記憶部 3 には、パワー変換テーブルとして、予め定められた書き換え不可能な第 1 変換テーブルと、パワーモニタ調整により書き換え可能な第 2 変換テーブルとが保持されているものとする。

【0064】

パワー変換部 4 は、パワー変換テーブル記憶部 3 内のパワー変換テーブルを用いて、レーザパワー計測器 14 により求められた計測パワーを表示パワーに変換する処理を行っている。計測パワーがパワー変換テーブル上にない場合には、線形補間により当該計測パワーに対応する表示パワーが求められる。

30

【0065】

パワー積分処理部 5 は、レーザ照射期間及び照射終了後の所定期間における計測パワーを時間積分し、マーキングエネルギーとしてパワー変換部 4 へ出力する動作を行っている。表示処理部 6 は、パワー変換部 4 により求められた表示パワーを表示するための表示データを生成し、コンソール 40 へ出力する動作を行っている。

【0066】

ここでは、ユーザが選択したパワー変換テーブルを用いて計測パワーから表示パワーが求められ、ユーザによるパワー変換テーブルの選択結果が表示されるものとする。また、表示処理部 6 により、表示パワーとして単位時間当たりのエネルギーが表示され、或いは、ユーザが指定する基準表示パワーに対する比率が表示されるものとする。

40

【0067】

また、パワー積分処理部 5 により積分された計測パワー、すなわち、マーキングエネルギーが必要に応じて表示パワーに変換され、表示パワーとしてレーザ照射のエネルギーが表示されるものとする。

【0068】

警報閾値記憶部 7 は、ユーザにより指定された警報閾値を保持する不揮発性メモリである。この警報閾値は、表示パワーの異常を検知するための閾値データであり、書き換え可

50

能に保持される。警報報知部 8 は、レーザパワー計測器 1 4 により計測されパワー変換部 4 により求められた表示パワーを警報閾値記憶部 7 内の警報閾値と比較し、その比較結果に基づいて警報報知を行っている。

【 0 0 6 9 】

ここでは、パワー変換テーブルを更新する際に、警報閾値が更新後のパワー変換テーブルに応じた値となるように、警報閾値記憶部 7 に保持されている警報閾値も更新するかが選択可能であるものとする。

【 0 0 7 0 】

レーザパワー履歴保持部 9 は、表示パワーの最小値及び最大値を保持するレーザパワーの履歴保持手段である。ここでは、パワー変換テーブルを更新する際に、表示パワーの最小値及び最大値が更新後のパワー変換テーブルに応じた値となるように、レーザパワー履歴保持部 9 が保持している最小値及び最大値が更新されるものとする。

10

【 0 0 7 1 】

図 4 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の構成例を示した図であり、第 1 調整用テーブル A 1 及び第 2 調整用テーブル A 2 が示されている。第 1 調整用テーブル A 1 は、例えば、レーザマーカ 1 0 0 の製造時に書き込まれる LD 電流データからなるテーブルである。一方、第 2 調整用テーブル A 2 は、製造時には第 1 調整用テーブル A 1 と同じデータが書き込まれているが、レーザパワーのキャリブレーションにより書き換え可能なテーブルとなっている。

【 0 0 7 2 】

この例では、異なる 7 つのパワーレベルのそれぞれに対応づけて LD 電流の値が保持されている。レーザ照射を行う際には、これらのパワーレベルの 1 つを指定することにより、LD 電流が決定される。ここでは、この様なレーザパワーのパワーレベルを制御パワーと呼ぶことにする。

20

【 0 0 7 3 】

第 1 調整用テーブル A 1 では、制御パワーが出力レンジの上限値に対する比率により表され、制御パワー 0, 20, 40, 60, 80 及び 100% (パーセント) のそれぞれに対応づけて、LD 電流 10, 20, 30, 40, 50 及び 60 A (アンペア) が保持されている。第 2 調整用テーブル A 2 には、キャリブレーション後の LD 電流が保持されている。

30

【 0 0 7 4 】

図 5 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、計測データとして用いる D 値が一定時間ごとに得られる様子が示されている。A / D コンバータ 3 4 が一定時間ごとにサンプリングしたサンプリングデータは、バラツキが大きい。そこで、制御部 3 3 では、このサンプリングデータを平均化する処理が行われる。

【 0 0 7 5 】

具体的には、A / D コンバータ 3 4 からのサンプリングデータを所定時間について平均し、その区間平均値を D 値として一定時間ごとに生成する処理が行われる。この例では、時刻 t_1 から t_2 までのサンプリングデータを時間 $(t_2 - t_1)$ で平均して第 1 の D 値が求められ、時刻 t_2 から t_3 までのサンプリングデータを時間 $(t_3 - t_2 = t_2 - t_1)$ で平均して第 2 の D 値が求められている。また、時刻 t_3 から t_4 までのサンプリングデータを時間 $(t_4 - t_3 = t_3 - t_2)$ で平均して第 3 の D 値が求められている。ここでは、1 ms (ミリ秒) ごとにサンプリングデータが得られるものとする。

40

【 0 0 7 6 】

図 6 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、印字開始直後の D 値の様子が示されている。時刻 T_0 に印字が開始されるとすると、D 値は、印字開始直後から単調に増加し、やがて飽和に達する。D 値は、通常、印字開始から 3 秒程度で飽和に達し、安定状態となる。この時刻を T_1 とする。

【 0 0 7 7 】

ここで、時刻 T_1 以降の時刻 t における D 値の時間平均を安定 D 値と呼ぶことにし、こ

50

の安定D値を次式により定めるものとする。

【数1】

$$\text{安定D値} = \frac{\sum_{t=T_0}^t \text{D値} - \sum_{t=T_0}^{T_1} \text{D値}}{t - T_1}$$

【0078】

この様にして定められる安定D値は、時刻T1から所定時間（通常、2秒程度）が経過した時刻T2（T2>T1）以降にはほぼ一定値となることが予想される。そこで、印字開始から5秒程度経過した時刻T2以降に安定D値が生成されるものとする。安定D値は、この様にして求めても良いが、印字終了時におけるレーザ光出射終了前の所定期間、例えば、2秒間のD値を安定D値としても良い。

10

【0079】

制御部33では、この様にして得られる安定D値が必要に応じて計測データとして用いられる。ここでは、平均化する前の計測データ、D値及び安定D値が計測パワーに含まれるものとする。

【0080】

図7は、図1のレーザマーカ100の構成例を示した図であり、第1変換テーブルB1及び第2変換テーブルB2が示されている。第1変換テーブルB1は、例えば、レーザマーカ100の製造時に書き込まれる複数組の安定D値及び表示パワーからなるテーブルである。一方、第2変換テーブルB2は、製造時には第1変換テーブルB1と同じデータが書き込まれているが、パワーモニタ調整により書き換え可能なテーブルとなっている。

20

【0081】

この例では、4つの組の安定D値及び表示パワーが保持されている。この表示パワーは、単位時間当たりのエネルギーとなっている。レーザパワーをコンソール40上に表示する際には、これらのパワー変換テーブルが参照され、パワー変換テーブルに基づいて計測パワーを表示パワーに変換してレーザパワーの表示値が決定される。

【0082】

出力調整用テーブルが、制御パワーごとのLD電流値からなるのに対して、パワー変換テーブルは、計測パワー及び表示パワーからなるデータセットにより構成される。

30

【0083】

第1変換テーブルB1では、安定D値361, 480, 730及び1040のそれぞれに対応づけて、表示パワー0, 2.6, 7.8及び13W（ワット）が保持されている。第2変換テーブルB2には、表示調整後の安定D値及び表示パワーが保持されている。具体的には、安定D値360, 477, 774及び1052のそれぞれに対応づけて、表示パワー0, 2.61, 7.85及び13.05W（ワット）が保持されている。

【0084】

レーザ分岐光を計測して得られた安定D値から表示パワーを求める際、当該安定D値がパワー変換テーブル上になければ、パワー変換テーブルに基づく線形補間により表示パワーが求められる。

40

【0085】

例えば、第2変換テーブルB2が選択されている場合、安定D値=555であれば、表示パワーは、 $2.61 + (7.85 - 2.61) \times (555 - 477) \div (774 - 477) = 3.99\text{W}$ となる。

【0086】

一般に、シャッタ16が閉まっている場合には、シャッタ16による反射光が受光されることによって、開いている場合に比べて計測パワーが大きくなることが考えられる。そこで、ここでは、シャッタ16が閉まっている場合には、反射光による誤差を補正するために、補正処理が行われるものとする。また、制御部33では、必要に応じて表示パワーをレーザ照射のエネルギーに変換する処理が行われるものとする。

50

【 0 0 8 7 】

<ユーザインターフェース>

図 8 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコントロール 4 0 上に表示される設定画面 5 0 の一例が示されている。この設定画面 5 0 は、レーザパワーを計測してレーザ出力を点検する際の画面表示である。この設定画面 5 0 には、上段に、ゼロ点補正の開始ボタン 5 2 が配置されている。この開始ボタン 5 2 は、パワー変換テーブルのゼロ点補正（後述）を実行させるためのアイコンである。

【 0 0 8 8 】

設定画面 5 0 の中段には、制御パワーの入力ボックス 5 3 a、Q スイッチ周波数の入力ボックス 5 3 b、チェックボックス 5 3 c 及びレーザパワー測定の開始ボタン 5 4 が配置されている。入力ボックス 5 3 a は、レーザパワー測定（後述）時における制御パワーを指定するための入力欄であり、出力レンジの上限値に対する比率を指定することができる。入力ボックス 5 3 b は、レーザパワー測定時における Q スイッチの周波数を指定するための入力欄である。チェックボックス 5 3 c は、レーザパワー測定時にレーザ光を印字点に照射するか否かを選択するための入力欄である。

10

【 0 0 8 9 】

設定画面 5 0 の下段には、キャリブレーション方法の入力ボックス 5 5 a、決定ボタン 5 5 b、更新日の表示欄 5 6 及びキャリブレーションの開始ボタン 5 7 が配置されている。入力ボックス 5 5 a は、レーザパワーのキャリブレーションを実行する際のキャリブレーション方法を指定するための入力欄である。決定ボタン 5 5 b は、入力ボックス 5 5 a で指定されたキャリブレーション方法でキャリブレーションを実行させるためのアイコンである。

20

【 0 0 9 0 】

表示欄 5 6 には、レーザパワーのキャリブレーションにより出力調整用テーブルの更新が行われた最後の日付が表示される。開始ボタン 5 7 は、レーザパワーのキャリブレーションを実行させるためのアイコンである。この設定画面 5 0 は、クローズボタン 5 1 又は 5 8 を操作することにより閉じられ、通常の運転モードに復帰する。

【 0 0 9 1 】

<スタートアップルーチン>

図 9 及び図 1 0 のステップ S 1 0 1 ~ S 1 1 7 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるスタートアップ時の動作の一例を示したフローチャートである。レーザマーカ 1 0 0 は、電源が投入されると、まず、パワー変換テーブルのゼロ点補正を実行する（ステップ S 1 0 1）。制御部 3 3 は、ゼロ点補正処理が終了すると、シャッタ 1 6 及び Q スイッチを閉鎖し、所定の制御パワーを指定してレーザ光を生成させる（ステップ S 1 0 2, S 1 0 3）。

30

【 0 0 9 2 】

次に、制御部 3 3 は、レーザ光の生成開始から所定時間が経過すると、D 値から安定 D 値を求めて表示パワーを算出する（ステップ S 1 0 4 ~ S 1 0 6）。このとき、表示パワーが所定値を下回っていなければ、Q スイッチの動作不良としてエラー出力を行い、この処理を終了する（ステップ S 1 0 7, S 1 0 8）。

40

【 0 0 9 3 】

一方、表示パワーが所定値を下回っていれば、Q スイッチは正常に動作していると判断して次の処理手順に移行する。表示パワーの閾値は、制御パワーが 8 0 % 出力であれば、0 . 6 5 W 程度であり、表示パワーが 0 . 6 5 W 以上の場合に、Q スイッチに動作不良が生じていると判断される。

【 0 0 9 4 】

制御部 3 3 は、Q スイッチが正常に動作していると判断すると、Q スイッチを開放し、そして、所定時間が経過すると、D 値から安定 D 値を求めて表示パワーを算出する（ステップ S 1 0 9 ~ S 1 1 2）。このとき、表示パワーが所定値を上回っていなければ、出力低下のエラー警告を行う（ステップ S 1 1 3, S 1 1 6）。

50

【 0 0 9 5 】

一方、表示パワーが所定値を上回っていれば、レーザパワーは正常であると判断して次の処理手順に移行する。表示パワーの閾値は、制御パワーが80%出力であれば、6.5W程度であり、表示パワーが6.5W以下の場合に、レーザパワーが低下していると判断される。

【 0 0 9 6 】

制御部33は、レーザパワーが正常であると判断し、或いは、出力低下のエラー警告を行うと、レーザパワーのキャリブレーションを実行するか否かを判断する(ステップS114)。レーザパワーのキャリブレーションを実行する場合には、キャリブレーション処理を実行し(ステップS117)、キャリブレーション処理が終了すると、シャッタ16を開放してこの処理を終了する(ステップS115)。

10

【 0 0 9 7 】

レーザパワーのキャリブレーションを実行しない場合には、直ちにシャッタ16を開放してこの処理を終了する(ステップS115)。

【 0 0 9 8 】

図11(a)及び(b)は、図1のレーザマーカ100の動作例を示した図であり、スタートアップ動作時に画面表示されるエラーダイアログが示されている。図11(a)には、Qスイッチの動作不良が検出された場合に表示されるエラーダイアログ61が示され、図11(b)には、レーザパワーの低下が検出された場合に表示されるエラーダイアログ62が示されている。

20

【 0 0 9 9 】

エラーダイアログ61は、Qスイッチの動作不良が検出された場合にコンソール40の表示画面41上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及びクローズボタン61aが配置されている。この例では、メッセージ「Qスイッチの動作不良です。」が配置されている。このエラーダイアログ61は、クローズボタン61aを操作することにより閉じられ、元の画面表示に復帰することができる。

【 0 1 0 0 】

エラーダイアログ62は、レーザパワーの低下が検出された場合にコンソール40の表示画面41上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及びクローズボタン62aが配置されている。この例では、メッセージ「レーザ出力が低下しています。」が配置されている。このエラーダイアログ62は、クローズボタン62aを操作することにより閉じられ、元の画面表示に復帰することができる。

30

【 0 1 0 1 】

<レーザパワー測定>

図12のステップS201~S207は、図1のレーザマーカ100におけるレーザパワー測定時の動作の一例を示したフローチャートである。制御部33は、レーザパワー測定の開始ボタン54が操作されると、まず、シャッタ16を閉鎖し、制御パワー及びQスイッチ周波数を指定してレーザ光を生成させる(ステップS201, S202)。

【 0 1 0 2 】

次に、制御部33は、キャンセルボタンの操作によって測定終了が指示されているか否かを判断する(ステップS203)。このとき、測定終了が指示されていないければ、D値から安定D値を求めて表示パワーを算出する(ステップS204, S205)。そして、表示処理部6は、算出された表示パワーをコンソール40の表示画面41上に表示する(ステップS206)。

40

【 0 1 0 3 】

一方、測定終了が指示されている場合には、シャッタ16を開放してこの処理を終了する(ステップS207)。

【 0 1 0 4 】

図13は、図1のレーザマーカ100の動作例を示した図であり、レーザパワー測定時に画面表示される計測中ダイアログ71が示されている。この計測中ダイアログ71は、

50

レーザパワーの測定中にコンソール40の表示画面41上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及びキャンセルボタン72が配置されている。

【0105】

この例では、メッセージ「レーザパワー出力値」と共に、測定された計測パワーに対応する表示パワー「9.3W」が配置されている。キャンセルボタン72を操作すると、レーザパワー測定処理が終了される。この様なレーザパワー測定処理により、レーザパワーをリアルタイムに表示することができる。

【0106】

<パワーモニタ調整>

図14は、図1のレーザマーカ100の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール40上に表示される設定画面80の一例が示されている。この設定画面80は、パワーモニタ調整を実行させる際の画面表示である。この設定画面80には、上段に、パワー変換テーブルの選択ボックス82a及び82bが配置されている。

【0107】

選択ボックス82aは、パワー変換テーブルとして、第1変換テーブルを指定するための入力欄であり、選択ボックス82bは、第2変換テーブルを指定するための入力欄である。ユーザは、第1又は第2変換テーブルのいずれかを選択指定することができる。

【0108】

設定画面80の中段には、入力ボックス83a～83d及びレーザ照射ボタン84a～84cが配置されている。入力ボックス83a～83dは、制御パワーに対応づけて表示調整用の表示パワーを指定するための入力欄である。ここでは、制御パワー100, 60, 20, 0%のそれぞれに対応づけて表示調整用の表示パワーを指定することができる。この例では、表示調整用の表示パワーとして、単位時間当たりのエネルギーを指定することができる。

【0109】

レーザ照射ボタン84a～84cは、制御パワーを指定してレーザ照射を実行させるためのアイコンである。ここでは、制御パワー100, 60, 20%のいずれかを選択してレーザ照射を実行させることができる。

【0110】

設定画面80の下段には、パワーモニタ調整処理を実行させるための決定ボタン85が配置されている。

【0111】

ユーザは、レーザ照射ボタン84a～84cを操作した際に得られるレーザ光をパワーモニタ200で計測し、パワーモニタ200上の表示値を入力ボックス83a～83dに入力することとなる。その際、操作したレーザ照射ボタンに対応する制御パワーの入力ボックスに表示値を入力する必要がある。この設定画面80は、クローズボタン81又は86を操作することにより閉じられ、通常の運転モードに復帰する。

【0112】

図15は、図1のレーザマーカ100における制御部33の動作の一例を示した図であり、安定D値及び表示パワーの対応関係が示されている。第1変換テーブルの場合、傾きが一定の直線C1上に安定D値及び表示パワーからなるサンプル点が配置される。この例では、制御パワーが0, 20, 60及び100%出力である場合にそれぞれ得られた4つのサンプル点が配置されている。

【0113】

制御パワーが20, 60及び100%出力である場合に得られた各サンプル点の安定D値は、それぞれd1～d3となっている。

【0114】

曲線C2は、表示調整後の第2変換テーブルを示しており、レーザパワーのキャリブレーションが完全であれば、各制御パワーのサンプル点における安定D値は、直線C1上のサンプル点に一致することとなる。ここでは、0%出力時の表示パワーは、C1及びC2

10

20

30

40

50

いずれも 0 W となっている。

【 0 1 1 5 】

曲線 C 上のサンプル点により定められるパワー変換テーブルを用いて、計測パワーを表示パワーに変換する際、サンプル点以外の計測パワー、すなわち、安定 D 値は、線形補間により求められる。従って、ユーザに表示調整用の表示パワーとして指定させるサンプル点の数を増やすほど、パワーモニタ（外部モニタ装置）の特性が正しく反映されたパワー変換テーブルを得ることができるが、複雑化を避けるという観点から、ここでは、4つのサンプル点を指定させている。この程度のサンプル数であっても、パワーモニタの特性はもともと線形性が高いことから、パワーモニタの特性が十分に正しく反映されたパワー変換テーブルを得ることができる。

10

【 0 1 1 6 】

ここでは、異なる 4 つの制御パワーに対応するサンプル点に基づいてパワー変換テーブルの補正が行われる場合の例について説明したが、他の構成であっても良い。例えば、0 % 出力時のサンプル点を固定とし、ユーザが指定する 1 つのサンプル点によって 0 % 出力時のサンプル点を通る直線の傾きを定めるようなものであっても良い。この場合、この様にして定められた直線に基づいてパワー変換テーブルが補正されることとなる。

【 0 1 1 7 】

或いは、傾き一定の直線をユーザが指定する 1 つのサンプル点によって定め、この様にして定められた直線に基づいてパワー変換テーブルを補正するようなものであっても良い。

20

【 0 1 1 8 】

図 1 6 は、図 1 のレーザーマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、経年劣化によるレーザーパワーの低下が生じた場合が示されている。制御パワー及び表示パワーは、経年劣化によるレーザーパワーの低下の影響を受けることから、一意的な対応関係はない。このため、出荷時などに定められる第 1 変換テーブル上の安定 D 値と、ユーザの表示調整指示に基づいて得られる安定 D 値とは、通常、異なっている。

【 0 1 1 9 】

経年劣化によりレーザーパワーが低下した場合、表示調整後の第 2 変換テーブルを示す曲線 C 4 では、各制御パワーのサンプル点における安定 D 値は、直線 C 3 ($C 3 = C 1$) 上のサンプル点に比べて左方にシフトすることとなる。ここでは、0 % 出力時の表示パワーは、C 4 及び C 3 いずれも 0 W となっている。

30

【 0 1 2 0 】

図 1 7 は、図 1 のレーザーマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、エイジングによりレーザーパワーが増大した場合が示されている。エイジングによりレーザー結晶（レーザー媒質）内の格子欠陥が減少するなどの理由によってレーザーパワーが出荷時に比べて増大した場合には、表示調整後の第 2 変換テーブルを示す曲線 C 6 では、各制御パワーのサンプル点における安定 D 値は、直線 C 5 ($C 5 = C 1$) 上のサンプル点に比べて右方にシフトすることとなる。ここでは、0 % 出力時の表示パワーは、C 4 及び C 3 いずれも 0 W となっている。

【 0 1 2 1 】

図 1 8 は、図 1 のレーザーマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、3 回のパワーモニタ調整で得られた安定 D 値及び表示パワーの対応関係が示されている。LD 3 1 やレーザー発振器 1 2 の経年劣化によりパワーモニタ調整でサンプルされるサンプル点は、通常、測定ごとに変化する。しかし、レーザー出力の測定に使用されるパワーモニタ（外部モニタ装置）が同じであれば、各測定のサンプル点は同じ特性曲線上に配置されることとなる。

40

【 0 1 2 2 】

このため、各測定で求められるパワー変換テーブルはほぼ同じものとなるので、1 度、表示調整処理を実行してパワー変換テーブルを更新しておけば、経年劣化によりレーザー出力が低下した場合であっても、パワーモニタ調整を新たに実行する必要はない。

50

【 0 1 2 3 】

図 19 のステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 9 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるパワーモニタ調整時の動作の一例を示したフローチャートである。まず、制御部 3 3 は、レーザ照射ボタンが押下されると、押下されたレーザ照射ボタンに割り当てられている制御パワーでレーザ光を生成させる（ステップ S 3 0 1 , S 3 0 2 ）。

【 0 1 2 4 】

次に、制御部 3 3 は、キャンセルボタンの操作によって出力停止が指示されるまでレーザ照射を継続し、出力停止が指示されると、レーザ光の生成を停止させる（ステップ S 3 0 3 ）。このとき、計測時間が短くて D 値から安定 D 値が求められなければ、エラー出力を行う（ステップ S 3 0 4 , S 3 0 9 ）。

10

【 0 1 2 5 】

次に、制御部 3 3 は、安定 D 値取得後、表示調整用の表示パワーが入力されると（ステップ S 3 0 5 ）、サンプル点の入力が終了するまで、ステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 5 までの処理手順を繰り返す（ステップ S 3 0 6 ）。

【 0 1 2 6 】

制御部 3 3 は、サンプル点の入力が終了すると、0 % 出力時のオフセット量を指定し、計測パワー及び表示調整用の表示パワーからなるサンプル点に基づいてパワー変換テーブルを更新する（ステップ S 3 0 7 , S 3 0 8 ）。

【 0 1 2 7 】

図 2 0 (a) 及び (b) は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、図 2 0 (a) には、パワーモニタ調整時に画面表示されるレーザ照射中ダイアログ 9 1 が示され、図 2 0 (b) には、エラー出力時に画面表示されるエラーダイアログ 9 3 が示されている。

20

【 0 1 2 8 】

レーザ照射中ダイアログ 9 1 は、パワーモニタ調整処理の実行中にコンソール 4 0 の表示画面 4 1 上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及びキャンセルボタン 9 2 が配置されている。

【 0 1 2 9 】

この例では、メッセージ「5 秒以上計測して下さい。ボタンを押すとレーザ出力を停止します。」が配置されている。キャンセルボタン 9 2 を操作すると、レーザ光の生成が停止する。

30

【 0 1 3 0 】

エラーダイアログ 9 3 は、計測時間が短くて安定 D 値が求められなかった場合にコンソール 4 0 の表示画面 4 1 上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及び OK ボタン 9 4 が配置されている。この例では、メッセージ「計測時間が不足しています。もう一度計測して下さい。」が配置されている。このエラーダイアログ 9 3 は、OK ボタン 9 4 を操作することにより閉じられ、元の画面表示に復帰することができる。

【 0 1 3 1 】

<マーキングエネルギーチェック>

図 2 1 は、図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、運転モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される運転監視画面 1 0 1 の一例が示されている。この運転監視画面 1 0 1 は、通常の運転モードにおける画面表示である。この運転監視画面 1 0 1 には、左側に、印字内容を表示する表示領域 1 0 3 が配置されている。

40

【 0 1 3 2 】

運転監視画面 1 0 1 の右側には、表示パワーの表示領域 1 0 4、リセットボタン 1 0 5、警報閾値入力ボックス 1 0 6 及び決定ボタン 1 0 7 が配置されている。表示領域 1 0 4 には、現在の表示パワー、表示パワーの最大値及び最小値が表示される。ここでは、表示パワーとして、レーザ照射のエネルギーが表示されている。

【 0 1 3 3 】

リセットボタン 1 0 5 は、表示パワーの最大値及び最小値をリセットするためのアイコン

50

ンである。警報閾値入力ボックス 106 は、現在の表示パワーの異常検知用の警報閾値を入力するための入力欄である。決定ボタン 107 は、入力された警報閾値に基づいてマーキングエネルギーチェック処理を実行させるためのアイコンである。

【0134】

この例では、表示調整後のパワー変換テーブルによって求められた表示パワーが「換算後の表示」として表示されている。

【0135】

図 22 は、図 1 のレーザーマーカ 100 における制御部 33 の動作の一例を示した図であり、印字開始直後の表示パワーの様子が示されている。時刻 t_{11} に印字開始が指示されるとすると、表示パワーは、短い時間のタイムラグを経て、時刻 t_{12} から単調に増加し、やがて飽和に達する。その後、時刻 t_{13} に印字終了が指示されると、短い時間のタイムラグを経て、時刻 t_{14} から単調に減少し、やがて初期値 0 J (ジュール) に達する。

10

【0136】

マーキングエネルギーチェック処理では、このような印字開始トリガ及び印字終了トリガに対する応答遅れを考慮して、印字開始から印字終了までの期間と、印字終了から所定時間が経過するまでの期間とにおける表示パワーの総和からレーザー照射のエネルギーを求めている。例えば、印字終了から 2 ~ 5 秒後までの期間についてマーキングエネルギーが求められる。

【0137】

図 23 のステップ S401 ~ S408 は、図 1 のレーザーマーカ 100 におけるマーキングエネルギーチェック時の動作の一例を示したフローチャートである。制御部 33 は、印字開始トリガが入力すると、まず、レーザー光を生成させ、レーザー出力の計測を開始する (ステップ S401, S402)。

20

【0138】

次に、制御部 33 は、印字終了トリガが入力すると、レーザー光の生成を停止させて所定時間が経過するまで待機する (ステップ S403)。このとき、次の印字開始トリガが入力すると、ステップ S401 からステップ S403 の処理手順を繰り返す (ステップ S404, S407)。

【0139】

制御部 33 は、印字終了から所定時間が経過すると、表示パワーにおける現在値、最大値及び最小値を更新し、現在値を警報閾値と比較する (ステップ S404 ~ S406)。このとき、表示パワーの現在値が警報閾値を上回っていなければ、マーキングエネルギー不足と判断して警告を行う (ステップ S408)。

30

【0140】

図 24 は、図 1 のレーザーマーカ 100 の動作例を示した図であり、マーキングエネルギーチェック時に画面表示されるエラーダイアログ 111 が示されている。このエラーダイアログ 111 は、表示パワーが警報閾値以下となってマーキングエネルギーが不足している場合にコンソール 40 の表示画面 41 上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及びクローズボタン 111a が配置されている。

【0141】

この例では、メッセージ「マーキングエネルギーが不足しています。」が配置されている。このエラーダイアログ 111 は、クローズボタン 111a を操作することにより閉じられ、元の画面表示に復帰することができる。

40

【0142】

このようなエラー出力を行わせることにより、LD31 やレーザー発振器 12 の経年劣化、或いは、不具合によりレーザー出力が低下して正常に印字できなくなったのを検知することができる。

【0143】

<レーザーパワーキャリブレーション>

図 25 は、図 1 のレーザーマーカ 100 の動作例を示した図であり、レーザーパワーキャリ

50

ブレーション時に作成される制御パワー、LD電流及び安定D値からなるキャリブレーションテーブルの一例が示されている。このキャリブレーションテーブルは、制御パワー、LD電流値、LD電流に割り当てられる電流記号、安定D値及びこの安定D値に割り当てられるD値記号からなる。

【0144】

ここでは、制御パワーに対応する7つのLD電流値のそれぞれに電流記号I0～I6が割り当てられ、また、制御パワーに対応する7つの安定D値のそれぞれにD値記号D0～D6が割り当てられている。

【0145】

図26は、図1のレーザーマーカ100の動作例を示した図であり、LD電流及び安定D値の対応関係が示されている。出荷時におけるLD電流及び安定D値の対応関係を示す特性曲線D1に比べて、経年劣化によりレーザー出力が低下した場合の特性曲線D2は、LD電流値ごとの安定D値が低下している。

10

【0146】

そこで、レーザーパワーのキャリブレーション処理では、所定の安定D値が得られるようにLD電流値が補正される。例えば、安定D値としてD1が得られるように、LD電流値「新I1」が決定される。また、安定D値としてD2が得られるように、LD電流値「新I2」が決定される。また、安定D値としてD3が得られるように、LD電流値「新I3」が決定される。

【0147】

図27のステップS501～S509は、図1のレーザーマーカ100におけるレーザーパワーキャリブレーション時の動作の一例を示したフローチャートである。まず、制御部33は、所定の制御パワーを指定してレーザー光を生成させ、レーザー照射開始から所定時間が経過すると、D値から安定D値を求める(ステップS501～S503)。

20

【0148】

制御部33は、安定D値の取得が終了するまで、レーザー出力を変更しながらステップS501からステップS503の処理手順を繰り返す(ステップS504, S508)。制御部33は、安定D値取得が終了すると、キャリブレーションが正常に行われたか否かを判断する(ステップS505)。

【0149】

このとき、取得した各安定D値が単調増加の特性となっていなかった場合、或いは、100%出力時のLD電流値が入力レンジの上限値を越えていた場合には、キャリブレーションが正常に行われなかったものと判断して、エラー出力を行う(ステップS509)。

30

【0150】

次に、制御部33は、キャリブレーションが正常に行われた場合に、取得した安定D値により出力調整用テーブルを更新し、更新日データを保存する(ステップS506, S507)。

【0151】

図28は、図1のレーザーマーカ100の動作例を示した図であり、レーザーパワーキャリブレーション時に画面表示されるキャリブレーション中ダイアログ121が示されている。このキャリブレーション中ダイアログ121は、レーザーパワーのキャリブレーション中にコンソール40の表示画面41上に表示されるウィンドウ表示であり、メッセージ及びキャンセルボタン122が配置されている。

40

【0152】

この例では、メッセージ「ボタンを押すと中断します。」が配置されている。キャンセルボタン122を操作すると、レーザーパワーのキャリブレーション処理が終了される。

【0153】

図29は、図1のレーザーマーカ100の動作例を示した図であり、機器設定モードにおいてコンソール40上に表示される設定画面131の一例が示されている。この設定画面131は、機器設定を行う際の画面表示である。この設定画面131には、下段に、レー

50

ザパワーキャリブレーションによる出力調整用テーブルの更新周期を指定するための選択ボックス133a～133c及び入力ボックス134が配置されている。

【0154】

選択ボックス133aは、レーザパワーのオートキャリブレーション機能を使用しないことを選択するための入力欄である。選択ボックス133bは、レーザパワーのオートキャリブレーション機能を電源投入時に実行することを選択するための入力欄である。選択ボックス133cは、レーザパワーのオートキャリブレーション機能を所定期間ごとに実行することを選択するための入力欄である。

【0155】

入力ボックス134は、オートキャリブレーション機能を実行させる期間を指定するための入力欄である。ユーザは、選択ボックス133a～133cのいずれかを選択指定することができる。OKボタン135を操作すると、選択指定された情報に基づいて、オートキャリブレーションが行われる。この設定画面131は、クローズボタン132又は136を操作することにより閉じられ、通常の運転モードに復帰する。

10

【0156】

ここでは、出力調整用テーブル校正部22による出力調整用テーブルの更新周期が指定される場合の例について説明したが、パワー変換テーブルについても出力調整用テーブルと同様に定期的に更新させても良い。例えば、ユーザにより指定された更新周期でパワーモニタ調整用の設定画面を表示させ、ユーザにパワーモニタ調整を促すようなものであっても良い。

20

【0157】

<ゼロ点補正>

図30は、図1のレーザマーカ100における制御部33の動作の一例を示した図であり、0%出力時の安定D値を用いて行われるゼロ点補正の様子が示されている。スタートアップ時などに実行されるゼロ点補正は、レーザマーカ100内のサーモパイル、すなわち、レーザパワー計測器14の劣化によって計測データに生じるずれを補正するための処理である。このゼロ点補正処理では、ゼロ点補正実行時における0%出力の安定D値を用いてパワー変換テーブルの安定D値が補正される。

【0158】

例えば、ゼロ点補正処理の実行時における0%出力の安定D値=345の場合、第1変換テーブルB11の各安定D値は、0%出力時の安定D値と、上記安定D値とを比較して、その比較結果に基づいてオフセットされる。

30

【0159】

第1変換テーブルB11の場合、安定D値350, 450, 800及び1050のそれぞれに対応づけて、表示パワー0.00, 2.60, 7.80及び13.00W(ワット)が保持されている。このとき、0%出力について、 $345 - 350 = -5$ なので、表示調整後の第1変換テーブルB21では、安定D値345, 445, 795及び1045となる。

【0160】

第2変換テーブルB12の場合、安定D値330, 420, 790及び1100のそれぞれに対応づけて、表示パワー0.00, 2.80, 7.90及び13.20W(ワット)が保持されている。このとき、0%出力について、 $345 - 330 = +15$ なので、表示調整後の第2変換テーブルB22では、安定D値345, 435, 805及び1115となる。

40

【0161】

図31のステップS601～S604は、図1のレーザマーカ100におけるゼロ点補正時の動作の一例を示したフローチャートである。制御部33は、ゼロ点補正が指示されると、まず、制御パワー0%を指定してQスイッチを開放するとともに、シャッタ16を閉鎖する(ステップS601)。

【0162】

50

次に、制御部 33 は、計測開始から所定時間が経過すると、D 値から安定 D 値を求め、求められた安定 D 値に基づいてパワー変換テーブルを更新する（ステップ S 602 ~ S 604）。

【0163】

本実施の形態によれば、計測パワーを表示パワーに変換するためのパワー変換テーブルが所望のタイミングで得られた計測パワーに基づいて更新されるので、レーザマーカ 100 において表示されるレーザパワーの表示値と外部モニタ装置における表示値との間にずれが生じるのを抑制することができる。また、パワー変換テーブルを用いた補間演算により計測パワーが表示パワーに変換されるので、パワー変換テーブルのデータ量を増大させることなく、レーザパワーを正しく表示することができる。

10

【0164】

なお、本実施の形態では、表示調整用の表示パワーとして、単位時間当たりのエネルギーが指定される場合の例について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、表示調整用の表示パワーとして、ユーザが指定する基準表示パワーに対する比率を指定するものであっても良い。

【0165】

図 32 は、図 1 のレーザマーカ 100 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール 40 上に表示される設定画面 141 の他の一例が示されている。この設定画面 141 は、図 14 の設定画面 80 と比較すれば、表示調整用の表示パワーの入力ボックス 142a ~ 142d において、基準表示パワーに対する比率を指定させる点で異なっている。

20

【0166】

また、本実施の形態では、運転監視画面 101 上にレーザ照射のエネルギーが表示される場合の例について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、運転監視画面とは異なるウィンドウ画面にレーザ照射のエネルギーを表示させても良い。

【0167】

図 33 は、図 1 のレーザマーカ 100 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール 40 上に表示される運転監視画面 151 の他の一例が示されている。この運転監視画面 151 は、図 21 の運転監視画面 101 と比較すれば、表示パワーの表示領域 104、リセットボタン 105、警報閾値入力ボックス 106 及び決定ボタン 107 に代えて、マーキングエネルギーボタン 152 が配置されている点で異なる。

30

【0168】

マーキングエネルギーボタン 152 は、レーザ照射のエネルギーを表示させるためのアイコンである。このマーキングエネルギーボタン 152 を操作することにより、マーキングエネルギーウィンドウ 153 が表示される。

【0169】

このマーキングエネルギーウィンドウ 153 には、表示パワーの表示領域 155 及びマーキングエネルギーチェック領域 156 が設けられている。表示領域 155 内には、表示パワーの最大値の表示エリア 155a、現在の表示パワーの表示エリア 155b、最小値の表示エリア 155c 及びリセットボタン 157 が配置されている。

40

【0170】

マーキングエネルギーチェック領域 156 内には、チェックボックス 156a 及び警報閾値の入力ボックス 156b が配置されている。OK ボタン 158 を操作すると、入力された警報閾値に基づいてマーキングエネルギーチェック処理が実行される。また、クローズボタン 154 又は 159 を操作すれば、ウィンドウ 153 は閉じられ、元の運転監視画面 151 に復帰することができる。

【0171】

また、本実施の形態では、レーザ照射のエネルギーがマーキングエネルギーとして表示される場合の例について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、ユーザが指定した基準表示パワーに対する比率でレーザ照射のエネルギーを表示させても良

50

い。

【0172】

図34は、図1のレーザーマーカ100の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール40上に表示される運転監視画面161のその他の一例が示されている。この運転監視画面161は、図21の運転監視画面101と比較すれば、マーキングエネルギーが基準表示パワーに対する比率により表示されている点で異なる。

【0173】

この例では、現在の表示パワー、表示パワーの最大値、最小値及び警報閾値が比率で表示されている。表示パワーの表示領域162には、現在の表示パワー、表示パワーの最大値及び最小値が基準表示パワーに対する比率で表示される。

10

【0174】

また、警報閾値入力ボックス163には、現在の表示パワーの異常検知用の警報閾値が基準表示パワーに対する比率で指定される。

【0175】

図35は、図1のレーザーマーカ100の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール40上に表示される運転監視画面164のその他の一例が示されている。この運転監視画面164は、図34の運転監視画面161と比較すれば、表示パワーの最大値及び最小値に代えて、過去10回の印字における表示パワーの平均値が表示されている点で異なる。

【0176】

20

なお、本実施の形態では、パワーモニタ調整時に、レーザー照射ごとに表示調整用の表示パワーを指定させる場合の例について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、制御パワーの異なる複数回のレーザー照射の後に、表示調整用の表示パワーを順に指定させても良い。この場合、表示調整用の表示パワーは、制御パワーに対応づけて指定され、異なる制御パワーにそれぞれ対応づけられた複数の表示パワーからなる表示調整用テーブルが作成保持されることとなる。そして、パワー変換テーブル調整部2は、レーザー光の生成中に計測された計測パワーを上記表示調整用テーブルにおいて制御パワーに対応づけられた表示調整用の表示パワーに対応づけるように、パワー変換テーブルを更新することとなる。

【図面の簡単な説明】

30

【0177】

【図1】本発明の実施の形態によるレーザーマーカ100の概略構成の一例を示した斜視図である。

【図2】図1のレーザーマーカ100の要部における構成例を示したブロック図であり、ヘッドユニット10及びコントローラユニット30内の構成が示されている。

【図3】図1のレーザーマーカ100における制御部33の構成例を示したブロック図であり、制御部33内の機能構成の一例が示されている。

【図4】図1のレーザーマーカ100の構成例を示した図であり、第1調整用テーブルA1及び第2調整用テーブルA2が示されている。

【図5】図1のレーザーマーカ100における制御部33の動作の一例を示した図であり、計測データとして用いるD値が一定時間ごとに得られる様子が示されている。

40

【図6】図1のレーザーマーカ100における制御部33の動作の一例を示した図であり、印字開始直後のD値の様子が示されている。

【図7】図1のレーザーマーカ100の構成例を示した図であり、第1変換テーブルB1及び第2変換テーブルB2が示されている。

【図8】図1のレーザーマーカ100の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール40上に表示される設定画面50の一例が示されている。

【図9】図1のレーザーマーカ100におけるスタートアップ時の動作の一例を示したフローチャートである。

【図10】図1のレーザーマーカ100におけるスタートアップ時の動作の一例を示したフ

50

ローチャートである。

【図 1 1】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、スタートアップ動作時に画面表示されるエラーダイアログが示されている。

【図 1 2】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるレーザパワー測定時の動作の一例を示したフローチャートである。

【図 1 3】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、レーザパワー測定時に画面表示される計測中ダイアログ 7 1 が示されている。

【図 1 4】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される設定画面 8 0 の一例が示されている。

【図 1 5】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、安定 D 値及び表示パワーの対応関係が示されている。

10

【図 1 6】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、経年劣化によるレーザパワーの低下が生じた場合が示されている。

【図 1 7】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、エイジングによりレーザパワーが増大した場合が示されている。

【図 1 8】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、安定 D 値及び表示パワーの対応関係が示されている。

【図 1 9】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるパワーモニタ調整時の動作の一例を示したフローチャートである。

【図 2 0】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、パワーモニタ調整時に画面表示されるダイアログが示されている。

20

【図 2 1】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、運転モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される運転監視画面 1 0 1 の一例が示されている。

【図 2 2】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、印字開始直後の表示パワーの様子が示されている。

【図 2 3】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるマーキングエネルギーチェック時の動作の一例を示したフローチャートである。

【図 2 4】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、マーキングエネルギーチェック時に画面表示されるエラーダイアログ 1 1 1 が示されている。

【図 2 5】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、レーザパワーキャリブレーション時のキャリブレーションテーブルの一例が示されている。

30

【図 2 6】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、LD 電流及び安定 D 値の対応関係が示されている。

【図 2 7】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるレーザパワーキャリブレーション時の動作の一例を示したフローチャートである。

【図 2 8】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、レーザパワーキャリブレーション時のキャリブレーション中ダイアログ 1 2 1 が示されている。

【図 2 9】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、機器設定モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される設定画面 1 3 1 の一例が示されている。

【図 3 0】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 における制御部 3 3 の動作の一例を示した図であり、0 % 出力時の安定 D 値を用いて行われるゼロ点補正の様子が示されている。

40

【図 3 1】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 におけるゼロ点補正時の動作の一例を示したフローチャートである。

【図 3 2】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される設定画面 1 4 1 の他の一例が示されている。

【図 3 3】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される運転監視画面 1 5 1 の他の一例が示されている。

【図 3 4】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコンソール 4 0 上に表示される運転監視画面 1 6 1 のその他の一例が示されている。

【図 3 5】図 1 のレーザマーカ 1 0 0 の動作例を示した図であり、点検モードにおいてコ

50

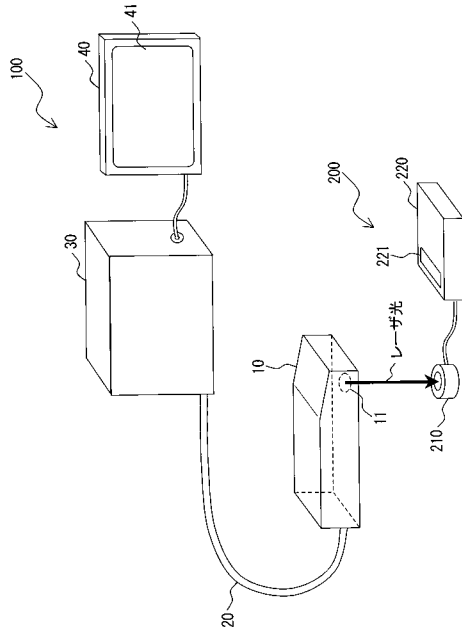
ンソール 4 0 上に表示される運転監視画面 1 6 4 のその他の一例が示されている。

【符号の説明】

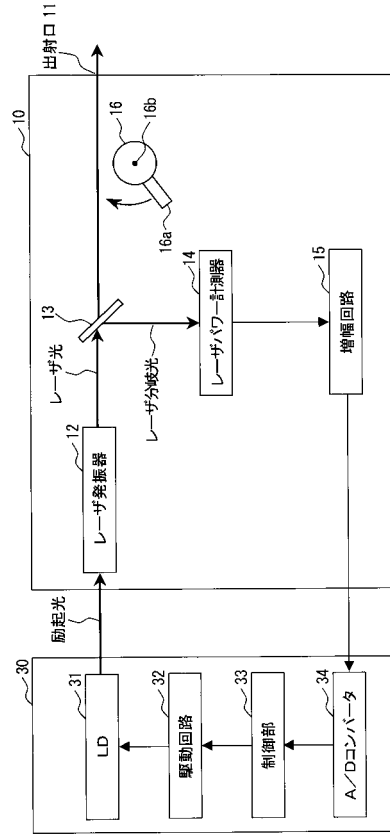
【 0 1 7 8 】

1	表示調整データ指定部	
2	パワー変換テーブル調整部	
3	パワー変換テーブル記憶部	
4	パワー変換部	
5	パワー積分処理部	
6	表示処理部	
7	警報閾値記憶部	10
8	警報報知部	
9	レーザパワー履歴保持部 9	
1 0	ヘッドユニット	
1 1	出射口	
1 2	レーザ発振器	
1 3	分光器	
1 4	レーザパワー計測器	
1 5	増幅回路	
1 6	シャッタ	
2 0	伝送ケーブル	20
2 1	出力調整部	
2 2	出力調整用テーブル校正部	
2 3	出力調整用テーブル記憶部	
2 4	L D 駆動制御部	
3 0	コントローラユニット	
3 1	L D	
3 2	駆動回路	
3 3	制御部	
3 4	A / D コンバータ	
4 0	コンソール	30
4 1	表示画面	
1 0 0	レーザマーカ	
2 0 0	パワーモニタ	
2 1 0	計測部	
2 2 0	表示部	

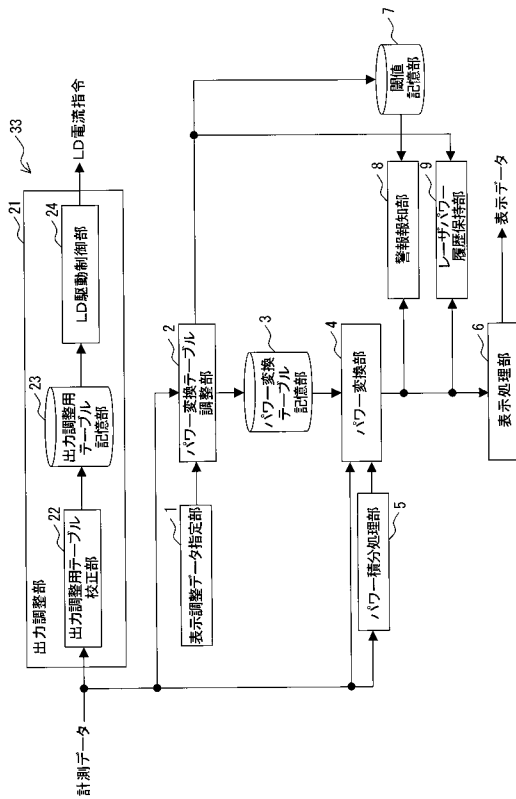
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

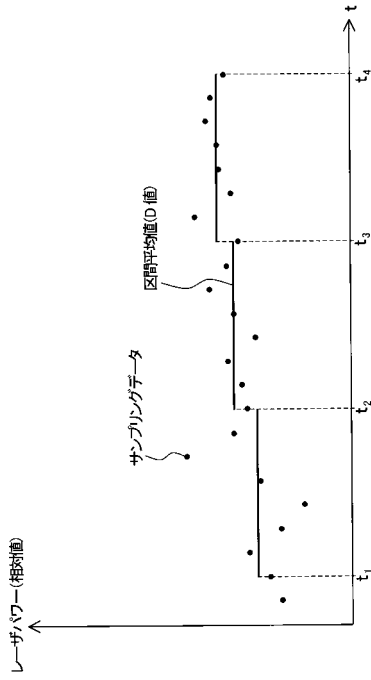
A1

制御パワー(%)	LD 電流 (A)
0	10
20	20
40	30
60	40
80	50
100	60

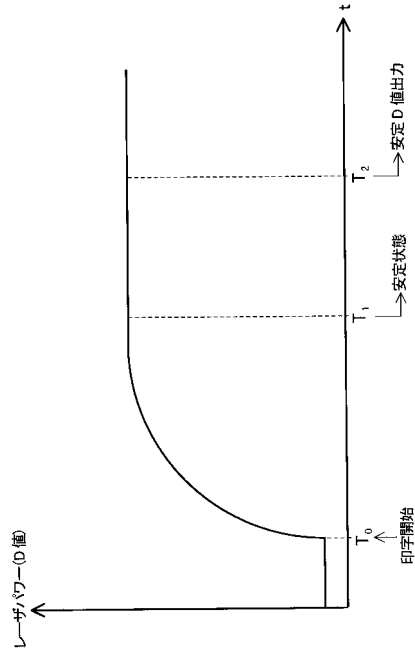
A2

制御パワー(%)	LD 電流 (A)
0	10
20	21
40	32
60	42
80	53
100	65

【図5】



【図6】



【図7】

安定 D 値	表示パワー(W)
361	0
480	2.6
730	7.8
1040	13.0

B1

安定 D 値	表示パワー(W)
360	0
477	2.61
774	7.85
1052	13.05

B2

【図8】

51 X

50

出力点検
変換テーブルゼロ点補正

52 ゼロ点補正

レーザパワー測定

53a パワー %

53b Qスイッチ周波数 kHz

53c 印字時にレーザを照射する。
(通常はチェックしないください)

レーザ光が照射します。必ず保護眼鏡を着用してください。

チェイタンスポインタ点灯

54 レーザパワー測定開始

55a レーザパワーキャリブレーション方法

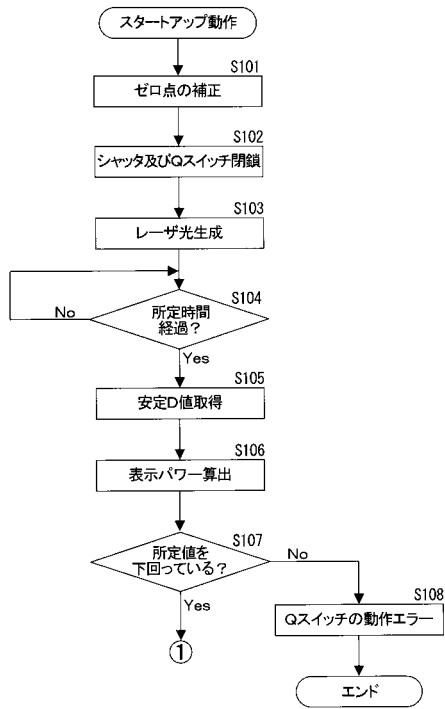
55b

オートキャリブレーション最終更新日は 2006/12/26 です。
最新のキャリブレーションデータに更新するには
オートキャリブレーション開始ボタンをクリックしてください。

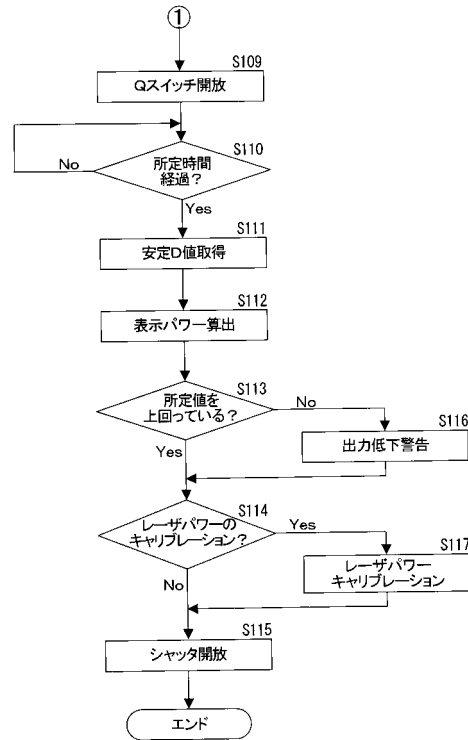
57 オートキャリブレーション開始

58 閉じる

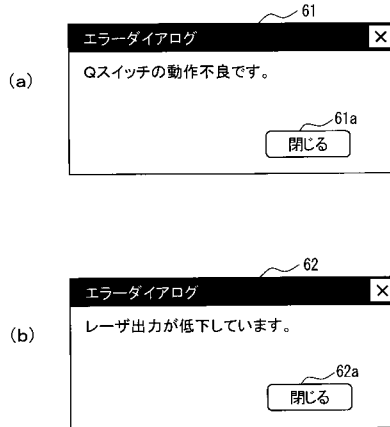
【 図 9 】



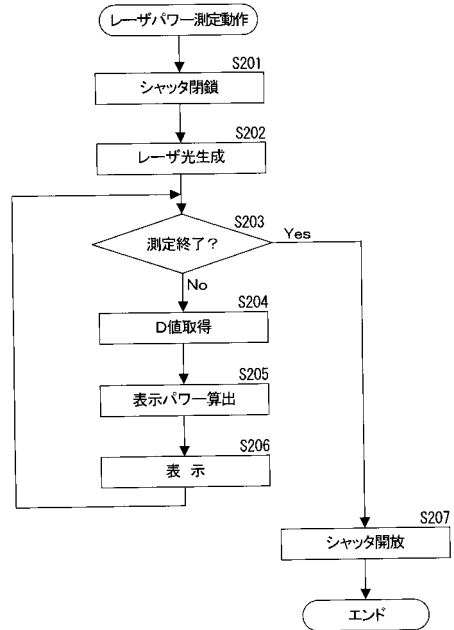
【 図 10 】



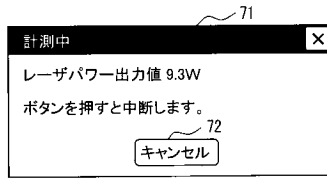
【 図 11 】



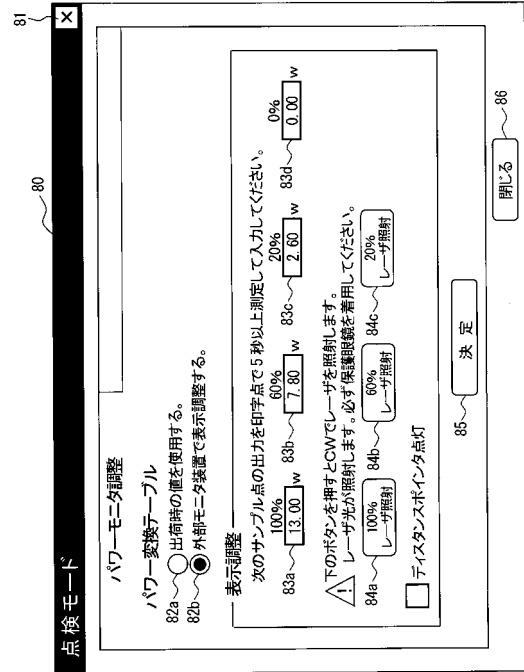
【 図 12 】



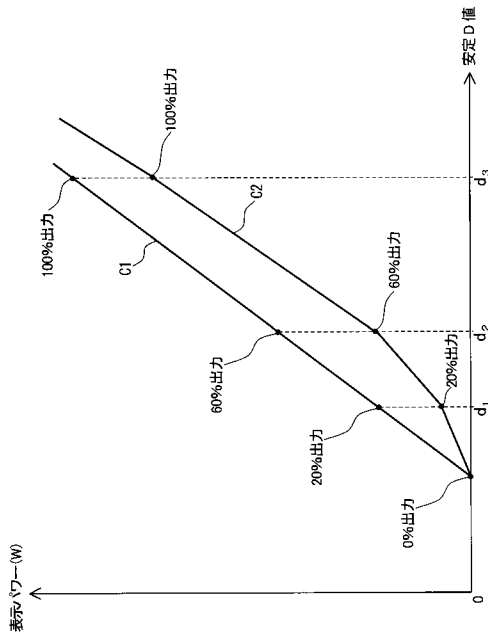
【図13】



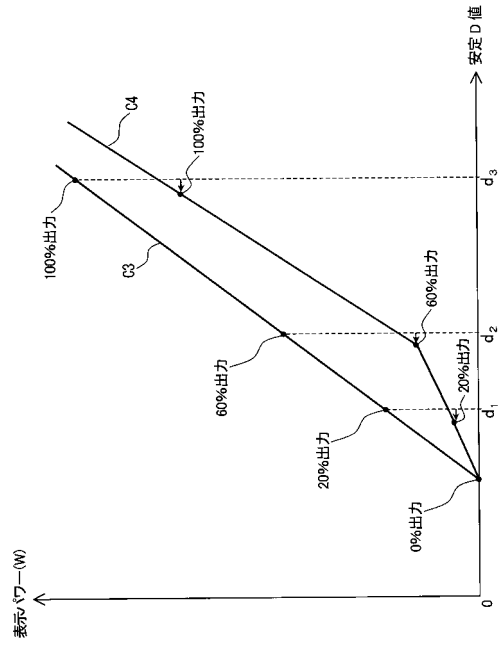
【図14】



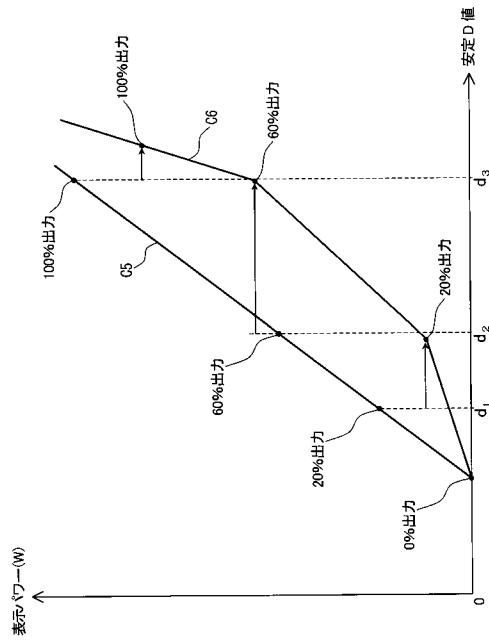
【図15】



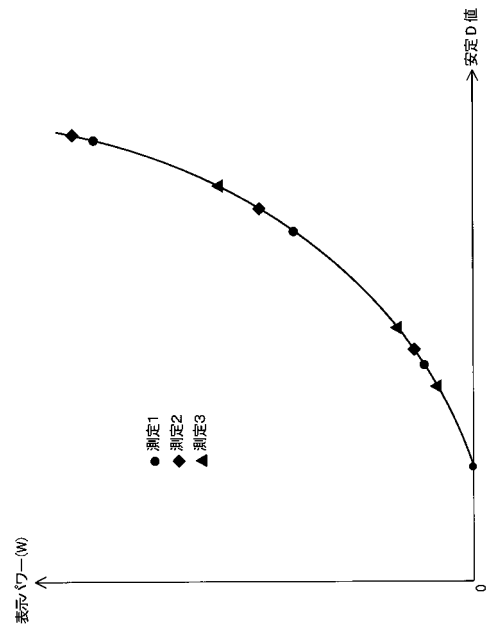
【図16】



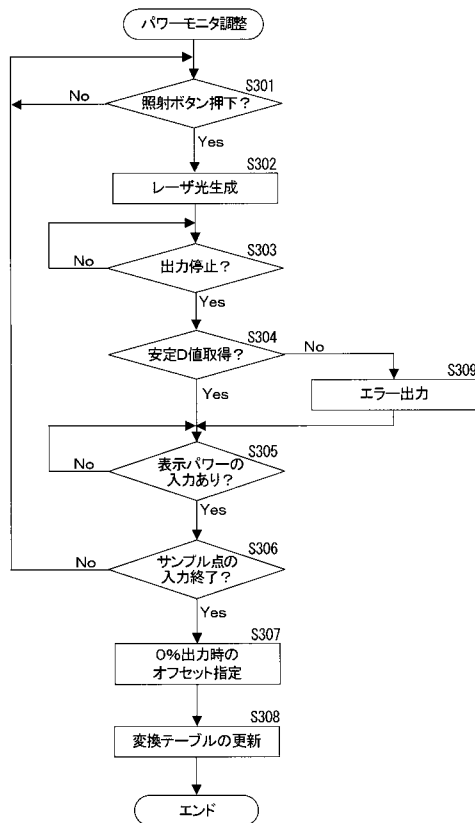
【図17】



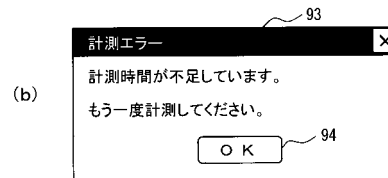
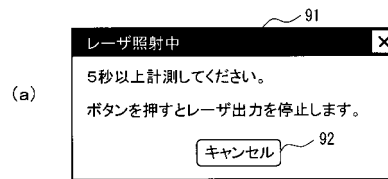
【図18】



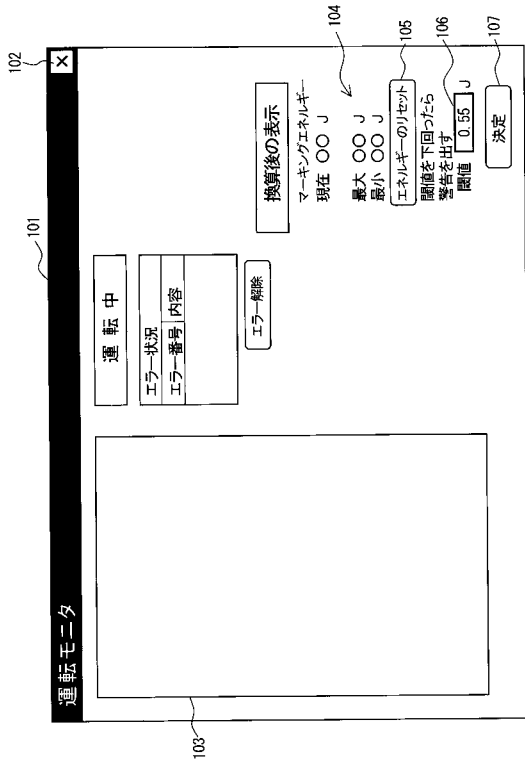
【図19】



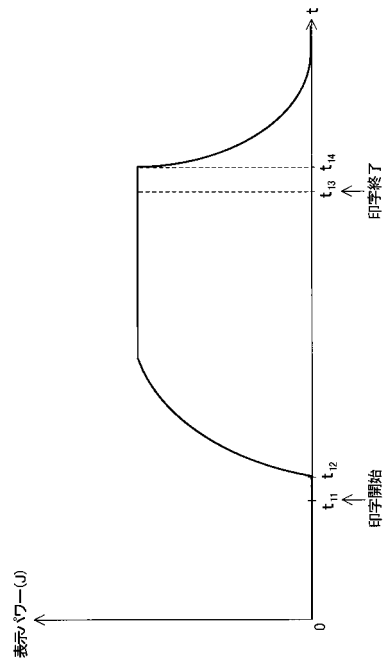
【図20】



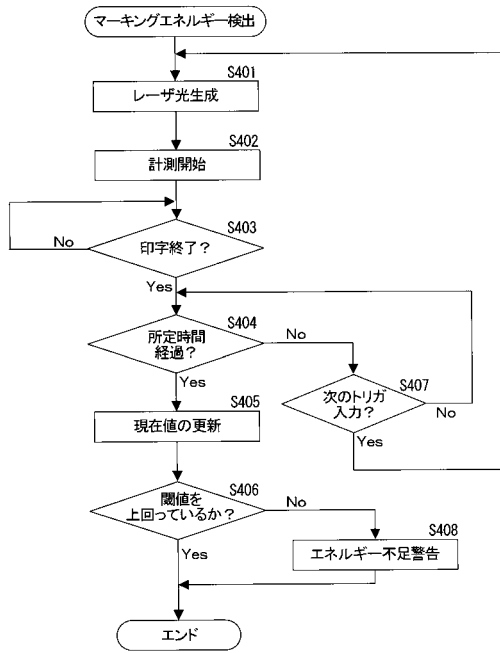
【図 2 1】



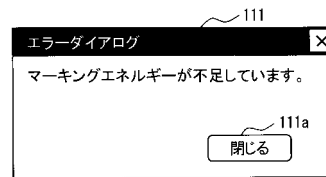
【図 2 2】



【図 2 3】



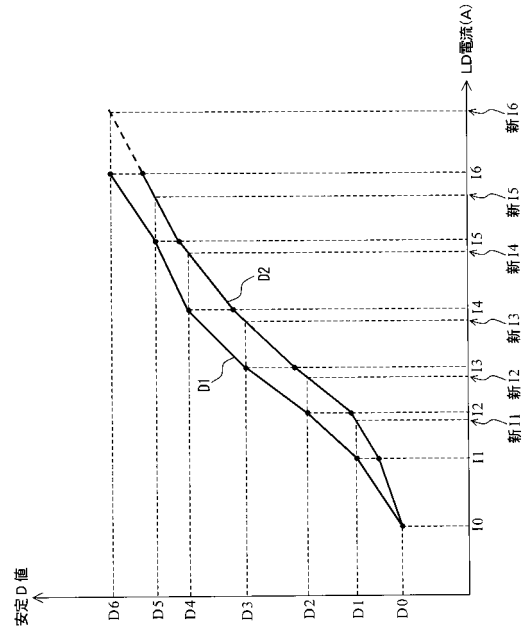
【図 2 4】



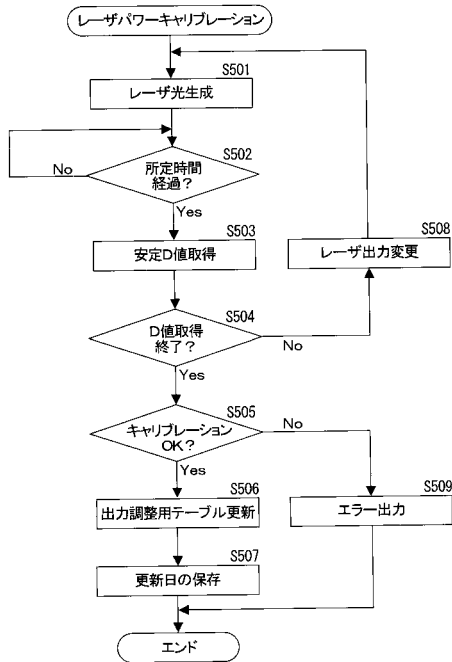
【図25】

制御パワー(%)	LD電流(A)	記号	安定D値	記号
0	13.5	10	360	D0
5	18	11	389	D1
20	26	12	477	D2
40	31	13	626	D3
60	35	14	774	D4
80	38.5	15	913	D5
100	42.5	16	1052	D6

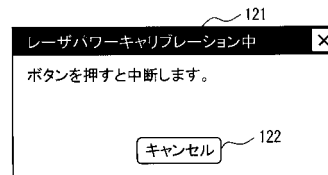
【図26】



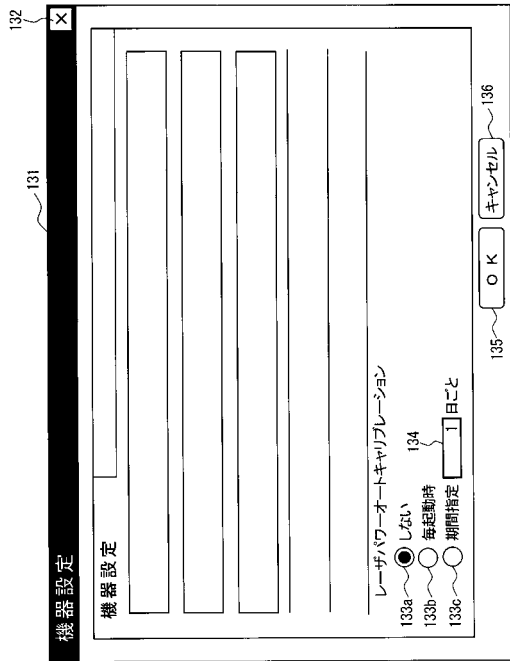
【図27】



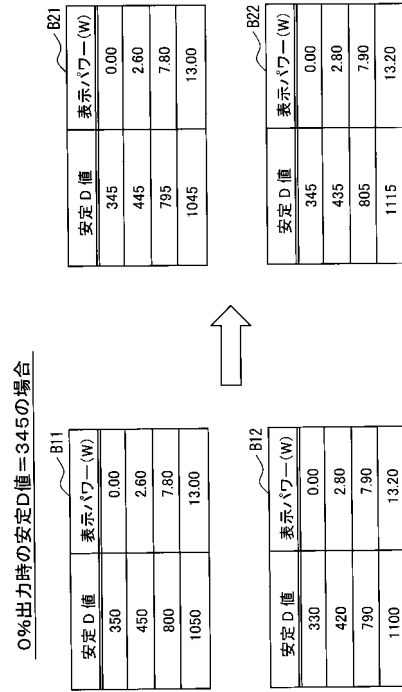
【図28】



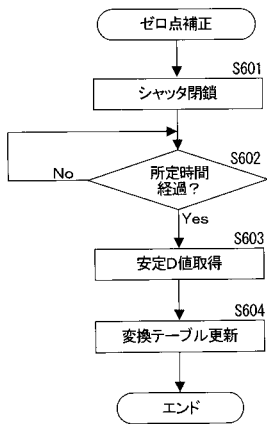
【図 29】



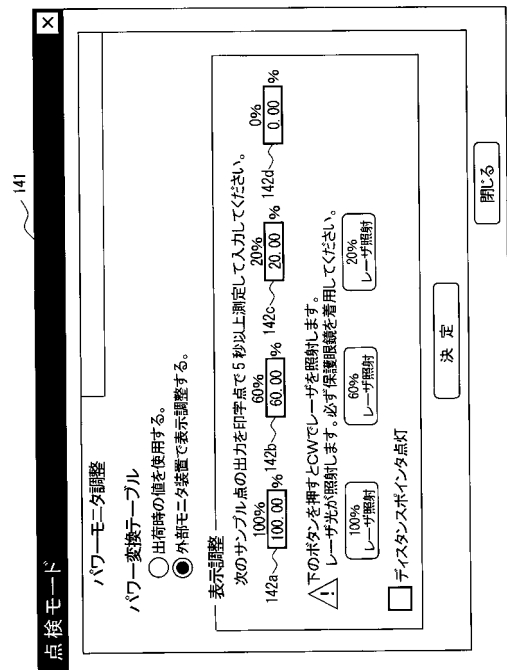
【図 30】



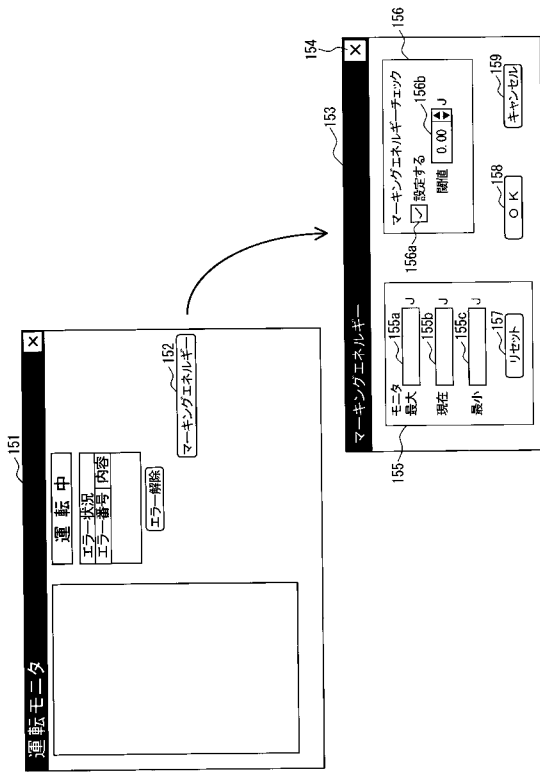
【図 31】



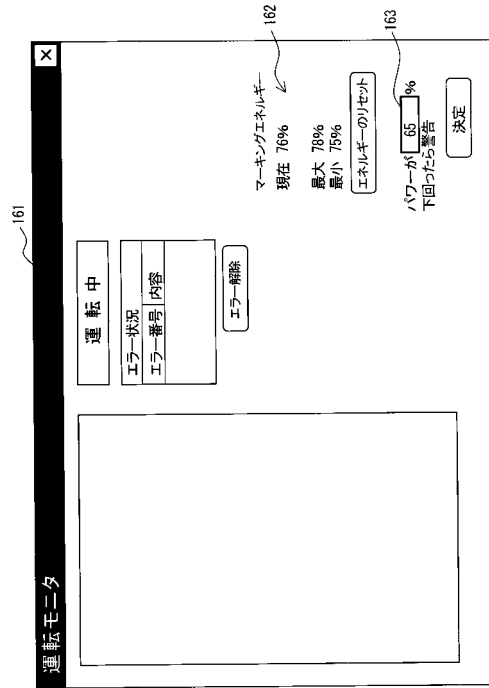
【図 32】



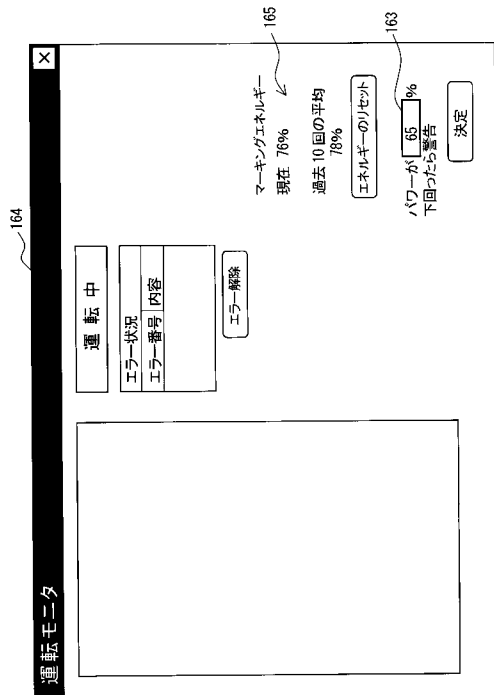
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 3 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-104087(JP,A)
特開昭62-224485(JP,A)
特開昭62-227587(JP,A)
実開平03-004388(JP,U)
特開平06-237028(JP,A)
特開平11-121834(JP,A)
特開2000-012923(JP,A)
特開2003-275881(JP,A)
特開2004-330272(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/00 - 26/42
H01S 3/00