

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-175120

(P2016-175120A)

(43) 公開日 平成28年10月6日(2016.10.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00	4 E 1 6 8
	B 2 3 K 26/00	M

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-59266 (P2015-59266)	(71) 出願人	000006297
(22) 出願日	平成27年3月23日 (2015. 3. 23)		
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100105946
			弁理士 磯野 富彦
		(72) 発明者	松本 圭太
			愛知県犬山市大字橋爪字中島2番地 村田
			機械株式会社犬山事業所内
		Fターム(参考)	4E168 AA01 CA06 CB02 CB22 DA37
			DA42 DA43 EA17 FB01 GA01
			GA02

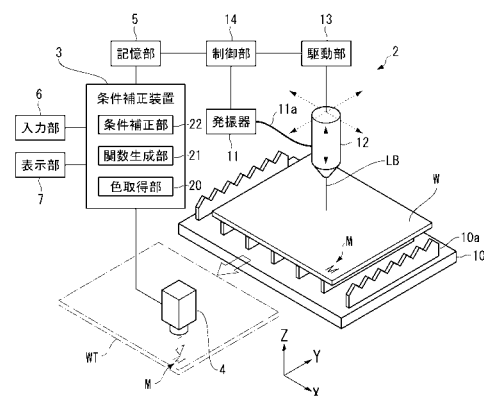
(54) 【発明の名称】 レーザ加工システム、条件補正装置、及びレーザ加工方法

(57) 【要約】

【課題】ワークを所望の色に精度よく着色することが容易なレーザ加工システムを提供する。

【解決手段】レーザ加工システム1は、レーザ光LBを照射するレーザヘッド12と、マーキング加工の対象である試験用ワークWT(ワークW)にレーザ加工機2からレーザ光LBを照射した際の試験用ワークWTの色情報を取得する色取得部20と、レーザ光LBの照射により試験用ワークWTに付与されるエネルギーと、色情報との関係を示す関数を算出する関数生成部21と、関数に基づいて、ワークWにマーキング加工を行う際の加工条件を補正する条件補正部22と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

発振器からのレーザ光を照射するレーザヘッドと、
マーキング加工の対象であるワークに前記レーザヘッドからレーザ光を照射した際の前記ワークの色情報を取得する色取得部と、
前記レーザ光の照射により前記ワークに付与されるエネルギーと、前記色情報との関係を示す関数を生成する関数生成部と、
前記関数に基づいて、前記ワークにマーキング加工を行う際の加工条件を補正する条件補正部と、を備えるレーザ加工システム。

【請求項 2】

前記レーザヘッドは、少なくとも前記ワークに対する切断加工に用いられる、請求項 1 に記載のレーザ加工システム。

【請求項 3】

前記ワークに対してマーキング加工による目標の色を指定する色指定部を備え、
前記条件補正部は、前記加工条件を、前記色指定部により指定された色を実現するように補正する、請求項 1 または請求項 2 に記載のレーザ加工システム。

【請求項 4】

前記色情報は、色空間上の座標で表され、
前記関数は、前記色空間上の座標と前記エネルギーとの関係を示す数式及び表の少なくとも一方を含む、請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載のレーザ加工システム。

【請求項 5】

前記加工条件を記憶する記憶部を備え、
前記条件補正部は、前記記憶部に記憶されている前記加工条件を補正する、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載のレーザ加工システム。

【請求項 6】

前記条件補正部は、前記加工条件で想定されている前記ワークの色情報と、前記加工条件により前記レーザ光の照射を行った際の色情報とを比較して、前記加工条件を補正する、請求項 5 に記載のレーザ加工システム。

【請求項 7】

前記加工条件は、前記レーザヘッドから照射されるレーザ光の出力及び走査速度の少なくとも一方を含む、請求項 1 ～請求項 6 のいずれか一項に記載のレーザ加工システム。

【請求項 8】

マーキング加工を行うレーザ加工機の加工条件を補正する条件補正装置であって、
マーキング加工の対象であるワークに前記レーザ加工機からレーザ光を照射した際の前記ワークの色情報を取得する色取得部と、
前記レーザ光の照射により前記ワークに付与されるエネルギーと、前記色情報との関係を示す関数を算出する関数生成部と、
前記関数に基づいて、前記ワークにマーキング加工を行う際の加工条件を補正する条件補正部と、を備える条件補正装置。

【請求項 9】

発振器からのレーザ光をレーザヘッドから照射することと、
マーキング加工の対象であるワークに前記レーザヘッドからレーザ光を照射した際の前記ワークの色情報を取得することと、
前記レーザ光の照射により前記ワークに付与されるエネルギーと、前記色情報との関係を示す関数を生成することと、
前記関数に基づいて、前記ワークにマーキング加工を行う際の加工条件を補正することと、を含むレーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、レーザ加工システム、条件補正装置、及びレーザ加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ワークにレーザ光を照射し、表面を酸化により着色することによって、例えば、型番の識別マークやアライメントマーク等を形成するマーキング加工が知られている（例えば、下記の特許文献1参照）。特許文献1では、例えば、金属試験片に鏡面研磨や洗浄などを行って、その表面が所定の状態となるように表面処理した後に、紫外レーザ光を照射することが提案されている。また、特許文献1には、レーザ光の照射エネルギー密度に応じてワークの色が変化することが記載されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5146948号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記した特許文献1では、マーキング加工時に、レーザ光の照射エネルギー密度を調整して着色しているが、ワークの表面の平坦度や付着物等の影響によって、同一の照射エネルギー密度であってもワークが所望の色と異なる色に着色される場合がある。この色ずれを補正するには、例えば、オペレータが目視などで色を判別した上で、レーザの出力を経験により調整することが行われている。そのため、色を精度よく目標に近づけようとする、例えば、オペレータの主観や経験に基づくので、色設定のために長時間を要し、オペレータの負担増加を招いてしまう。

20

【0005】

また、ワークをレーザ光によって切断加工等を行うレーザ加工システムが知られているが、ワークに対する切断加工等の前または後に、このレーザ加工システムによりワークに対してマーキング加工を行うことができれば作業効率が向上する。このとき、上記した特許文献1のように、マーキング加工に際して各ワークの表面に対して研磨や洗浄を行うのでは、作業時間が長くなるといった問題がある。

【0006】

30

本発明は、上述の事情に鑑みなされたものであり、ワークを所望の色に精度よく着色することが容易なレーザ加工システム、条件補正装置、及びレーザ加工方法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】

【0007】

本発明のレーザ加工システムは、発振器からのレーザ光を照射するレーザヘッドと、マーキング加工の対象であるワークにレーザヘッドからレーザ光を照射した際のワークの色情報を取得する色取得部と、レーザ光の照射によりワークに付与されるエネルギーと、色情報との関係を示す関数を生成する関数生成部と、関数に基づいて、ワークにマーキング加工を行う際の加工条件を補正する条件補正部と、を備える。

40

【0008】

また、レーザヘッドは、少なくともワークに対する切断加工に用いられてもよい。また、ワークに対してマーキング加工による目標の色を指定する色指定部を備え、条件補正部は、加工条件を、色指定部により指定された色を実現するように補正してもよい。また、色情報は、色空間上の座標で表され、関数は、色空間上の座標とエネルギーとの関係を示す数式及び表の少なくとも一方を含んでもよい。また、加工条件を記憶する記憶部を備え、条件補正部は、記憶部に記憶されている加工条件を補正してもよい。また、条件補正部は、加工条件で想定されているワークの色情報と、加工条件によりレーザ光の照射を行った際の色情報とを比較して、加工条件を補正してもよい。また、加工条件は、レーザヘッドから照射されるレーザ光の出力及び走査速度の少なくとも一方を含んでもよい。

50

【 0 0 0 9 】

本発明の条件補正装置は、マーキング加工を行うレーザ加工機の加工条件を補正する条件補正装置であって、マーキング加工の対象であるワークにレーザ加工機からレーザ光を照射した際のワークの色情報を取得する色取得部と、レーザ光の照射によりワークに付与されるエネルギーと、色情報との関係を示す関数を算出する関数生成部と、関数に基づいて、ワークにマーキング加工を行う際の加工条件を補正する条件補正部と、を備える。

【 0 0 1 0 】

本発明のレーザ加工方法は、発振器からのレーザ光をレーザヘッドから照射することと、マーキング加工の対象であるワークにレーザヘッドからレーザ光を照射した際のワークの色情報を取得することと、レーザ光の照射によりワークに付与されるエネルギーと、色情報との関係を示す関数を生成することと、関数に基づいて、ワークにマーキング加工を行う際の加工条件を補正することと、を含む。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、エネルギーと色情報との関係を示す関数を生成するので、ワークの色とエネルギーとを客観的に関連付けることができ、この関数に基づいて加工条件を補正することにより、ワークを所望の色に精度よく着色することが容易である。

【 0 0 1 2 】

また、レーザヘッドが、少なくともワークに対する切断加工に用いられるものでは、切断加工とマーキング加工とでレーザヘッドが共通であるので、例えば、装置コストを下げることができる。また、ワークに対してマーキング加工による目標の色を指定する色指定部を備え、条件補正部が、加工条件を、色指定部により指定された色を実現するように補正するものでは、指定された色に応じた加工条件に自動的に補正されるので、利便性が高い。また、色情報が、色空間上の座標で表され、関数が、色空間上の座標とエネルギーとの関係を示す数式及び表の少なくとも一方を含むものでは、関数によって色が客観的に表現されるので、ワークを所望の色に精度よく着色することができる。また、加工条件を記憶する記憶部を備え、条件補正部が、記憶部に記憶されている加工条件を補正するものでは、予め記憶されている加工条件をベースに補正するので、補正処理をシンプルにすることができる。また、条件補正部が、加工条件で想定されているワークの色情報と、加工条件によりレーザ光の照射を行った際の色情報とを比較して、加工条件を補正するものでは、色情報の測定結果を用いて補正を行うことができるので、ワークを所望の色に精度よく着色することができる。また、加工条件が、レーザヘッドから照射されるレーザ光の出力及び走査速度の少なくとも一方を含むものでは、レーザ光の出力や走査速度によって、ワークへ付与されるエネルギーを調整できるので、ワークを所望の色に精度よく着色することが容易である。

20

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】実施形態に係るレーザ加工システムを示す図である。

【図 2】試験用ワークの例を示す図である。

【図 3】色空間の例を示す概念図、及び色取得部の処理の例を示す概念図である。

40

【図 4】エネルギーと色情報の関数の例を示す概念図である。

【図 5】エネルギー密度のオフセット量を算出する処理の例を示す概念図である。

【図 6】実施形態に係るレーザ加工方法を示すフローチャートである。

【図 7】加工条件の設定処理の例を示すフローチャートである。

【図 8】補正処理の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。また、図面においては実施形態を説明するため、一部分を大きくまたは強調して記載するなど適宜縮尺を変更して表現している。

50

【 0 0 1 5 】

図 1 は、実施形態に係るレーザ加工システム 1 を示す図である。レーザ加工システム 1 は、レーザ加工機 2 と、条件補正装置 3 と、色測定器 4 と、記憶部 5 と、入力部 6 と、表示部 7 とを備える。

【 0 0 1 6 】

レーザ加工機 2 は、ワーク W に対して、少なくとも切断加工を行う。また、レーザ加工機 2 は、ワーク W の切断加工だけでなく、ワーク W に対して溝や非貫通穴を形成するような切削加工を行ってもよい。以下の説明において、レーザ加工機 2 により行う加工を、切断加工等という。また、レーザ加工機 2 は、レーザ光の照射によりワーク W の表面にマーク M を形成し、マーキング加工を行う。ワーク W は、例えば板状の部材である。マーク M は、ワーク W から製造される物品の型番、ロット番号、メーカー名などの識別マーク等である。マーク M は、その種類に限定はなく、例えば、ワーク W を加工する際のプロセスの種別などを示す符号や記号、ワーク W の位置合わせに用いられるアライメントマーク、製品に付与する模様（デザイン）などでもよい。

【 0 0 1 7 】

レーザ加工機 2 は、図 1 に示すように、例えば、加工パレット 10、発振器 11、レーザヘッド 12、駆動部 13、及び制御部 14 を備える。加工パレット 10 は、例えば、矩形板状の基台上に複数の支持プレート 10a が起立した状態で形成される。複数の支持プレート 10a は、X 方向に並んで配置され、それぞれの上端が鋸歯状に形成される。ワーク W は、複数の支持プレート 10a 上に載置され、水平面（XY 平面）に沿って支持される。

【 0 0 1 8 】

また、加工パレット 10 は、不図示の駆動装置によって例えば X 方向に移動可能に形成される。加工パレット 10 は、例えば、レーザ加工機 2 から離れた位置で未加工のワーク W が載置され、ワーク W を載置したまま移動することによりレーザ加工機 2 にワーク W を搬入することができる。レーザヘッド 12 によるワーク W の加工は、加工パレット 10 に載置したまま行われる。また、加工後のワーク W は、加工パレット 10 に載置されたまま、この加工パレット 10 を移動させることによりレーザ加工機 2 から搬出される。なお、上記した加工パレット 10 は一例であって、他の形態であってもよい。例えば、鋸歯状の支持プレートに代えて、上端が波形の支持プレートでもよく、また、複数のピンが加工パレット 10 の基台上に形成され、これらピンの上端でワーク W を支持するものでもよい。

【 0 0 1 9 】

発振器 11 は、例えばファイバレーザなどであり、レーザ光を発生する。発振器 11 からのレーザ光 LB は、光ファイバ 11a を介してレーザヘッド 12 に導入される。レーザヘッド 12 は、加工パレット 10 の上方（Z 方向）に配置可能である。レーザヘッド 12 は、発振器 11 からのレーザ光 LB をワーク W 上に集光する光学系（図示せず）を有し、ワーク W に向けてレーザ光を照射する。駆動部 13 は、レーザヘッド 12 を、水平方向（X 方向、Y 方向）および鉛直方向（Z 方向）に移動可能である。レーザヘッド 12 は、切断加工等とマーキング加工とで共通して用いられる。レーザヘッド 12 から照射されるレーザ光 LB の出力（以下、レーザ出力という）は、切断加工を行う際にワーク W を切断可能なレベルに設定される。また、レーザ出力は、例えば、マーキング加工を行う際に、ワーク W を切断しないレベルに設定される。

【 0 0 2 0 】

レーザ加工機 2 は、例えば、加工データ（加工レシピ）を用いた数値制御（NC）により、ワーク W を加工する。加工データは、例えば、レーザヘッド 12 からのレーザ光 LB の照射位置、照射タイミング、及びレーザ出力を定めた NC データである。制御部 14 は、加工データに基づいて、発振器 11 および駆動部 13 を制御する。例えば、制御部 14 は、発振器 11 を発振させてレーザ光 LB を生成させる。発振器 11 により発振されたレーザ光 LB は、光ファイバ等を介してレーザヘッド 12 に供給される。レーザヘッド 12 は、発振器 11 から供給されたレーザ光 LB を下部のノズルからワーク W 等に向けて出射

する。また、制御部 14 は、駆動部 13 を制御することにより、レーザヘッド 12 の位置を制御する。

【0021】

例えば、制御部 14 は、加工データに従って、レーザヘッド 12 からレーザ光 L B を照射させながら駆動部 13 によりレーザヘッド 12 を移動させる。制御部 14 は、例えば、発振器 11 の発振を加工データに従って制御し、切断加工時においてはレーザ光 L B の出力をワーク W の切断が可能なレベルに設定し、また、マーキング加工時においてはレーザ光 L B の出力を、ワーク W を切断せずにマーキング加工に適したレベルに設定する。このように、加工データは、ワーク W の加工条件として、レーザ出力（レーザ光 L B の出力）を含む。

10

【0022】

なお、制御部 14 は、発振器 11 に対して C W 発振またはパルス発振によりレーザ光 L B を生成させる。C W 発振の場合、制御部 11 は、発振器 11 から発振される連続波の出力を調整することにより上記したレーザ出力を制御してもよい。また、パルス発振の場合、制御部 11 は、周波数（1 秒間に発振する回数）や、デューティ（単位時間あたりのレーザ光 L B の出射時間の比率）を調整することにより上記したレーザ出力を制御してもよい。また、レーザ光 L B の照射によりワーク W に付与される単位面積あたりのエネルギー（以下、エネルギー密度という）は、ワーク W とレーザヘッド 12 との相対速度（走査速度）と比例関係にある。そのため、走査速度を制御することによりエネルギー密度を制御することもでき、ワーク W の加工条件は、例えば、走査速度を含んでもよい。

20

【0023】

記憶部 5 は、例えば、ハードディスクなどの記憶装置である。記憶部 5 は、上記の加工データを記憶する。記憶部 5 は、制御部 14 と通信可能に接続され、制御部 14 は、記憶部 5 から加工データを読み出して、レーザ加工機 2 の各部を制御する。また、記憶部 5 は、ワーク W に対する切断加工等の加工条件、及びマーキング加工の加工条件を記憶する。これら加工条件は、例えば、ワーク W の材質、板厚、アシストガスの種類などを含む。また、レーザ加工機 2 は、マーキング加工時のエネルギー密度を調整することにより、マーク M の色（例、色相、明度、彩度）を調整することができる。マーキング加工の加工条件は、マーク M の目標の色として指定された色の情報を含む。

【0024】

30

レーザ加工システム 1 は、マーキング加工の加工条件を補正可能であり、この補正処理には、例えば、色測定器 4 および条件補正装置 3 が用いられる。色測定器 4 はマーク M の色を検出し、条件補正装置 3 は、色測定器 4 の測定結果（マーク M の色情報）に基づいて加工条件を補正する。

【0025】

色測定器 4 は、例えばフルカラー撮影が可能なカメラ（撮像装置）などである。色測定器 4 は、例えば、切断加工等を行う際にレーザヘッド 12 と衝突しないように、レーザヘッド 12 の可動範囲外に配置される。色測定器 4 は、例えば、ワーク W の搬送経路に配置されるが、レーザヘッド 12 の可動範囲の内外に移動可能に設けられていてもよい。例えば、色測定器 4 は、切断加工等を行う間にレーザヘッド 12 の可動範囲から退避しており、切断加工等の終了後にレーザヘッド 12 の可動範囲内に移動して、マーク M の色を検出してもよい。また、色測定器 4 は、レーザヘッド 12 とユニット化されていてもよく、例えば、駆動部 13 によってレーザヘッド 12 とともに、ワーク W の上方を移動可能であってもよい。

40

【0026】

色測定器 4 は、例えば、R G B のカラーフィルタと、カラーフィルタを通った光を検出するイメージセンサとを有する。イメージセンサは、例えば、C C D イメージセンサ、C M O S イメージセンサなどである。イメージセンサは、カラーフィルタを通った赤色光（R）、緑色光（G）、及び青色光（B）を、それぞれ、画素ごとに検出する。色測定器 4 は、その検出結果として、例えば、各画素の画素値が R G B の階調値の組で表されるフル

50

カラーの撮像画像を出力する。

【 0 0 2 7 】

条件補正装置 3 は、色測定器 4 からマーク M の撮像画像を取得し、補正処理を行う。補正処理の際のユーザインターフェースとして、例えば入力部 6 および表示部 7 が用いられる。表示部 7 および入力部 6 は、例えば、条件補正装置 3 と通信可能に接続される。表示部 7 は、例えば液晶ディスプレイなどであり、条件補正装置 3 から供給される画像を表示する。例えば、条件補正装置 3 は、マーキング加工の加工条件を記憶部 5 から読み出し、加工条件を示す画像を表示部 7 に表示させる。条件補正装置 3 は、色測定器 4 から取得した撮像画像を表示部 7 に表示させることもできる。

【 0 0 2 8 】

入力部 6 は、例えば、キーボード、マウス、トラックボール、あるいは表示部 7 と一体化されたタッチパネルなどである。入力部 6 は、ユーザからの入力を受け付け、入力された指令、データなどの情報を条件補正装置 3 に供給する。入力部 6 は、ワーク W に対してマーキング加工による目標の色を指定する色指定部としても機能する。例えば、ユーザは、表示部 7 に表示された撮像画像を見ることでマーク M の色を確認すること等ができ、入力部 6 を操作することにより、マーキング加工の目標の色を指定することなどができる。

【 0 0 2 9 】

条件補正装置 3 は、例えば、色取得部 2 0 と、関数生成部 2 1 と、条件補正部 2 2 とを備える。条件補正装置 3 は、概略すると以下のように動作する。色取得部 2 0 は、レーザ加工機 2 からレーザ光 L B が試験照射された試験用ワーク W T の色情報を取得する。試験用ワーク W T は、製品用のマーキング加工（以下、本マーキング加工という）の対象のワーク W と物性が同じものである。関数生成部 2 1 は、試験照射により試験用ワーク W T に付与されるエネルギーと、色情報との関係を示す関数（以下、E - C 関数という）を算出する。条件補正部 2 2 は、E - C 関数に基づいて、ワーク W に本マーキング加工を行う際の加工条件を補正する。

【 0 0 3 0 】

図 2 (A) ~ (C) は、試験用ワークの例を示す図である。図 2 (A) の試験用ワーク W T 1 ~ W T 4 は、それぞれ、試験用に用意されたものである。試験用ワーク W T 1 ~ W T 4 は、本マーキング加工の対象のワーク W と材質、板厚、表面状態などの物性が同じであるが、例えば切断加工、切削加工が施されない試験片である。試験用ワーク W T 1 ~ W T 4 は、例えば、ワーク W に対する切断加工等により生じた端材を利用したものでもよい。試験用ワーク W T 1 ~ W T 4 は、レーザ出力が互いに異なる複数の試験照射により、それぞれ、試験領域 A 1 ~ A 4 が形成されたものである。試験領域 A 1 ~ A 4 は、レーザ出力に応じて、色が異なる。試験用ワーク W T 1 ~ W T 4 のそれぞれについて、レーザ出力と色情報とを対にすることで、離散的な E - C 関数が得られる。

【 0 0 3 1 】

図 2 (B) の試験用ワーク W T 5 は、図 2 (A) と同様に、試験用に用意されたものである。試験用ワーク W T 5 は、レーザ出力を連続的に変化させながら、レーザ光で試験用ワーク W T 5 上を走査したものである。レーザ光が照射された試験領域 A 5 は、矩形形状の領域であり、その長辺方向がレーザ光の走査方向に対応する。試験用ワーク W T 5 の試験領域 A 5 は、長辺方向の位置に応じてレーザ出力が連続的に変化しており、長辺方向の位置に応じて色が連続的に変化する。試験用ワーク W T 5 を用いる場合、試験領域 A 5 の長辺方向の位置ごとにレーザ出力と色情報とを対応付けることにより、連続的な E - C 関数が得られる。

【 0 0 3 2 】

図 2 (C) の試験用ワーク W T 6 は、1 つのワーク上に複数の試験領域 B 1 ~ B n を形成したものである。試験領域 B 1 ~ B n は、例えば、離散的に配置され、レーザ出力が互いに異なる。試験領域 B 1 ~ B n のそれぞれについて、レーザ出力と色情報とを対にすることで、離散的な E - C 関数が得られる。試験用ワーク W T 6 は、例えば、本マーキング加工の対象のワーク W と同じロット番号のものであり、外形、外寸などもワーク W と同一

10

20

30

40

50

である。試験用ワークW T 6は、本マーキング加工が施されたワークWを利用したものでよく、例えば、良品検査などで不良品と判定されたものでもよい。また、試験用ワークW T 6は、本マーキング加工が施されたワークWであって、ワークWのうち製品に利用しない領域に試験領域B 1 ~ B nを形成したものでよい。

【0033】

色取得部20(図1参照)は、例えば、色測定器4によって試験用ワークW Tを撮像した撮像画像に基づいて、マークMの色情報を取得する。色情報は、例えば、色空間上の座標で表される。図3(A)は色空間の例を示す概念図、図3(B)は色取得部20の処理を示す概念図である。色空間は、例えば、C I E(国際照明委員会)が定める各種の色空間から適宜選択される。ここでは、色空間としてL a b表色系を用いる例を説明するが、R G B表色系、X Y Z表色系などを用いてもよい。図3(A)に示すL a b表色系の色空間は、明度を表す白と黒とを結ぶ方向の座標がLで表され、補色の関係にある赤と緑とを結ぶ方向の座標がaで表され、補色の関係にある青と黄を結ぶ方向の座標をbで表される。L a b表色系において、色情報は(L, a, b)の三次元座標で表される。

10

【0034】

色取得部20は、例えば、色測定器4による撮像画像の色空間を、補正処理に用いる色空間へ変換することで、色情報を取得する。例えば、色測定器4による撮像画像がR G B表色系で表され、L a b表色系の座標を用いて補正処理を行う場合、図3(B)に示すように、色取得部20は、撮像画像の各画素の階調値である(R, G, B)の組を、(L, a, b)の組に変換することで、色情報を取得する。色取得部20は、例えば、加工条件を取得し、撮像画像上でマーキング加工が施された領域を特定し、この領域の(R, G, B)の組を、(L, a, b)の組に変換する。なお、色測定器4による撮像画像の色空間と、補正処理に用いる色空間とが同じである場合、色取得部20は、座標変換を行わなくてよい。例えば、条件補正装置3は、R G B表色系で表される撮像画像をもとに、R G B表色系の座標を用いて補正処理を行ってもよい。また、色取得部20は、色測定器4に組み込まれてもよいし、色測定器4は、条件補正装置3の一部であってもよい。

20

【0035】

関数生成部21は、色取得部20が取得した色情報に基づいて、E - C関数を生成する。関数生成部21は、例えば、試験マーキング加工時の加工条件を記憶部5から取得し、加工条件(例、レーザ出力、走査速度)ごとに、加工条件からエネルギー密度を算出する。また、関数生成部21は、加工条件ごとに、試験マーキング加工から得られる(L, a, b)と、エネルギー密度とを関連付けることによって、E - C関数を生成する。

30

【0036】

図4(A) ~ (C)は、それぞれ、エネルギーと色情報のE - C関数のステンレススチールにおける例を示す概念図である。図4(A)のE - C関数F 1は、図3(A)に示したL a b表色系においてL方向に直交する面上で、レーザ出力に伴う色の変化を軌跡T rで表したものである。軌跡T r上の矢印は、エネルギー密度が増加する向きを表す。E - C関数F 2は、例えば、各加工条件に対応する(L, a, b)を、エネルギー密度が増加する順にスプライン曲線などで結ぶことにより、得られる。図4(A)において、軌跡T rは、「黄」の付近を起点T r 0とし、「赤」、「紫」、「青」の付近を経て、「青緑」の付近の終点T r 1に至る螺旋状である。軌跡T r上の任意の点T r 2に関して、起点T r 0から軌跡T r上をT r 2までたどる曲線の長さD sは、この点の色に対応するエネルギー密度に相当する。そのため、軌跡T r上の点を指定すると、その点に対応する色にマーキング加工するためのエネルギー密度が求まる。例えば、エネルギー密度を求めるには、例えば、スプライン補間法などの各種の補間法で表される式を用いてもよい。

40

【0037】

図4(B)のE - C関数F 2は、色情報の座標に応じた値に対して、レーザ出力をプロットしたものである。図4(B)の横軸は、(L, a, b)と1対1で対応する値であり、例えば、図4(A)に示した起点T r 0から点T r 2までの曲線の長さD sである。また、符号fは、各データ点を用いた近似法などにより、レーザ出力を、D sをパラメータ

50

とする連続関数で表したものである。レーザ出力に相当する f は、 D_s が (L, a, b) の関数であることから、 (L, a, b) の関数である。すなわち、指定の色を表す (L, a, b) が与えられると、連続関数 f を用いて、指定の色に応じたレーザ出力が求まる。また、レーザ出力が与えられると、連続関数 f を用いて、このレーザ出力に応じた色を表す (L, a, b) の推定値が求まる。なお、エネルギー密度は、走査速度を用いてレーザ出力と換算可能であるので、例えば走査速度が一定である場合、レーザ出力で表されていてもよい。

【0038】

図4(C)のE-C関数 F_3 は、例えば、レーザ出力と色情報 (L, a, b) とを関連付けた表である。例えば、「番号」は、照射試験ごとに付された番号であり、番号が T_1 の照射試験において、レーザ出力が PW_1 であり、その結果の色は (L_1, a_1, b_1) である。同様に、E-C関数 F_3 は、番号が $T_2 \sim T_n$ の照射試験について、レーザ出力がそれぞれ $PW_2 \sim PW_n$ である場合の色情報として、 $(L_1, a_1, b_1) \sim (L_n, a_n, b_n)$ を含む。このようなE-C関数 F_3 を用いる場合、例えば、指定された色の (L, a, b) に対して、その近傍点との距離に応じて、近傍点のレーザ出力を重み付けすることなどにより、指定された色に応じたレーザ出力が得られる。

10

【0039】

図1の説明に戻り、条件補正部22は、E-C関数に基づいて、加工条件を補正する。例えば、条件補正部22は、記憶部5に記憶されている加工条件を読み出し、加工条件を補正する。条件補正部22は、例えば、補正後の加工条件を記憶部5に記憶させることで、加工条件を更新する。

20

【0040】

図5は、条件補正部22の処理を示す概念図である。条件補正部22は、例えば、加工条件で想定されている試験用ワーク W の色情報(目標値)と、加工条件により試験照射を行った際の色情報(測定値)とを比較して、加工条件を補正する。条件補正部22は、例えば、E-C関数(例、図4(B)に示した f)を用いて、色の測定値をエネルギー密度に換算する。また、条件補正部22は、加工条件に定められたレーザ出力に相当するエネルギー密度の設定値を取得する。エネルギー密度の設定値が加工条件に含まれる場合、条件補正部22は、加工条件から設定値を取得する。また、加工条件にレーザ出力および走査速度が含まれる場合、条件補正部22は、レーザ出力および走査速度を用いて、エネルギー密度を算出する。また、条件補正部22は、E-C関数を用いて、色の目標値をエネルギー密度に換算してもよい。

30

【0041】

また、条件補正部22は、色の目標値に対応するエネルギー密度の設定値と、色の測定値に対応するエネルギー密度の換算値とのオフセット量 ΔE を算出する。オフセット量 ΔE は、例えば、ワーク W の物性(例、表面状態)が加工条件から変化したことにより、着色に寄与するエネルギー密度の変動量の推定値として利用可能である。例えば、図8において、換算値は設定値よりも低くなっており、着色に寄与するエネルギー密度が、表面状態の変化等により ΔE だけ低下したと考えられる。この場合、条件補正部22は、エネルギー密度が設定値よりも ΔE だけ増加するように、加工条件のうちレーザ出力と走査速度の少なくとも一方を補正する。なお、換算値が設定値よりも ΔE だけ高い場合、条件補正部22は、例えば、エネルギー密度が設定値よりも ΔE だけ減少するように、加工条件のうちレーザ出力と走査速度の少なくとも一方を補正する。

40

【0042】

次に、上記のレーザ加工システム1の構成に基づき、レーザ加工方法について説明する。図6は、実施形態に係るレーザ加工方法を示すフローチャートである。ステップS1において、レーザ加工システム1は、加工条件の初期設定を行う。加工条件の初期設定は、例えば、ワーク W の物性に変更になる場合や、マーキング加工の目標の色が変更になる場合、前回の初期設定から所定の期間が経過した場合などに行われる。

【0043】

50

図7は、初期設定の例を示すフローチャートである。ステップS10において、レーザ加工システム1は、加工条件としてワークWの材質、板厚、アシストガスの種類の入力を受け付ける。例えば、レーザ加工システム1は、加工条件の入力画面を表示部7に表示させ、ユーザからの入力を入力部6により受け付ける。また、ステップS11において、レーザ加工システム1は、加工条件として、マーキング加工の色の目標値の入力を受け付ける。例えば、レーザ加工システム1は、ワークWの材質、板厚、アシストガスの種類に応じて、マーキング加工により着色が可能な色の見本を表示部7に表示させ、ユーザからの入力を入力部6により受け付ける。例えば、色の見本上でクリックすることで目標の色を指定可能でもよいし、色空間上の座標を数値入力することで目標値を指定可能でもよい。

【0044】

次に、ステップS12において、レーザ加工システム1は、試験用ワーク（ワーク）WTに対して試験照射する。例えば、試験用ワークWTとして図2（A）の試験用ワークWT1～WT4を用いる場合、レーザ加工システム1は、試験用ワークWT1～WT4を順に搬入させ、試験用ワークWT1～WT4ごとにレーザ出力を切り替えて試験照射を行う。次に、ステップS13において、レーザ加工システム1は、試験照射後の試験用ワークWTの色情報を取得する。例えば、レーザ加工システム1は、試験照射後の試験用ワークWTを色測定器4により撮像させ、色取得部20は、色測定器4による撮像画像をもとにマークMの色情報を取得する。

【0045】

次に、レーザ加工システム1は、エネルギー密度と色情報との関係を示すE-C関数を生成する。例えば、関数生成部21は、色取得部20が取得した色情報、及び試験照射時のエネルギー密度に基づいて、図4に示したようなE-C関数を生成する。次に、ステップS15において、レーザ加工システム1は、ステップS14で生成されたE-C関数を記憶部5に記憶させる。次に、レーザ加工システム1は、マーキング加工による色の目標値に応じたエネルギー密度を算出する。例えば、条件補正部22は、記憶部5から、色の目標値およびE-C関数を読み出し、E-C関数を用いて、目標の色を実現するようにエネルギー密度を算出する。ステップS17において、レーザ加工システム1は、加工条件として、ステップS16で算出されたエネルギー密度に応じたレーザ出力、走査速度を設定する。例えば、走査速度が指定されている場合、条件補正部22は、走査速度の指定値を用いて、エネルギー密度からレーザ出力を算出する。また、走査速度およびレーザ出力が指定されていない場合、例えば、条件補正部22は、走査速度の上限値、レーザ出力の上限値を超えない範囲で、走査速度を最大に設定する。次に、ステップS18において、レーザ加工システム1は、ステップS17で設定された加工条件を、記憶部5に記憶させる。

【0046】

図6の説明に戻り、ステップS2において、レーザ加工システム1は、加工条件に従ってマーキング加工を行う。レーザ加工システム1は、例えば、マーキング加工を、切断加工等の前または後に連続的に行う。次に、ステップSAにおいて、ワークWに施されたマークMの色情報を取得する。なお、このステップSAにより取得した色情報は後述するステップS3において使用されてもよい。従って、ステップSAを行うか否かは任意である。次に、ステップS3において、レーザ加工システム1は、加工条件を補正するか否かを判定する。例えば、条件補正装置3は、加工条件の補正をするか否かの指示をユーザに求める画面を表示部7に表示させ、入力部6によりユーザの入力を受け付ける。条件補正装置3は、例えば、ユーザの入力に従って、加工条件の補正をするか否かを判定する。ステップS3の判定処理は、1枚のワークWにマーキング加工が施されるたびに行われてもよいし、複数枚のワークWにマーキング加工が施されるたびに行われてもよい。例えば、条件補正装置3は、ワークWのロット番号が切り替わる場合に、ステップS3の判定処理を行ってもよい。

【0047】

なお、条件補正部22は、ステップSAにおいてマーキング処理が施されたワークWの

10

20

30

40

50

マークMの色情報を取得した場合、マークMの良否判定に基づいてステップS3の判定処理を行ってもよい。例えば、1枚または複数枚のワークWにマーキング加工が施されるたびに、色測定器4は、検査対象のワークWを撮像し、色取得部20は、色測定器4から撮像画像を取得する。また、条件補正装置3は、撮像画像に基づいてマークMの色情報(測定値)を取得し、加工条件に指定された目標の色に対応する色情報(目標値)と比較する。例えば、条件補正装置3は、例えば測定値と目標値との差が閾値以上である場合に、例えばステップS3の判定処理を行うことにより、測定値が目標値から閾値以上ずれていることをユーザに報知する。条件補正装置3は、例えば、測定値と目標値との差が閾値未満である場合に、ステップS3の判定処理を行わなくてよい。

【0048】

レーザ加工システム1は、補正を行わないと判定した場合(ステップS3; No)、ステップS4において、予定された全てのワークWに対して、マーキング加工が終了したか否かを判定する。例えば、レーザ加工システム1は、予定された枚数のワークWに対するマーキング加工が終了したと判定した場合(ステップS4; Yes)、一連の処理を終了する。また、レーザ加工システム1は、予定された枚数のワークWに対するマーキング加工が終了していないと判定した場合(ステップS4; No)、マーキング加工が終了したワークWの搬出、次のワークWの搬入を行った後、ステップS2に戻り次のワークWに対するマーキング加工を行う。レーザ加工システム1は、補正を行うと判定した場合(ステップS3; Yes)、ステップS5において加工条件の補正処理を行った後、ステップS2に戻り、補正後の加工条件に従ってマーキング加工を行う。

【0049】

図8は、補正処理の例を示すフローチャートである。ステップS20において、レーザ加工システム1は、E-C関数を更新するか否かを判定する。例えば、レーザ加工システム1は、E-C関数を更新するか否かの指示をユーザに求める画像を表示部7に表示させ、ユーザからの入力を入力部6により受け付ける。レーザ加工システム1は、E-C関数を更新する指示の入力がユーザからあった場合に、E-C関数を更新すると判定し(ステップS20; Yes)、図6のステップS12に戻り、ステップS12~S14の処理によりE-C関数を再度求め、ステップS15においてE-C関数を更新した後、ステップS16以降の処理を行うことにより、加工条件を補正する。

【0050】

図8のステップS20において、レーザ加工システム1は、E-C関数を更新しない指示の入力がユーザからあった場合に、E-C関数を更新しないと判定し(ステップS20; No)、ステップS21以降の処理を行う。レーザ加工システム1は、例えば、ステップS21以降の処理において、図5に示した処理により加工条件を補正する。ステップS21において、レーザ加工システム1は、記憶部5からE-C関数を読み出す。次に、ステップS22において、レーザ加工システム1は、前回のマーキング加工の色を測定する。例えば、レーザ加工システム1は、前回のマーキング加工が施されたワークWのマークMを、色測定器4に撮像させ、その撮像画像をもとに色取得部20により色情報を取得する。

【0051】

ステップS23において、条件補正部22は、ステップS21で読み出したE-C関数を用いて、色の測定値をエネルギー密度に換算する。次に、ステップS24において、条件補正部22は、加工条件に定められたレーザ出力に相当するエネルギー密度の設定値を取得し、エネルギー密度の設定値と換算値とのオフセット量 ΔE を算出する。次に、ステップS25において、条件補正部22は、オフセット量 ΔE に応じてエネルギー密度を、目標の色を実現する上で投入すべき値に補正する。次に、ステップS26において、条件補正部22は、ステップS25で補正したエネルギー密度に応じて、加工条件としてレーザ出力と走査速度の少なくとも一方を補正する。次に、ステップS27において、条件補正部22は、補正後の加工条件を記憶部5に記憶させる。

【0052】

上述の実施形態において、条件補正装置 3 は、例えば、CPU およびメモリを備えるコンピュータなどで実現される。このコンピュータは、例えば記憶部 5 に記憶されている条件補正プログラムを読み出し、この条件補正プログラムに従って処理を実行する。この条件補正プログラムは、コンピュータに、マーキング加工の対象のワーク W と物性が同じ試験用ワーク WT にレーザヘッド 12 からレーザ光を試験照射した際の試験用ワーク WT の色情報を取得することと、試験照射により試験用ワーク WT に付与されるエネルギーと、色情報との関係を示す関数を生成することと、関数に基づいて、ワーク W にマーキング加工を行う際の加工条件を補正することと、を実行させる。この条件補正プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された状態で提供されてもよい。なお、条件補正装置 3 は、例えば、レーザ加工機 2 を制御する上位制御装置の一部であってもよいし、NC データを生成するデータ生成装置の一部であってもよい。

10

【0053】

なお、上述の実施形態において、レーザヘッド 12 は、切断加工等とマーキング加工とで共用であるが、切断加工等に用いられるレーザヘッドと、マーキング加工に用いられるレーザヘッドとが別に設けられていてもよい。

【0054】

なお、本発明の技術範囲は、上述の実施形態などで説明した態様に限定されるものではない。上述の実施形態などで説明した要件の 1 つ以上は、省略されることがある。また、上述の実施形態などで説明した要件は、適宜組み合わせることができる。

20

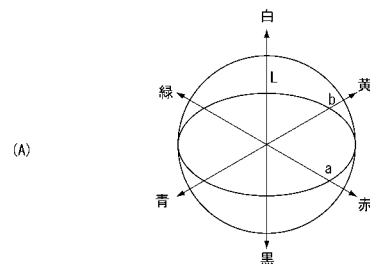
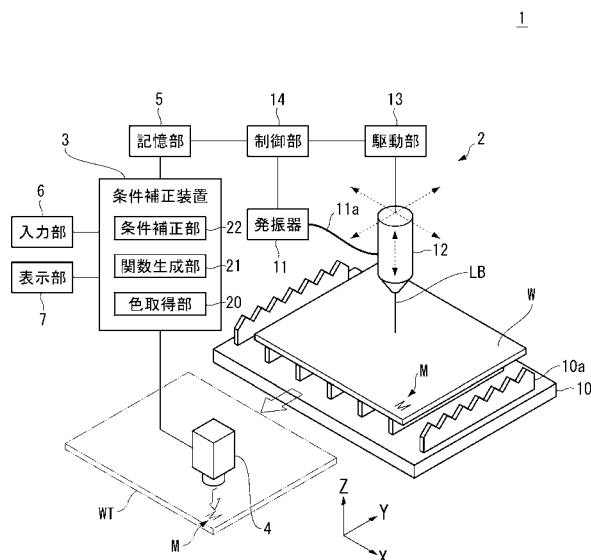
【符号の説明】

【0055】

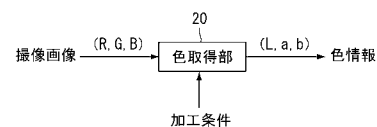
1・・・レーザ加工システム、2・・・レーザ加工機、3・・・条件補正装置、5・・・記憶部、12・・・レーザヘッド、20・・・色取得部、21・・・関数生成部、22・・・条件補正部、W・・・ワーク、WT・・・試験用ワーク（ワーク）

【図 1】

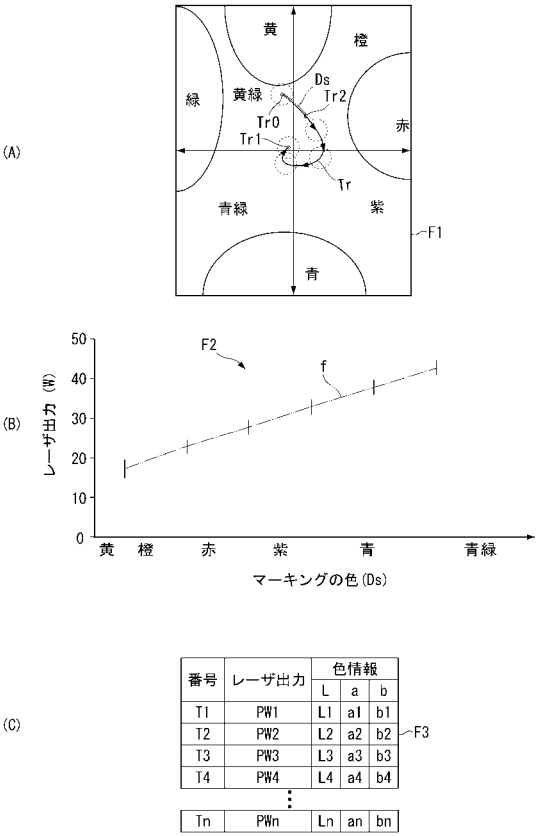
【図 3】



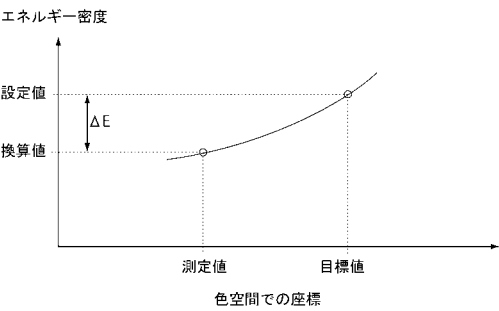
(B)



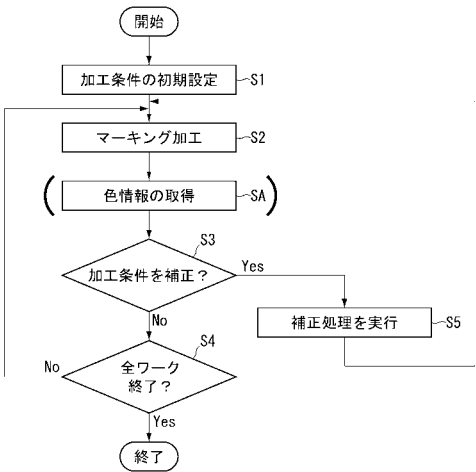
【 図 4 】



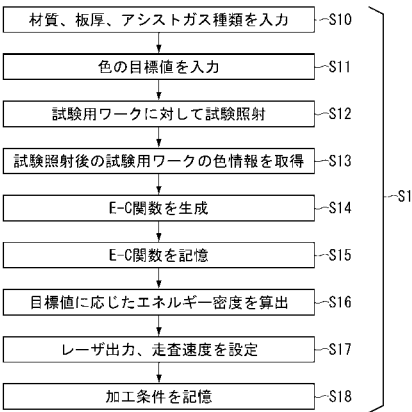
【 図 5 】



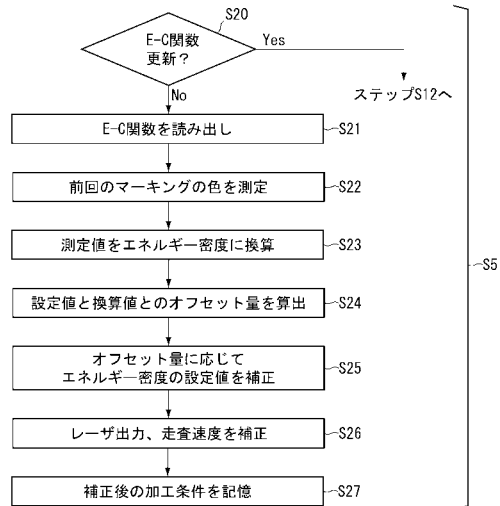
【 図 6 】



【 図 7 】



【図 8】



【図 2】

