

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年3月30日(30.03.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/051850 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077967
- (22) 国際出願日: 2016年9月23日(23.09.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-186663 2015年9月24日(24.09.2015) JP
- (71) 出願人: ブラザー工業株式会社 (BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋瑞穂区苗代町15番1号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 山内 慎也 (YAMAUCHI Shinya); 〒4678561 愛知県名古屋瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

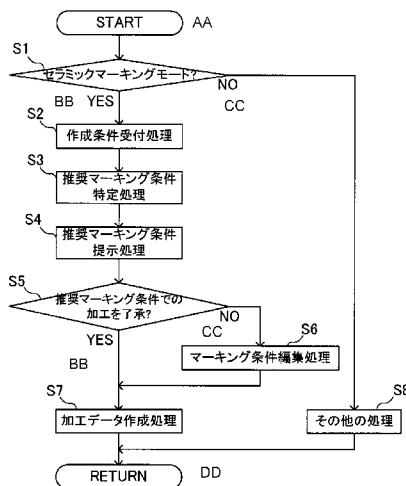
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: LASER-PROCESSING-DATA GENERATION DEVICE, CONTROL PROGRAM THEREFOR, AND LASER-PROCESSING-DATA GENERATION METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工データ作成装置とその制御プログラム及びレーザ加工データの作成方法



- S1 Ceramic marking mode?
S2 Receive generation conditions
S3 Specify recommended marking conditions
S4 Present recommended marking conditions
S5 Processing using recommended marking conditions approved?
S6 Edit marking conditions
S7 Generate processing data
S8 Execute other processing
AA START
BB YES
CC NO
DD RETURN

(57) Abstract: Provided is a laser-processing-data generation device or the like which is capable of generating laser processing data with which appropriate processing conditions corresponding to the constitution of a metal foil disposed on the surface of a workpiece can be easily set in a laser processing device. A laser processing device 1 in a laser processing system 100 is provided with a laser oscillation unit 12 and a galvano scanner 19, and is connected to a laser controller 5, a power supply unit 6, and a data generation device 7. The data generation device 7 specifies (S3), on the basis of a recommended condition database in a HDD 75, and generation conditions which are received by generation condition setting portions 81 of an information setting window 80, and which include information related to the material of a foil Mf and the thickness of the foil Mf, recommended marking conditions corresponding to the constitution (material and thickness) of the foil Mf, and generates (S7) processing data related to ceramic marking processing.

(57) 要約: ワーク表面上に配置された金属製の箔の構成に応じた適切な加工条件を、レーザ加工装置に対して簡便に設定し得るレーザ加工データを作成し得るレーザ加工データ作成装置等を提供する。レーザ加工システム100において、レーザ加工装置1は、レーザ発振ユニット12と、ガルバノスキャナ19を有しており、レーザコントローラ5と、電源ユニット6と、データ作成装置7と接続されている。データ作成装置7は、情報設定ウィンドウ80の作成条件設定部81により受け付けた箔Mfの材質、箔Mfの厚みに関する情報を含む作成条件と、HDD75内の推奨条件データベースに基づいて、箔Mfの構成(材質、厚み)に対応する推奨マーキング条件を特定して(S3)、セラミックマーキング加工に関する加工データを作成する(S7)。

明 細 書

発明の名称：

レーザ加工データ作成装置とその制御プログラム及びレーザ加工データの作成方法

技術分野

[0001] 本発明は、ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、レーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成するレーザ加工データ作成装置等に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、レーザ加工装置は、加工対象物に対して、レーザ光を照射して加工を施すように構成されており、レーザ加工データの動作内容に従って、出射されたレーザ光を加工対象物上の任意の位置となるように順次走査することで、当該加工対象物に加工を施している。

[0003] レーザ加工装置における加工の一態様として、加工対象物としてのワーク表面上に、金属製の箔を配置し、当該箔に対してレーザ光を照射することによって、箔とワーク表面を合金化して、前記ワーク表面に所望のマーキング加工を施すことが知られている。

[0004] このようなレーザ光を用いた加工に関する発明として、特許文献1記載の発明が知られている。特許文献1記載の発明においては、ワークとしての母合金に、約100 μ mの厚みを有する金板（即ち、本発明における箔に相当）を圧接しておき、金板に対してレーザビームを照射して、母合金と金板を溶融・混合することによって、母合金表面を合金化させるように構成されている。そして、特許文献1記載の発明においては、母合金と金板とが合金化した部分によって、所望のマーキング加工を母合金表面に施すことができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-095941号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、このようなマーキング加工における加工品質は、ワーク表面に配設された箔の構成と、レーザ光に関する加工条件との影響を大きく受ける。従って、マーキング加工に関する加工品質を担保する為には、箔等の構成に応じた適切な加工条件を、レーザ加工装置に設定する必要がある。

[0007] この点、特許文献1記載の発明においては、マーキング加工の色を変更する為に、金板の種類を変える毎に、レーザ光に関するパラメータを変更・設定するように構成されているが、レーザ光に関するパラメータを、ユーザ自身の手によって調整設定する必要があった。この為、適切な加工条件（即ち、レーザ光に関するパラメータ）を設定する際に、ユーザに、煩雑な設定作業を課すことになってしまっていた。

[0008] 本開示は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、ワーク表面上に配置された金属製の箔の構成に応じた適切な加工条件を、レーザ加工装置に対して簡便に設定し得るレーザ加工データを作成し得るレーザ加工データ作成装置等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

[0009] 前記目的を達成するため、本発明の一側面に係るレーザ加工データ作成装置は、ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成するレーザ加工データ作成装置であって、前記箔の材質及び厚みを含む当該箔の構成を示す箔情報の入力を受け付ける受付部と、前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の

何れかから構成される前記レーザ光による加工条件を、前記箔情報に対して対応付けて記憶する記憶部と、前記受付部によって受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定する推奨条件特定部と、を有することを特徴とする。

[0010] 当該レーザ加工データ作成装置は、受付部と、記憶部と、推奨条件特定部とを有しており、推奨条件特定部によって、前記受付部によって受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定して、レーザ加工データを作成し得る。当該レーザ加工データにおける加工条件は、前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の何れかから構成されている為、当該レーザ加工データ作成装置によれば、これらの加工条件を、受付部によって受け付けた箔情報に応じた内容に特定することができ、もって、より簡便な作業で、箔の構成に対応した加工条件を含むレーザ加工データを作成し得る。そして、当該レーザ加工データは、ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為、レーザ加工装置における加工品質を向上させることができる。

[0011] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項1記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記箔情報は、前記箔の光吸収率に関する情報を含み、前記推奨条件特定部は、前記受付部により、前記箔情報として、前記箔の光吸収率を特定可能な情報の入力を受け付けた場合に、前記箔情報に基づく当該箔の光吸収率に対応付けられた前記加工条件を、前記記憶部の記憶内容から特定することを特徴とする。

[0012] 当該レーザ加工データ作成装置において、前記推奨条件特定部は、前記受付部により、前記箔情報として、前記箔の光吸収率を特定可能な情報の入力を受け付けた場合に、前記箔情報に基づく当該箔の光吸収率に対応付けられ

た前記加工条件を、記憶部の記憶内容から特定する。箔の光吸収率は、レーザ光による箔及びワークに対する入熱量に影響し、もって、マーキング加工の品質に対して影響を及ぼす。従って、当該レーザ加工データ作成装置によれば、箔情報に基づく当該箔の光吸収率に対応付けられた前記加工条件を特定することで、より簡便な作業で、箔の光吸収率に対応した加工条件を含むレーザ加工データを作成し得る。そして、当該レーザ加工データによって、前記レーザ加工装置を動作させる為、レーザ加工装置における加工品質を向上させることができる。

[0013] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項2記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記記憶部は、照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が0.1以下を示す前記箔情報に対して、4.6W～20Wの数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、10mm/sec以上200mm/sec以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、2回以上5回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶していることを特徴とする。

[0014] 当該レーザ加工データ作成装置において、前記記憶部は、照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が0.1以下を示す前記箔情報に対して、4.6W～20Wの数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、10mm/sec以上200mm/sec以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、2回以上5回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶している為、箔の光吸収率が0.1以下を示す箔を用いる場合における適切な加工条件を前記記憶部から特定することができ、当該箔の光吸収率に対して適切なレーザ加工データを作成し得る。

[0015] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項2又は請求項3記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記記憶部は、照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す前記箔情報に対して、2W～5Wの数値範囲にあたる前記レーザ光の出力

強度と、 50 mm/sec 以上 500 mm/sec 以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、1回以上3回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶していることを特徴とする。

[0016] 当該レーザ加工データ作成装置において、前記記憶部は、照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が 0.1 より大きく 0.3 未満を示す前記箔情報に対して、 2 W ～ 5 W の数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、 50 mm/sec 以上 500 mm/sec 以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、1回以上3回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶している為、照射するレーザ光の波長に対する箔の光吸収率が 0.1 より大きく 0.3 未満を示す箔を用いる場合における適切な加工条件を前記記憶部から特定することができ、当該箔の光吸収率に対して適切なレーザ加工データを作成し得る。

[0017] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項2乃至請求項4の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記記憶部は、照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が 0.3 以上を示す前記箔情報に対して、 0.5 W ～ 2 W の数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、 100 mm/sec 以上 1000 mm/sec 以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、1回以上3回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶していることを特徴とする。

[0018] 当該レーザ加工データ作成装置において、前記記憶部は、照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が 0.3 以上を示す前記箔情報に対して、 0.5 W ～ 2 W の数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、 100 mm/sec 以上 1000 mm/sec 以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、1回以上3回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶している為、照射するレーザ光の波長に対する箔の光吸収率が 0.3 以上を示す箔を用いる場合における適切な加

工条件を前記記憶部から特定することができ、当該箔の光吸収率に対して適切なレーザ加工データを作成し得る。

[0019] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項3乃至請求項5の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記受付部は、前記箔情報として、前記箔の厚みを示す情報の入力を受け付け、前記推奨条件特定部は、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記箔の厚みが大きい程、前記加工条件における前記レーザ光の出力強度を、前記数値範囲における大きな数値に変更し、前記加工条件を特定することを特徴とする。

[0020] 当該レーザ加工データ作成装置によれば、前記推奨条件特定部によって、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記箔の厚みが大きい程、前記加工条件における前記レーザ光の出力強度を、前記数値範囲における大きな数値に変更し、前記加工条件を特定することができる。ここで、箔の厚みは、レーザ光による箔及びワークに対する入熱量に影響し、もって、マーキング加工の品質に対して影響を及ぼす。従って、当該レーザ加工データ作成装置によれば、より簡便な作業で、箔の厚みに対応した加工条件を含むレーザ加工データを作成し得る。そして、当該レーザ加工データによって、前記レーザ加工装置を動作させる為、レーザ加工装置における加工品質を向上させることができる。

[0021] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項3乃至請求項6の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記受付部は、前記レーザ光による加工品質を示す情報の入力を受け付け、前記推奨条件特定部は、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記レーザ光の加工品質に応じて、前記加工条件における前記レーザ光の走査速度に関する数値範囲から、当該加工品質に対応する前記レーザ光の走査速度を特定して、前記加工条件を特定することを特徴とする。

[0022] 当該レーザ加工データ作成装置によれば、前記推奨条件特定部によって、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記レーザ光の加工品質に応じて、前記加工条件における前記レーザ光の走査速度に関する数値範囲から

、当該加工品質に対応する前記レーザ光の走査速度を特定して、前記加工条件を特定することができる。ここで、レーザ光の走査速度は、レーザ光による箔及びワークに対する単位時間あたりの入熱量に影響し、もって、マーキング加工の品質に対して影響を及ぼす。従って、当該レーザ加工データ作成装置によれば、より簡便な作業で、ユーザ所望の加工品質に対応した加工条件を含むレーザ加工データを作成し得る。そして、当該レーザ加工データによって、前記レーザ加工装置を動作させる為、所望の加工品質を、レーザ加工装置で実現させることができる。

[0023] 本発明の他の側面に係るレーザ加工データ作成装置は、請求項3乃至請求項7の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置であって、前記受付部は、前記箔情報として、前記箔の厚みを示す情報の入力を受け付け、前記推奨条件特定部は、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記箔の厚みが小さい程、前記加工条件における前記レーザ光の走査速度を、前記数値範囲における速い走査速度に変更し、前記加工条件を特定することを特徴とする。

[0024] 当該レーザ加工データ作成装置によれば、前記推奨条件特定部によって、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記箔の厚みが小さい程、前記加工条件における前記レーザ光の走査速度を、前記数値範囲における速い走査速度に変更し、前記加工条件を特定することができる。ここで、箔の厚みは、レーザ光による箔及びワークに対する入熱量に影響し、又、レーザ光の走査速度は、レーザ光による箔及びワークに対する単位時間あたりの入熱量に影響する為、マーキング加工の品質に対して大きな影響を及ぼすことになる。従って、当該レーザ加工データ作成装置によれば、より簡便な作業で、箔の厚みに対応した加工条件としての前記レーザ光の走査速度を含むレーザ加工データを作成し得る。そして、当該レーザ加工データによって、前記レーザ加工装置を動作させる為、レーザ加工装置における加工品質を向上させることができる。

[0025] 本発明の一側面に係るレーザ加工データ作成装置の制御プログラムは、ワ

ーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成する制御部と、前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の何れかから構成される前記レーザ光による加工条件を、前記箔の材質及び厚みを含む当該箔の構成を示す箔情報に対して対応付けて記憶する記憶部と、を有するレーザ加工データ作成装置を、前記箔情報の入力を受け付ける受付部と、前記受付部によって受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定する推奨条件特定部として機能させることを特徴とする。

[0026] 当該レーザ加工データ作成装置の制御プログラムは、制御部と、記憶部とを有するレーザ加工データ作成装置に実行させることによって、前記請求項1記載のレーザ加工装置と同様の効果を生じさせることができる。

[0027] 本発明の一側面に係るレーザ加工データの作成方法は、ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成するレーザ加工データの作成方法であって、前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の何れかから構成される前記レーザ光による加工条件を、前記箔の材質及び厚みを含む当該箔の構成を示す箔情報に対して対応付けて記憶する記憶部を有しており、前記箔情報の入力を受け付ける受付工程と、前記受付工程において受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定する推奨条件特定工程と、を有することを特徴とする。

[0028] 当該レーザ加工データの作成方法は、記憶部を有すると共に、受付工程と、推奨条件特定工程とを行うことによって、前記請求項1記載のレーザ加工

装置と同様の効果を生じさせることができる。

図面の簡単な説明

- [0029] [図1]本実施形態に係るレーザ加工システムの概略構成を示す説明図である。
- [図2]レーザ加工装置におけるレーザヘッド部の構成を示す平面図である。
- [図3]レーザ加工システムの制御系を示すブロック図である。
- [図4]セラミックマーキング加工の工程を示す説明図である。
- [図5]加工データ作成処理プログラムのフローチャートである。
- [図6]情報設定ウィンドウの一表示例を示す説明図である。
- [図7]推奨条件データベースの一例を示す説明図である。
- [図8]セラミックマーキング加工の加工結果の目視評価例を示す説明図である。
- [図9]光吸収率の低い箔を用いたセラミックマーキング加工の加工結果に対し、マーキング条件が与える影響を示す説明図である。
- [図10]光吸収率が中である箔を用いたセラミックマーキング加工の加工結果に対し、マーキング条件が与える影響を示す説明図である。
- [図11]光吸収率の高い箔を用いたセラミックマーキング加工の加工結果に対し、マーキング条件が与える影響を示す説明図である。

発明を実施するための形態

- [0030] 以下、本発明に関するレーザ加工データ作成装置を、レーザ加工装置1と共に、レーザ加工システム100を構成するデータ作成装置7に具体化した実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

- [0031] (レーザ加工システム100の概略構成)

先ず、本実施形態に関するレーザ加工システム100の概略構成について、図1を参照しつつ詳細に説明する。レーザ加工システム100は、レーザ加工装置1と、本発明のレーザ加工データ作成装置に相当するデータ作成装置7を有しており、データ作成装置7によって作成された加工データに従って、レーザ加工装置1を制御することで、加工対象物の表面上に対して、パルスレーザ光を2次元走査してマーキング加工（後述するセラミックマーキ

ング加工を含む）を行うように構成されている。

[0032] 本実施形態に係るレーザ加工装置 1 におけるマーキング加工とは、加工対象物としてのワーク W 表面に対して、パルスレーザ L を照射して 2 次元走査することによって、ユーザ所望の加工内容をワーク W 表面に描画する加工を意味しており、通常のマーキング加工と、後述するセラミックマーキング加工とを含んでいる。通常のマーキング加工とは、金属やプラスチック等によって構成されるワーク W 表面に対して、パルスレーザ L を照射することによって、パルスレーザ L の熱エネルギーによるワーク W 表面の変質、溶融、除去等の物理的効果が発生させて、所望の加工内容をワーク W 表面上に描画する加工を意味する。

[0033] そして、セラミックマーキング加工とは、セラミックにより構成されるワーク W 表面上に金属製の箔 M f を配置して、当該箔 M f 及びワーク W 表面に対して、パルスレーザ L を照射することで、パルスレーザ L の熱エネルギーにより箔 M f の構成材料を溶融させて、セラミックにより構成されるワーク W 表面に、所望の加工内容をワーク W 表面上に描画する加工を意味する。セラミックマーキング加工の詳細については、後に図面を参照しつつ説明する。

[0034] （レーザ加工装置の概略構成）

次に、レーザ加工システム 100 を構成するレーザ加工装置 1 の概略構成について、図面を参照しつつ詳細に説明する。図 1 に示すように、本実施形態に関するレーザ加工装置 1 は、レーザ加工装置本体部 2 と、レーザコントローラ 5 と、電源ユニット 6 により構成されている。

[0035] レーザ加工装置本体部 2 は、加工対象物に対してパルスレーザ L を照射し、当該パルスレーザ L を 2 次元走査してマーキング加工を行い、加工対象物であるワーク W 表面上に所望の内容を描画し得る。そして、レーザコントローラ 5 は、コンピュータで構成され、データ作成装置 7 と双方向通信可能に接続されると共に、レーザ加工装置本体部 2 及び電源ユニット 6 と電氣的に接続されている。データ作成装置 7 は、パーソナルコンピュータ等から構成

され、加工データの作成等に用いられる。そして、レーザコントローラ 5 は、データ作成装置 7 から送信された加工データ、制御パラメータ、各種指示情報等に基づいてレーザ加工装置本体部 2 及び電源ユニット 6 を駆動制御する。

[0036] 尚、図 1 は、レーザ加工システム 100 及びレーザ加工装置 1 の概略構成を示すものであるため、レーザ加工装置本体部 2 を模式的に示している。従って、当該レーザ加工装置本体部 2 の具体的な構成については、後述する。

[0037] (レーザ加工装置本体部 2 の概略構成)

次に、レーザ加工装置本体部 2 の概略構成について、図 1、図 2 に基づいて説明する。尚、レーザ加工装置本体部 2 の説明において、図 1 の左方向、右方向、上方向、下方向が、それぞれレーザ加工装置本体部 2 の前方向、後方向、上方向、下方向である。従って、レーザ発振器 21 のパルスレーザ L の出射方向が前方向である。本体ベース 11 及びパルスレーザ L に対して垂直な方向が上下方向である。そして、レーザ加工装置本体部 2 の上下方向及び前後方向に直交する方向が、レーザ加工装置本体部 2 の左右方向である。

[0038] レーザ加工装置本体部 2 は、パルスレーザ L と可視レーザ光 M を $f\theta$ レンズ 20 から同軸上に出射するレーザヘッド部 3 (図 2 参照) と、レーザヘッド部 3 が上面に固定される略箱体状の加工容器 (図示せず) とから構成されている。

[0039] 図 2 に示すように、レーザヘッド部 3 は、本体ベース 11 と、パルスレーザ L を出射するレーザ発振ユニット 12 と、光シャッター部 13 と、光ダンパー 14 と、ハーフミラー 15 と、ガイド光部 16 と、反射ミラー 17 と、光センサ 18 と、ガルバノスキャナ 19 と、 $f\theta$ レンズ 20 等から構成され、略直方体形状の筐体カバー (図示せず) で覆われている。

[0040] レーザ発振ユニット 12 は、レーザ発振器 21 と、ビームエキスパンダ 22 と、取付台 23 とから構成されている。レーザ発振器 21 は、ファイバコネクタと、集光レンズと、反射鏡と、レーザ媒質と、受動 Q スイッチと、出力カップラーと、ウィンドウとをケーシング内に有している。ファイバコネクタ

には、光ファイバFが接続されており、電源ユニット6を構成する励起用半導体レーザ部40から出射された励起光が、光ファイバFを介して入射される。

[0041] 集光レンズは、ファイバコネクタから入射された励起光を集光する。反射鏡は、集光レンズによって集光された励起光を透過すると共に、レーザ媒質から出射されたレーザ光を高効率で反射する。レーザ媒質は、励起用半導体レーザ部40から出射された励起光によって励起されてレーザ光を発振する。レーザ媒質としては、例えば、レーザ活性イオンとしてネオジウム(Nd)が添加されたネオジウム添加ガドリニウムバナデイト(Nd:GdVO₄)結晶や、ネオジウム添加イットリウムバナデイト(Nd:YVO₄)結晶や、ネオジウム添加イットリウムアルミニウムガーネット(Nd:YAG)結晶等を用いることができる。

[0042] 受動Qスイッチは、内部に蓄えられた光エネルギーが或る一定値を超えたとき、透過率が高くなるという性質を持った結晶である。従って、受動Qスイッチは、レーザ媒質によって発振されたレーザ光をパルス状のパルスレーザとして発振するQスイッチとして機能する。受動Qスイッチとしては、例えば、クロームYAG(Cr:YAG)結晶やCr:MgSiO₄結晶等を用いることができる。

[0043] 出力カプラーは、反射鏡とレーザ共振器を構成する。出力カプラーは、例えば、表面に誘電体層膜をコーティングした凹面鏡により構成された部分反射鏡で、波長1064nmでの反射率は、80%~95%である。ウィンドウは、合成石英等から形成され、出力カプラーから出射されたレーザ光を外部へ透過させる。従って、レーザ発振器21は、受動Qスイッチを介してパルスレーザを発振し、マーキング加工を施すためのパルスレーザLとして、パルスレーザを出力する。

[0044] ビームエキスパンダ22は、パルスレーザLのビーム径を変更するものであり、レーザ発振器21と同軸に設けられている。取付台23は、レーザ発振器21がパルスレーザLの光軸を調整可能に取り付けられ、本体ベース1

1の前後方向中央位置よりも後側の上面に対して、各取付ネジ25によって固定されている。

[0045] 光シャッター部13は、シャッターモータ26と、平板状のシャッター27とから構成されている。シャッターモータ26は、ステッピングモータ等で構成されている。シャッター27は、シャッターモータ26のモータ軸に取り付けられて同軸に回転する。シャッター27は、ビームエキスパンダ22から出射されたパルスレーザLの光路を遮る位置に回転した際には、パルスレーザLを光シャッター部13に対して右方向に設けられた光ダンパー14へ反射する。一方、シャッター27がビームエキスパンダ22から出射されたパルスレーザLの光路上に位置しないように回転した場合には、ビームエキスパンダ22から出射されたパルスレーザLは、光シャッター部13の前側に配置されたハーフミラー15に入射する。

[0046] 光ダンパー14は、シャッター27で反射されたパルスレーザLを吸収する。尚、光ダンパー14の発熱は、本体ベース11に熱伝導されて冷却される。ハーフミラー15は、パルスレーザLの光路に対して斜め左下方向に45度の角度を形成するように配置される。ハーフミラー15は、後側から入射されたパルスレーザLのほぼ全部を透過する。又、ハーフミラー15は、後側から入射されたパルスレーザLの一部を、45度の反射角で反射ミラー17へ反射する。反射ミラー17は、ハーフミラー15のパルスレーザLが入射される後側面の略中央位置に対して左方向に配置される。

[0047] ガイド光部16は、可視レーザ光として、例えば、赤色レーザ光を出射する可視半導体レーザ28と、可視半導体レーザ28から出射された可視レーザ光Mを平行光に収束するレンズ群（図示せず）とから構成されている。可視レーザ光Mは、レーザ発振器21から出射されるパルスレーザLと異なる波長である。ガイド光部16は、ハーフミラー15のパルスレーザLが出射される略中央位置に対して右方向に配置されている。この結果、可視レーザ光Mは、ハーフミラー15のパルスレーザLが出射される略中央位置において、ハーフミラー15の前側面にあたる反射面に対して45度の入射角で入

射され、45度の反射角でパルスレーザLの光路上に反射される。即ち、可視半導体レーザ28は、可視レーザ光MをパルスレーザLの光路上に出射する。

[0048] 反射ミラー17は、パルスレーザLの光路に対して平行な前後方向に対して斜め左下方向に45度の角度を形成するように配置され、ハーフミラー15の後側面において反射されたパルスレーザLの一部が、反射面の略中央位置に対して45度の入射角で入射される。そして、反射ミラー17は、反射面に対して45度の入射角で入射されたパルスレーザLを、45度の反射角で前側方向へ反射する。

[0049] 光センサ18は、パルスレーザLの発光強度を検出するフォトダイオード等で構成され、反射ミラー17のパルスレーザLが反射される略中央位置に対して、図2中、前側方向に配置されている。この結果、光センサ18は、反射ミラー17で反射されたパルスレーザLが入射され、この入射されたパルスレーザLの強度を検出する。従って、光センサ18を介してレーザ発振器21から出力されるパルスレーザLの強度を検出することができる。

[0050] ガルバノスキャナ19は、本体ベース11の前側端部に形成された貫通孔29の上側に取り付けられ、レーザ発振ユニット12から出射されたパルスレーザLと、ハーフミラー15で反射された可視レーザ光Mとを下方へ2次元走査する。ガルバノスキャナ19は、ガルバノX軸ミラーを有するガルバノX軸モータ31と、ガルバノY軸ミラーを有するガルバノY軸モータ32と、本体部33により構成されている。ガルバノX軸モータ31とガルバノY軸モータ32は、それぞれのモータ軸が互いに直交するように外側からそれぞれの取付孔に嵌入、保持されて本体部33に取り付けられている。

[0051] ガルバノX軸モータ31において、ガルバノX軸ミラーは、走査ミラーとして、モータ軸の先端部に取り付けられており、パルスレーザLと可視レーザ光Mを、ワークW表面上においてX軸方向に走査する際に用いられる。そして、ガルバノY軸モータ32において、ガルバノY軸ミラーは、走査ミラーとして、モータ軸の先端部に取り付けられており、ガルバノX軸ミラーに

よって反射されたパルスレーザL及び可視レーザ光Mを、ワークW表面上の加工領域においてY軸方向に走査する際に用いられる。

[0052] 従って、当該ガルバノスキャナ19においては、ガルバノX軸モータ31、ガルバノY軸モータ32の各モータ軸の先端部に取り付けられた走査ミラーが内側で互いに対向している。そして、ガルバノX軸モータ31、ガルバノY軸モータ32の回転をそれぞれ制御して、各走査ミラー（即ち、ガルバノX軸ミラー、ガルバノY軸ミラー）を回転させることによって、パルスレーザLと可視レーザ光Mとを下方へ2次元走査する。この2次元走査方向は、ワークW表面の加工領域において、前後方向（X軸方向）と左右方向（Y軸方向）である。

[0053] fθレンズ20は、下方に配置された加工対象物（例えば、ワークW又はワークW表面上に配置された箔Mf）表面に対して、ガルバノスキャナ19によって2次元走査されたパルスレーザLと可視レーザ光Mとを同軸に集光する。従って、ガルバノX軸モータ31、ガルバノY軸モータ32の回転を制御することによって、パルスレーザLと可視レーザ光Mが、ワークW又はワークW表面上に配置された箔Mf表面上において、所望の加工パターンで前後方向（X方向）と左右方向（Y方向）に2次元走査される。

[0054] （電源ユニットの概略構成）

次に、レーザ加工装置1における電源ユニット6の概略構成について、図1を参照しつつ説明する。図1に示すように、電源ユニット6は、励起用半導体レーザ部40と、レーザドライバ51と、電源部52と、冷却ユニット53とを、ケーシング55内に有している。電源部52は、励起用半導体レーザ部40を駆動する駆動電流を、レーザドライバ51を介して励起用半導体レーザ部40に供給する。レーザドライバ51は、レーザコントローラ5から入力される駆動情報に基づいて、励起用半導体レーザ部40を直流でオンオフ駆動する。

[0055] 励起用半導体レーザ部40は、光ファイバFによってレーザ発振器21に光学的に接続されている。励起用半導体レーザ部40は、レーザドライバ5

1 から入力されるパルス状の駆動電流に対して、レーザ光を発生する閾値電流を超えた電流値に比例した出力の波長のレーザ光である励起光を、光ファイバF内に出射する。従って、レーザ発振器21には、励起用半導体レーザ部40からの励起光が光ファイバFを介して入射される。励起用半導体レーザ部40には、例えば、GaAsを用いたレーザバーを用いることができる。

[0056] 冷却ユニット53は、電源部52及び励起用半導体レーザ部40を、所定の温度範囲内に調整する為のユニットであり、例えば、電子冷却方式により冷却することで、励起用半導体レーザ部40の温度制御を行っており、励起用半導体レーザ部40の発振波長を微調整する。尚、冷却ユニット53は、水冷式の冷却ユニットや、空冷式の冷却ユニット等を用いるようにしてもよい。

[0057] (レーザ加工システム100の制御系)

次に、レーザ加工システム100を構成するレーザ加工装置1の制御系構成について、図面を参照しつつ説明する。図3に示すように、レーザ加工装置1は、レーザ加工装置1の全体を制御するレーザコントローラ5と、レーザドライバ51と、ガルバノコントローラ56と、ガルバノドライバ57と、可視光レーザドライバ58等を有して構成されている。レーザコントローラ5には、レーザドライバ51と、ガルバノコントローラ56と、光センサ18と、可視光レーザドライバ58等が電氣的に接続されている。

[0058] レーザコントローラ5は、レーザ加工装置1の全体の制御を行う演算装置及び制御装置としてのCPU61、RAM62、ROM63、時間を計測するタイマ64等を備えている。又、CPU61、RAM62、ROM63、タイマ64は、バス線(図示せず)により相互に接続されて、相互にデータのやり取りが行われる。

[0059] RAM62は、CPU61により演算された各種の演算結果や加工走査パターンのXY座標データ等を一時的に記憶させておくためのものである。ROM63は、各種のプログラムを記憶させておくものであり、データ作成装

置 7 から送信された加工データに基づいて加工走査パターンの X Y 座標データを算出して R A M 6 2 に記憶する等の各種プログラムが記憶されている。

[0060] そして、C P U 6 1 は、R O M 6 3 に記憶されている各種の制御プログラムに基づいて各種の演算及び制御を行なうものである。例えば、C P U 6 1 は、データ作成装置 7 から入力された加工データに基づいて算出した各加工点の X Y 座標データ、ガルバノ走査速度情報等をガルバノコントローラ 5 6 に出力する。又、C P U 6 1 は、データ作成装置 7 から入力された加工データに基づいて設定した励起用半導体レーザ部 4 0 の励起光出力、励起光の出力期間等の励起用半導体レーザ部 4 0 の駆動情報をレーザドライバ 5 1 に出力する。又、C P U 6 1 は、加工走査パターンの X Y 座標データ、ガルバノスキャナ 1 9 の O N ・ O F F を指示する制御信号等をガルバノコントローラ 5 6 に出力する。

[0061] レーザドライバ 5 1 は、レーザコントローラ 5 から入力された励起用半導体レーザ部 4 0 の励起光出力、励起光の出力期間等のレーザ駆動情報等に基づいて、励起用半導体レーザ部 4 0 を駆動制御する。具体的には、レーザドライバ 5 1 は、レーザコントローラ 5 から入力されたレーザ駆動情報の励起光出力に比例した電流値のパルス状の駆動電流を発生し、レーザ駆動情報の励起光の出力期間に基づく期間、励起用半導体レーザ部 4 0 に出力する。これにより、励起用半導体レーザ部 4 0 は、励起光出力に対応する強度の励起光を出力期間の間、光ファイバ F 内に射出する。

[0062] ガルバノコントローラ 5 6 は、レーザコントローラ 5 から入力された加工走査パターンの X Y 座標データ、ガルバノ走査速度情報等に基づいて、ガルバノ X 軸モータ 3 1 とガルバノ Y 軸モータ 3 2 の駆動角度、回転速度等を算出して、駆動角度、回転速度を表すモータ駆動情報をガルバノドライバ 5 7 へ出力する。

[0063] ガルバノドライバ 5 7 は、ガルバノコントローラ 5 6 から入力された駆動角度、回転速度を表すモータ駆動情報に基づいて、ガルバノ X 軸モータ 3 1 とガルバノ Y 軸モータ 3 2 を駆動制御して、パルスレーザ L や可視レーザ光

Mを2次元走査する。

[0064] 可視光レーザドライバ58は、レーザコントローラ5から出力される制御信号に基づいて、可視半導体レーザ28を含むガイド光部16の制御を行い、例えば、制御信号に基づいて、可視半導体レーザ28から出射される可視レーザ光Mの発光タイミングや光量を制御する。

[0065] 図1、図3に示すように、レーザコントローラ5には、データ作成装置7が双方向通信可能に接続されており、データ作成装置7から送信された加工内容を示す加工データ、レーザ加工装置本体部2の制御パラメータ、ユーザからの各種指示情報等を受信可能に構成されている。

[0066] (データ作成装置の制御系)

続いて、レーザ加工システム100を構成するデータ作成装置7の制御系構成について、図面を参照しつつ説明する。図3に示すように、データ作成装置7は、データ作成装置7の全体を制御する制御部70と、マウスやキーボード等から構成される入力操作部76と、液晶ディスプレイ77と、CD-ROM79に対する各種データ、プログラム等の書き込み及び読み込みを行うためのCD-R/W78等から構成されている。

[0067] 制御部70は、データ作成装置7の全体の制御を行う演算装置及び制御装置としてのCPU71と、RAM72と、ROM73と、時間を計測するタイマ74と、HDD75等を備えている。又、CPU71と、RAM72と、ROM73と、タイマ74は、バス線(図示せず)により相互に接続されて、相互にデータのやり取りが行われる。又、CPU71とHDD75は、入出力インターフェース(図示せず)を介して接続され、相互にデータのやり取りが行われる。

[0068] RAM72は、CPU71により演算された各種の演算結果等を一時的に記憶させておくためのものである。ROM73は、各種の制御プログラムやデータテーブルを記憶させておくものである。

[0069] そして、HDD75は、各種アプリケーションソフトウェアのプログラム、各種データファイルを記憶する記憶装置である。本実施形態に係るHDD

75は、マーキング加工を行う為の加工データを作成する為の加工データ作成処理プログラム（図5参照）等の制御プログラムや、後述する推奨条件データベース（図7参照）等の制御データ群等を記憶している。

[0070] そして、CD-R/W78は、アプリケーションプログラム、各種データテーブル及びデータベースを構成する各データ群を、CD-ROM79から読み込む、又は、CD-ROM79に対して書き込む。即ち、データ作成装置7は、CD-R/W78を介して、加工データ作成処理プログラム（図5参照）や、推奨条件データベース（図7参照）をCD-ROM79から読み込み、HDD75に格納すると共に、種々のデータ群を記憶することでデータベース75DをHDD75内に形成する。

[0071] 尚、加工データ作成処理プログラム（図5参照）や、推奨条件データベース（図7参照）は、ROM73に記憶されていても良いし、CD-ROM79等の記憶媒体から読み込まれても良い。又、インターネット等のネットワーク（図示せず）を介して、ダウンロードされてもよい。

[0072] そして、データ作成装置7には、入出力インターフェース（図示せず）を介して、マウスやキーボード等から構成される入力操作部76と、液晶ディスプレイ77等が電氣的に接続されている。従って、データ作成装置7は、入力操作部76や、液晶ディスプレイ77を用いて、マーキング加工を行う為の加工データの作成や制御パラメータの設定等に利用される。

[0073] （セラミックマーキング加工の基本的な工程）

続いて、本実施形態に係るレーザ加工システム100において、データ作成装置7により作成された加工データに基づいて行われるセラミックマーキング加工の内容について、図4を参照しつつ説明する。

[0074] 上述したように、本実施形態に係るレーザ加工システム100においては、セラミックマーキング加工は、箔配置工程と、マーキング実行工程と、箔除去工程とを有しており、セラミックにより構成されるワークW表面上に金属製の箔Mfを配置した後、当該箔Mf及びワークW表面に対してパルスレーザLを照射して、所望の加工内容をワークW表面上に描画する加工である

。

[0075] 先ず、箔配置工程では、セラミック製のワークW表面上に、金属材料により構成される箔M f が、ワークW上面に対して一定の間隔以内で配置される。この時、箔M f は、ワークW表面上において、マーキング加工を施したい範囲を包含するように配置される。尚、本実施形態に係る箔配置工程は、ユーザ自らの手によって行われ、その後、箔M f が配置されたワークWは、レーザ加工装置1の加工容器内部における所望の位置に設置される。

[0076] 続いて、マーキング実行工程では、レーザ加工装置1の加工容器内部に設置された箔M f 及びワークWに対して、パルスレーザLを照射して2次元走査することにより、ワークW表面に所望の加工内容を描画する。セラミックマーキング加工においては、マーキング実行工程で、パルスレーザLを照射することにより、箔M f を構成する金属を溶融させ、セラミック製のワークW表面と結合させて、加工内容をワークW表面に直接描画している。

[0077] そして、本実施形態においては、レーザ加工装置1は、後述する加工データ作成処理プログラム（図5参照）によって作成された加工データに従って、レーザ発振ユニット12やガルバノスキャナ19等を制御することで、パルスレーザLの出力や走査を行う。

[0078] 本実施形態において、セラミックマーキングモードで作成した加工データは、箔M f 及びワークWに対して照射されるパルスレーザLに関する諸条件（パルスレーザLの出力強度や走査速度等）と、複数の加工点により構成される加工内容とを含んで構成されており、パルスレーザLに関する諸条件は、箔M f の構成（例えば、構成材料や厚み等）に応じて特定される。箔M f の構成（例えば、構成材料や厚み等）によっては、箔M f を構成する金属を溶融させ、セラミック製のワークW表面と結合させる為に必要なエネルギー量が異なる為、セラミックマーキング加工で加工内容を確実に描画する為には、適切な条件を設定する必要があるからである。

[0079] セラミックマーキングモードで作成した加工データに従って、マーキング実行工程を終了した後、ユーザは、レーザ加工装置1の加工容器内部から、

箔M f 及びワークWを取り出す。この時、箔M f は、パルスレーザLが照射された部分においては、ワークW表面と結合しているが、箔M f における他の部分は、ワークW表面から除去可能な状態にある。

[0080] そして、箔除去工程では、マーキング実行工程を経た箔M f 及びワークWから、箔M f を除去する工程である。この箔除去工程を施すことによって、パルスレーザLの照射によってワークW表面と結合した部分（即ち、加工データにおける加工内容に相当する部分）を除いて、ワークW表面から箔M f が除去される。これにより、セラミック製のワークW表面には、パルスレーザLの照射によってセラミックと結合した金属部分が、加工データにおける加工内容に従って残存することになる為、当該レーザ加工装置1は、セラミックマーキングを施すことができる。尚、箔除去工程は、ユーザ自らの手によって行われる。

[0081] こうして、セラミックマーキング加工によってワークW表面上になされたマーキングは、当該ワークWに高温熱処理をした場合であっても、セラミックマーキング加工に用いた箔M f の金属材料の融点以下の温度であれば、マーキングされた状態を維持することができ、加工データにおける加工内容を示すことができる。

[0082] （加工データ作成処理プログラムの処理内容）

続いて、データ作成装置7において実行される加工データ作成処理プログラムの処理内容について、図5～図7を参照しつつ詳細に説明する。当該加工データ作成処理プログラムは、パルスレーザLを照射することによって、ワークW表面にマーキング加工を行う為の加工データを作成する為のアプリケーションプログラムであり、特に、セラミックマーキング加工を行う場合の加工データの作成に特化したものである。当該加工データ作成処理プログラムは、HDD75から読み出されて、データ作成装置7のCPU71によって実行される。

[0083] 図5に示すように、加工データ作成処理プログラムの実行を開始すると、CPU71は、先ず、入力操作部76からの操作信号に基づいて、セラミッ

クマーキング加工を行うセラミックマーキングモードであるか否かを判断する（S1）。セラミックマーキングモードである場合（S1：YES）、CPU71は、S2に処理を移行する。一方、セラミックマーキングモードでない場合（S1：NO）、CPU71は、S8に処理を移行する。

[0084] 尚、本実施形態においては、データ作成装置7のCPU71は、加工データ作成処理プログラムの実行開始と共に、セラミックマーキング加工を行うセラミックマーキングモード、通常のマーキング加工を行う通常マーキングモード等の複数の作成モードを選択可能な選択画面を液晶ディスプレイ77上に表示し、ユーザによる入力操作部76を用いた選択操作を受け付けることで、ユーザ所望の作成モードを実行するように構成されている。

[0085] S2においては、CPU71は、作成条件受付処理を実行して、作成条件としての種々の情報（例えば、箔Mfの構成材料等）の入力を受け付ける為の情報設定ウィンドウ80を、液晶ディスプレイ77上に表示し、入力操作部76を用いたユーザの操作によって、作成条件の入力を受け付ける。

[0086] （情報設定ウィンドウ80の構成）

ここで、液晶ディスプレイ77上に表示される情報設定ウィンドウ80について、図面を参照しつつ詳細に説明する。図6に示すように、情報設定ウィンドウ80は、箔Mfの構成（例えば、箔Mfの材質及び厚み等）を含む作成条件を設定する為の作成条件設定部81と、セラミックマーキング加工を行う際のマーキング条件の提示・編集を行う為のマーキング条件設定部90を有している。

[0087] 作成条件設定部81は、上述したように、本発明における箔情報としての箔Mfの材質や箔の厚みに関する情報や、セラミックマーキング加工の加工品質及び所要時間の優先度合等の情報を含む作成条件を設定する為の受付部であり、箔材質設定部82と、箔厚設定部83と、加工品質設定部84と、自動生成ボタン85を有している。

[0088] 箔材質設定部82は、箔情報の一つとして、箔Mfを構成する材質を入力・設定する際に用いられる。本実施形態において、箔材質設定部82は、セ

ラミックマーキング加工に使用される箔M fの材質として、例えば、金属材料である「材質（A）」「材質（B）」「材質（C）」等を選択可能に構成されている。「材質（A）」は、加工時におけるパルスレーザLの波長に対する光吸収率が低い（例えば、0.1以下）を示す金属であり、「材質（B）」は、加工時におけるパルスレーザLの波長に対する光吸収率が中程度（例えば、0.1より大きく0.3未満）を示す金属である。そして、「材質（C）」は、加工時におけるパルスレーザLの波長に対する光吸収率が高い（例えば、0.3以上）を示す金属である。そして、ユーザは、データ作成装置7の入力操作部76を用いて、情報設定ウィンドウ80の箔材質設定部82に対する操作を行うことで、セラミックマーキング加工に使用される箔M fの材質を、作成条件を構成する箔情報の一つとして設定し得る。箔M fの材質の光吸収率によって、セラミックマーキング加工において、箔M fの溶融に要するパルスレーザLのエネルギー量が異なる為、箔材質設定部82で箔情報を受け付けることで、より適切なマーキング条件を特定することができる。

[0089] 尚、セラミックマーキング加工に使用される箔M fの材質として挙げた「材質（A）」「材質（B）」「材質（C）」…は、あくまでも一例であり、金属材料として、銅、ニッケル、ニクロム、白銅、鉄、アルミニウム、クローム、チタン等を挙げることができる。又、箔M fの光吸収率は、基本的に箔M fの材質によって決定される。従って、本実施形態においては、箔材質設定部82を用いて「箔M fの材質」を示す箔情報の入力を受け付けることで、箔M fの光吸収率に関する情報が入力されたものとする。

[0090] 箔厚設定部83は、箔情報の一つとして、セラミックマーキング加工に使用される箔M fの厚みを入力・設定する際に用いられ、所謂、スライダによって構成されている。箔厚設定部83は、入力操作部76の操作を受け付けることで、最小値から最大値の数値範囲の間における任意の数値を設定することができる。本実施形態においては、箔M fの厚みとして、5（ μm ）以下を「薄い」、5（ μm ）より大きく15（ μm ）以下を「中」、15（ μm ）

m) より大きいものを「厚い」と区分する。従って、ユーザは、データ作成装置 7 の入力操作部 7 6 を用いて、情報設定ウィンドウ 8 0 の箔厚設定部 8 3 を操作することで、セラミックマーキング加工に使用される箔 M f の厚みを、作成条件を構成する箔情報の一つとして設定し得る。箔 M f の厚みが大きい程、箔 M f を構成する金属を溶融させ、セラミック製のワーク W 表面と結合させる為に、より大きな必要なエネルギー量が必要となる為、箔厚設定部 8 3 で箔情報を受け付けることで、より適切なマーキング条件を特定することができる。

[0091] 加工品質設定部 8 4 は、作成条件として、セラミックマーキング加工の加工品質と、セラミックマーキング加工におけるマーキング加工実行工程に関する所要時間との何れを、どの程度優先するかを入力・設定する際に用いられ、所謂、スライダによって構成されている。本実施形態におけるセラミックマーキング加工では、加工品質を高め、綺麗にマーキングしようとする、加工に関する所要時間が増大し、加工に関する所要時間を短くし、速く加工しようとする、加工品質の低下を招く傾向にある。従って、ユーザは、データ作成装置 7 の入力操作部 7 6 を用いて、情報設定ウィンドウ 8 0 の加工品質設定部 8 4 を操作することで、セラミックマーキング加工における加工品質と所要時間の優先度を、作成条件の一つとして設定し得る。

[0092] そして、自動生成ボタン 8 5 は、箔材質設定部 8 2、箔厚設定部 8 3、加工品質設定部 8 4 を用いて受け付けた各作成条件に関する情報と、推奨条件データベース（図 7 参照）に基づいて、セラミックマーキング加工に際して、箔 M f の構成を含む諸条件から推奨される各種条件（例えば、パルスレーザ L の出力強度、パルスレーザ L の走査速度、パルスレーザ L の走査回数と、パルスレーザ L の周波数と、パルスレーザ L のパルス幅等）を抽出して特定する際に操作される。従って、本実施形態においては、CPU 7 1 は、自動生成ボタン 8 5 の入力操作が行われた時点で、箔材質設定部 8 2、箔厚設定部 8 3、加工品質設定部 8 4 に入力された内容を受け付け、作成条件として RAM 7 2 に格納する。

- [0093] 図6に示すように、マーキング条件設定部90は、出力強度設定部91と、走査速度設定部92と、走査回数設定部93と、周波数設定部94と、パルス幅設定部95と、条件編集ボタン96と、条件設定ボタン97とを有しており、作成条件設定部81で受け付けた作成条件に従って特定された各推奨マーキング条件の提示や、各マーキング条件の編集に用いられる。
- [0094] 出力強度設定部91は、セラミックマーキング加工のマーキング実行工程におけるマーキング条件の一つとして、箔Mf及びワークW表面に照射されるパルスレーザLの出力強度の設定を行う際に用いられ、テキストボックスを有して構成されている。後述する推奨マーキング条件提示処理(S4)においては、作成条件設定部81で受け付けた作成条件に従って特定された推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザLの出力強度の値が、当該出力強度設定部91のテキストボックス内に提示される。又、マーキング条件編集処理(S6)においては、出力強度設定部91のテキストボックスに対する入力操作を受け付けることで、マーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度の値を編集し得る。
- [0095] 走査速度設定部92は、セラミックマーキング加工のマーキング実行工程におけるマーキング条件の一つとして、加工データにおける加工内容を描画する際のパルスレーザLの走査速度の設定を行う際に用いられ、テキストボックスを有して構成されている。後述する推奨マーキング条件提示処理(S4)においては、作成条件設定部81で受け付けた作成条件に従って特定された推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザLの走査速度の値が、当該走査速度設定部92のテキストボックス内に提示される。又、マーキング条件編集処理(S6)においては、走査速度設定部92のテキストボックスに対する入力操作を受け付けることで、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度の値を編集し得る。
- [0096] 走査回数設定部93は、セラミックマーキング加工のマーキング実行工程におけるマーキング条件の一つとして、加工データにおける加工内容を描画する際のパルスレーザLの走査回数の設定を行う際に用いられ、テキストボ

ックスを有して構成されている。後述する推奨マーキング条件提示処理（Ｓ４）においては、作成条件設定部８１で受け付けた作成条件に従って特定された推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザＬの走査回数の値が、当該走査回数設定部９３のテキストボックス内に提示される。又、マーキング条件編集処理（Ｓ６）においては、走査回数設定部９３のテキストボックスに対する入力操作を受け付けることで、マーキング条件としてのパルスレーザＬの走査回数の値を編集し得る。

[0097] 周波数設定部９４は、セラミックマーキング加工のマーキング実行工程におけるマーキング条件の一つとして、加工データにおける加工内容を描画する際のパルスレーザＬの周波数の設定を行う際に用いられ、テキストボックスを有して構成されている。後述する推奨マーキング条件提示処理（Ｓ４）においては、作成条件設定部８１で受け付けた作成条件に従って特定された推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザＬの周波数の値が、当該周波数設定部９４のテキストボックス内に提示される。又、マーキング条件編集処理（Ｓ６）においては、周波数設定部９４のテキストボックスに対する入力操作を受け付けることで、マーキング条件としてのパルスレーザＬの周波数の値を編集し得る。

[0098] パルス幅設定部９５は、セラミックマーキング加工のマーキング実行工程におけるマーキング条件の一つとして、加工データにおける加工内容を描画する際のパルスレーザＬのパルス幅の設定を行う際に用いられ、テキストボックスを有して構成されている。後述する推奨マーキング条件提示処理（Ｓ４）においては、作成条件設定部８１で受け付けた作成条件に従って特定された推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザＬのパルス幅の値が、当該パルス幅設定部９５のテキストボックス内に提示される。又、マーキング条件編集処理（Ｓ６）においては、パルス幅設定部９５のテキストボックスに対する入力操作を受け付けることで、マーキング条件としてのパルスレーザＬのパルス幅の値を編集し得る。

[0099] 条件編集ボタン９６は、作成条件設定部８１で受け付けた作成条件に従っ

て特定された各推奨マーキング条件の値を編集する際に、入力操作部 76 を用いて操作される。そして、条件設定ボタン 97 は、作成条件設定部 81 で受け付けた作成条件に従って特定された各推奨マーキング条件の値を了承して、推奨マーキング条件からなる加工データを作成する際に、入力操作部 76 を用いて操作される。

[0100] 従って、作成条件受付処理（S2）においては、CPU71は、情報設定ウィンドウ80の作成条件設定部81に対する入力操作を受け付ける。そして、作成条件設定部81を構成する箔材質設定部82、箔厚設定部83、加工品質設定部84に対する入力を受け付けた状態で、自動生成ボタン85が入力されると、CPU71は、箔材質設定部82～加工品質設定部84に入力された各作成条件を、RAM72に格納して、S3に処理を移行する。

[0101] S3では、CPU71は、推奨マーキング条件特定処理を実行して、作成条件設定部81を構成する箔材質設定部82、箔厚設定部83、加工品質設定部84で受け付けた各作成条件（箔情報を含む）と、推奨条件データベース（図7参照）に基づいて、セラミックマーキング加工に用いる箔Mfの構成（材質及び厚み）等に応じた推奨マーキング条件を特定する。推奨マーキング条件を特定した後、CPU71は、S4に処理を移行する。

[0102] （推奨条件データベースの内容）

ここで、S3において、推奨マーキング条件を特定する際に参照される推奨条件データベースの内容について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0103] 図7に示すように、推奨条件データベースは、箔情報（箔Mfの材質を示す情報、箔Mfの厚みを示す情報）、セラミックマーキング加工の加工品質に関する情報を夫々含む一群の作成条件（以下、作成条件群）に対して、推奨されるマーキング条件（パルスレーザLの出力強度に関する情報、パルスレーザLの走査速度に関する情報、パルスレーザLの走査回数に関する情報、パルスレーザLの周波数に関する情報、パルスレーザLのパルス幅に関する情報）を夫々含む一群の推奨マーキング条件を対応付けて構成されている。

[0104] 当該推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が低い（0.1以下）を示す「材質（A）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの出力強度の情報として、5.0W、10.0W、15.0Wを示す情報が対応付けられており、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査速度に関する情報として、10mm/sec、100mm/sec、200mm/secを示す情報が対応付けられている。又、「材質（A）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査回数の情報として、2回、4回、5回を示す情報が対応付けられている。

[0105] そして、当該推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中（0.1より大きく0.3未満）を示す「材質（B）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの出力強度の情報として、2.0W、3.5W、5.0Wを示す情報が対応付けられており、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査速度に関する情報として、50mm/sec、250mm/sec、500mm/secを示す情報が対応付けられている。又、「材質（B）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査回数の情報として、1回、2回、3回を示す情報が対応付けられている。

[0106] 更に、当該推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が高い（0.3以上）を示す「材質（C）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの出力強度の情報として、0.5W、1.0W、2.0Wを示す情報が対応付けられており、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査速度に関する情報として、200mm/sec、500mm/sec、1000mm/secを示す情報が対応付けられている。又、「材質（A）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査回数の情報として、1回、2回、3回を示す情報が対応付けられている。

[0107] 上述したように、セラミックマーキング加工においては、箔Mfを構成す

る金属を溶融する必要がある為、箔M f の材質及びパルスレーザL の波長に対する箔M f の光吸収率に留意する必要がある。この点、推奨条件データベースにおいては、パルスレーザL の波長に対する箔M f の光吸収率及び材質に対して、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザL の出力強度、走査速度、走査回数を対応付けている為、適切なマーキング条件を特定することができる。尚、図7には図示されていないが、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザL のパルス幅等の他のマーキング条件についても、パルスレーザL の波長に対する箔M f の光吸収率に対して、推奨される内容（数値）が対応付けられている。

[0108] 従って、推奨マーキング条件特定処理を実行して、（S3）においては、CPU71は、作成条件設定部81を構成する箔材質設定部82、箔厚設定部83、加工品質設定部84で受け付けた各作成条件（箔情報を含む）と、推奨条件データベース（図7参照）を参照して、セラミックマーキング加工に用いる箔M f の構成（材質及び厚み）等に応じた推奨マーキング条件を特定する。

[0109] 上述したように、推奨条件データベースにおいては、箔M f の材質（「材質（A）」「材質（B）」「材質（C）」…）及び材質から特定される光吸収率に対して、所定の数値範囲に属する各推奨マーキング条件が対応付けられている。従って、推奨マーキング条件特定処理（S3）では、CPU71は、箔材質設定部82で受け付けた情報（即ち、箔M f の材質及び光吸収率）に対応するマーキング条件を特定することができる。

[0110] 又、図7に示すように、推奨条件データベースでは、箔厚設定部83で受け付けた箔M f の厚みが大きい程、推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザL の出力強度が大きな値を示すように対応付けられている。従って、推奨マーキング条件特定処理（S3）では、CPU71は、箔厚設定部83で受け付けた箔M f の厚みが大きい程、パルスレーザL の出力強度に関する推奨マーキング条件を、箔材質設定部82で受け付けた情報（即ち、箔M f の材質及び光吸収率）によって特定される数値範囲の内、大きな値を示すも

のに特定することができる。

[0111] 更に、推奨条件データベースにおいては、作成条件として受け付けた加工品質に関する情報（図7中、「綺麗」「中」「速い」）に対して、推奨マーキング条件であるパルスレーザLの走査速度として、それぞれ異なる値を示す情報が対応付けられており、高い加工品質（即ち、「綺麗」）である程、パルスレーザLの走査速度の値が小さくなるように対応付けられている（図7参照）。従って、推奨マーキング条件特定処理（S3）では、CPU71は、加工品質設定部84で受け付けた加工品質に応じて、パルスレーザLの走査速度に関する推奨マーキング条件を、箔材質設定部82で受け付けた情報（即ち、箔Mfの材質及び光吸収率）によって特定される数値範囲の内で適切なものに特定することができる。

[0112] 図5に戻り、加工データ作成処理プログラムのS4以降の処理について説明する。推奨マーキング条件特定処理（S3）を終了してS4に移行すると、CPU71は、推奨マーキング条件提示処理を実行し、情報設定ウィンドウ80のマーキング条件設定部90を用いて、推奨マーキング条件特定処理（S3）で特定された各推奨マーキング条件を提示する。具体的には、CPU71は、推奨マーキング条件特定処理（S3）で特定した各推奨マーキング条件（例えば、パルスレーザLの出力強度に関する情報等）をRAM72から読み出し、マーキング条件設定部90を構成する出力強度設定部91～パルス幅設定部95の各テキストボックスに、各推奨マーキング条件に係る数値を表示する。その後、CPU71は、S5に処理を移行する。

[0113] S5においては、CPU71は、入力操作部76の操作信号に基づいて、推奨マーキング条件での加工が了承されたか否かを判断する。具体的には、CPU71は、入力操作部76を用いて、情報設定ウィンドウ80における条件設定ボタン97に対する操作が行われたか否かを判断する。推奨マーキング条件での加工が了承された場合（S5：YES）、CPU71は、S7に処理を移行する。一方、条件編集ボタン96に対する操作が行われ、推奨マーキング条件での加工が了承されていない場合（S5：NO）、CPU7

1 は、S 6 に処理を移行する。

[0114] S 6 に移行すると、CPU 7 1 は、マーキング条件編集処理を実行して、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの出力強度、パルスレーザLの走査速度、パルスレーザLの走査回数、パルスレーザLの周波数、パルスレーザLのパルス幅を示す数値を、夫々ユーザ所望の数値とする編集操作を受け付ける。具体的には、CPU 7 1 は、入力操作部 7 6 の操作信号に基づいて、出力強度設定部 9 1 ～パルス幅設定部 9 5 における各テキストボックスに対する入力操作を受け付けることで、セラミックマーキング加工におけるマーキング条件を編集する。そして、マーキング条件編集処理（S 6）において、条件設定ボタン 9 7 に対する入力操作が行われると、CPU 7 1 は、各マーキング条件の内容を確定して、RAM 7 2 に格納し、S 7 に処理を移行する。

[0115] S 7 では、CPU 7 1 は、加工データ作成処理を実行して、セラミックマーキング加工に関する加工データを作成する。具体的には、CPU 7 1 は、推奨マーキング条件特定処理（S 3）で特定された各推奨マーキング条件、又は、マーキング条件編集処理（S 6）で編集された各マーキング条件の何れかを、RAM 7 2 から読み出し、セラミックマーキング加工によってワークW表面に描画される加工内容と共に、セラミックマーキング加工に関する加工データを作成する。その後、CPU 7 1 は、加工データ作成処理プログラムを終了する。

[0116] 尚、加工データ作成処理（S 7）を終了した時点で、作成した加工データを、加工実行指示と共に、レーザコントローラ 5 へ出力してもよい。この場合、加工実行指示及び加工データを受信すると、レーザコントローラ 5 のCPU 6 1 は、受信した加工データに従って、レーザドライバ 5 1 及びガルバノドライバ 5 7 を制御する。これにより、本実施形態に係るレーザ加工装置 1 によれば、箔M f 及びワークWに対してパルスレーザLが照射され、セラミックマーキング加工のマーキング実行工程が行われる。この点、加工データ作成処理（S 7）を終了した時点では、作成した加工データをHDD 7 5

等の記憶装置に格納しておく構成とすることも可能である。

[0117] セラミックマーキングモードでない場合（S 1）に移行するS 8では、CPU 7 1は、その他の処理を実行し、セラミックマーキング加工に係る加工データの生成に関する処理（S 2～S 7）を除いた種々の処理を行う。当該その他の処理（S 8）においては、CPU 7 1は、例えば、通常のマーキング加工に係る加工データの作成処理等を実行する。その他の処理を終了すると、CPU 7 1は、加工データ作成処理プログラムを終了する。

[0118] （加工データ作成処理プログラムに従って設定される推奨マーキング条件に対する評価）

上述したように、本実施形態に関するデータ作成装置 7 等によれば、情報設定ウィンドウ 8 0 の作成条件設定部 8 1 により受け付けた箔 M f の材質、箔 M f の厚みを含む箔情報と、HDD 7 5 内の推奨条件データベースに基づいて、箔 M f の構成（材質、厚み）に対応する推奨マーキング条件を特定して（S 3）、セラミックマーキング加工に関する加工データを作成し得る（S 7）。

[0119] ここで、加工データ作成処理プログラムによって作成された加工データに含まれるマーキング条件が、箔 M f の構成に対応する推奨マーキング条件であるか否かを、図 8～図 1 1 に示す種々の実験結果に基づいて検証する。本実施形態において、推奨マーキング条件は、箔 M f の構成に対応しており、当該箔 M f を用いたセラミックマーキング加工について、良好な加工結果を得られるマーキング条件を意味する。

[0120] 以下の説明におけるセラミックマーキング加工実験は、四角形の内側を塗り潰して構成されるマークと、当該マークの下方に配置された横書きの「1 2 3」の文字列とからなる加工内容を、箔 M f を用いたセラミックマーキング加工によってワーク W 表面上に描画して行われている（図 8 参照）。

[0121] この時、箔 M f の材質や、パルスレーザ L の出力強度、パルスレーザ L の走査速度、パルスレーザ L の走査回数等のマーキング条件を、適宜設定することによって、所定の構成の箔 M f を用いたセラミックマーキング加工に対

して、一のマーキング条件が与える影響を評価し、当該セラミックマーキング加工の加工結果に関して、推奨される一のマーキング条件の数値範囲を特定している。当該セラミックマーキング加工実験においては、セラミックマーキング加工の加工結果の視認性に重きをおき、当該セラミックマーキング加工の加工結果を、所定の評価基準に従って、三段階（即ち、「○」「△」「×」）に区分して目視評価している。

[0122] 図8に示すように、目視評価「○」は、セラミックマーキング加工の加工結果が良好である旨の評価であり、目視評価「○」に係る評価基準は、加工内容におけるマーク及び文字列の何れについても、ワークW表面上に描画されていることである。図8に示す各加工結果の場合、パルスレーザLの出力強度が12W、8W、5Wである3つの加工結果において、マーク及び文字列の何れも描画されている為、これらの3つの加工結果は、目視評価「○」として評価される。

[0123] 一方、目視評価「×」は、セラミックマーキング加工の加工結果が不良である旨の評価であり、目視評価「×」に係る評価基準は、加工内容におけるマーク及び文字列の何れについても、ワークW表面上に全く描画されていないことである。図8に示す各加工結果の場合、パルスレーザLの出力強度が2Wである加工結果において、マーク及び文字列の何れも描画されていない為、この加工結果は、目視評価「×」として評価される。

[0124] そして、目視評価「△」は、セラミックマーキング加工の加工結果が目視評価「○」と目視評価「×」との間である旨の評価であり、目視評価「△」に係る評価基準は、例えば、加工内容におけるマーク又は文字列の何れかについて、描画不良が生じていることである。図8に示す各加工結果において、パルスレーザLの出力強度が4Wである加工結果では、「123」の文字列は、ワークW表面上に描画されているが、マーク上部が描画されていない為、この加工結果は、目視評価「△」として評価される。又、パルスレーザLの出力強度が3Wである加工結果では、マークが一部欠落した状態で描画されており、「123」の文字列がワークW表面上に全く描画されていない

為、この加工結果は、目視評価「△」として評価される。

[0125] 以下、このような評価基準に従った目視評価に基づくセラミックマーキング加工実験によって、所定の構成の箔M fを用いたセラミックマーキング加工の加工結果に関し、一のマーキング条件が与える影響を評価し、当該セラミックマーキング加工の加工結果に関して、推奨される一のマーキング条件の数値範囲を特定する。

[0126] (光吸収率の低い材質の箔を用いた場合におけるマーキング条件が与える影響)

先ず、光吸収率の低い材質で構成された箔M fを用いたセラミックマーキング加工の加工結果に対して、各マーキング条件が与える影響について、図9を参照しつつ検証する。本実施形態においては、光吸収率の低い材質とは、光吸収率が0.1以下を示す材質を意味し、例えば、材質(A)を挙げることができる。図9(A)～図9(C)に示す実験では、光吸収率が0.1以下を示す材質で構成される箔M fを用いて、セラミックマーキング加工を行い、パルスレーザLの出力強度、走査速度、走査回数の夫々が及ぼす影響を検証している。

[0127] 図9(A)に示す実験結果は、光吸収率が0.1以下を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの出力強度を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの出力強度は、7段階に変更しているが、パルスレーザLの走査速度は、50mm/sec、パルスレーザLの走査回数は、2回というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0128] この実験結果において、パルスレーザLの出力強度が20W、12W、8W、4.6Wである各加工結果は、目視評価「○」と評価され、4W、3Wである加工結果は、目視評価「△」と、2Wである加工結果は、目視評価「×」と評価されている(図9(A)参照)。これにより、吸収率が0.1以下を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度に関し、良好な加工結果を

得る為に推奨される数値範囲は、図9（A）の実験結果に基づいて、4.6 W～20 Wに特定される。

[0129] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が低い（0.1以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群には、パルスレーザLの出力強度の情報として、4.6 W～20 Wの数値範囲に属する5.0 W、10.0 W、15.0 Wを示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が低い（0.1以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群には、図9（A）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度に相当することがわかる。

[0130] 図9（B）に示す実験結果は、光吸収率が0.1以下を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの走査速度を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの走査速度は、7段階に変更しているが、パルスレーザLの出力強度は、5 W、パルスレーザLの走査回数は、2回というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0131] この実験結果において、パルスレーザLの走査速度が10 mm/sec、20 mm/sec、40 mm/sec、80 mm/sec、100 mm/sec、200 mm/secである各加工結果は、目視評価「○」と評価され、400 mm/secである加工結果は、目視評価「×」と評価されている（図9（B）参照）。これにより、吸収率が0.1以下を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図9（B）の実験結果に基づいて、10 mm/sec～200 mm/secに特定される。

[0132] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長

に対する箔M f の光吸収率が低い（0.1以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群には、パルスレーザLの走査速度に関する情報として、10 mm/sec以上200 mm/sec以下の数値範囲に属する10 mm/sec、100 mm/sec、200 mm/secを示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔M f の光吸収率が低い（0.1以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群には、図9（B）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度に相当することがわかる。

[0133] 図9（C）に示す実験結果は、光吸収率が0.1以下を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの走査回数を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの走査回数は、7段階に変更しているが、パルスレーザLの出力強度は、5 W、パルスレーザLの走査速度は、50 mm/secというように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0134] この実験結果において、パルスレーザLの走査回数が2回、3回、4回、5回の各加工結果は、目視評価「○」と評価され、1回、6回である加工結果は、目視評価「△」と、7回である加工結果は、目視評価「×」と評価されている（図9（C）参照）。これにより、吸収率が0.1以下を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査回数に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図9（C）の実験結果に基づいて、2回～5回に特定される。

[0135] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔M f の光吸収率が低い（0.1以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群には、パルスレーザLの走査回数の情報として、2回以上5回以下の数値範囲に属する2回、4回、5回を示す情報が対応付けられている

。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔M fの光吸収率が低い（0.1以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群には、図9（C）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの走査回数に相当することがわかる。

[0136] （光吸収率が中である材質の箔を用いた場合におけるマーキング条件が与える影響）

次に、光吸収率が中である材質で構成された箔M fを用いたセラミックマーキング加工の加工結果に対して、各マーキング条件が与える影響について、図10を参照しつつ検証する。本実施形態においては、光吸収率が中である材質とは、光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す材質を意味し、例えば、材質（B）を挙げることができる。図10（A）～図10（C）に示す実験では、光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す材質で構成される箔M fを用いて、セラミックマーキング加工を行い、パルスレーザLの出力強度、走査速度、走査回数の夫々が及ぼす影響を検証している。

[0137] 図10（A）に示す実験結果は、光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの出力強度を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの出力強度は、6段階に変更しているが、パルスレーザLの走査速度は、50mm/sec、パルスレーザLの走査回数は、2回というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0138] この実験結果において、パルスレーザLの出力強度が5W、4W、3W、2Wである各加工結果は、目視評価「○」と評価され、1Wである加工結果は、目視評価「△」と、10Wである加工結果は、目視評価「×」と評価されている（図10（A）参照）。これにより、吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工におい

て、マーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図10(A)の実験結果に基づいて、2W～5Wに特定される。

[0139] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中(0.1より大きく0.3未満を示す)である「材質(B)」に係る作成条件群には、パルスレーザLの出力強度の情報として、2W～5Wの数値範囲に属する2.0W、3.5W、5.0Wを示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中(0.1より大きく0.3未満を示す)である「材質(B)」に係る作成条件群には、図10(A)の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度に相当することがわかる。

[0140] 図10(B)に示す実験結果は、光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの走査速度を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの走査速度は、7段階に変更しているが、パルスレーザLの出力強度は、4W、パルスレーザLの走査回数は、2回というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0141] この実験結果において、パルスレーザLの走査速度が、50mm/sec、100mm/sec、200mm/sec、300mm/sec、500mm/secである各加工結果は、目視評価「○」と評価され、20mm/secである加工結果は、目視評価「△」と、700mm/secである加工結果は、目視評価「×」と評価されている(図10(B)参照)。これにより、吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、

図10(B)の実験結果に基づいて、 $50\text{ mm/sec} \sim 500\text{ mm/sec}$ に特定される。

[0142] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中(0.1より大きく0.3未満を示す)である「材質(B)」に係る作成条件群には、パルスレーザLの走査速度に関する情報として、 50 mm/sec 以上 500 mm/sec 以下の数値範囲に属する 50 mm/sec 、 250 mm/sec 、 500 mm/sec を示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中(0.1より大きく0.3未満を示す)である「材質(B)」に係る作成条件群には、図10(B)の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度に相当することがわかる。

[0143] 図10(C)に示す実験結果は、光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの走査回数を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの走査回数は、5段階に変更しているが、パルスレーザLの出力強度は、4W、パルスレーザLの走査速度は、 50 mm/sec というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0144] この実験結果において、パルスレーザLの走査回数が1回、2回、3回の各加工結果は、目視評価「○」と評価され、4回である加工結果は、目視評価「△」と、5回である加工結果は、目視評価「×」と評価されている(図10(C)参照)。これにより、吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査回数に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図10(C)の実験結果に基づいて、1回～3回に特定される。

[0145] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中（0.1より大きく0.3未満を示す）である「材質（B）」に係る作成条件群には、パルスレーザLの走査回数の情報として、1回以上3回以下の数値範囲に属する1回、2回、3回を示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中（0.1より大きく0.3未満を示す）である「材質（B）」に係る作成条件群には、図10（C）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの走査回数に相当することがわかる。

[0146] （光吸収率が高い材質の箔を用いた場合におけるマーキング条件が与える影響）

続いて、光吸収率が高い材質で構成された箔Mfを用いたセラミックマーキング加工の加工結果に対して、各マーキング条件が与える影響について、図11を参照しつつ検証する。本実施形態においては、光吸収率が高い材質とは、光吸収率が0.3以上を示す材質を意味し、例えば、材質（C）を挙げることができる。図11（A）～図11（C）に示す実験では、光吸収率が0.3以上を示す材質で構成される箔Mfを用いて、セラミックマーキング加工を行い、パルスレーザLの出力強度、走査速度、走査回数の夫々が及ぼす影響を検証している。

[0147] 図11（A）に示す実験結果は、光吸収率が0.3以上を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの出力強度を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの出力強度は、6段階に変更しているが、パルスレーザLの走査速度は、1000mm/sec、パルスレーザLの走査回数は、1回というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0148] この実験結果において、パルスレーザLの出力強度が2W、1W、0.5

Wである各加工結果は、目視評価「○」と評価され、5 W、4 W、3 Wである加工結果は、目視評価「×」と評価されている（図 1 1（A）参照）。これにより、吸収率が0.3以上を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図 1 1（A）の実験結果に基づいて、0.5 W～2 Wに特定される。

[0149] 一方、図 7 に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔M fの光吸収率が高い（0.3以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群には、パルスレーザLの出力強度の情報として、0.5 W～2 Wの数値範囲に属する0.5 W、1.0 W、2.0 Wを示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔M fの光吸収率が高い（0.3以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群には、図 1 1（A）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの出力強度に相当することがわかる。

[0150] 図 1 1（B）に示す実験結果は、光吸収率が0.3以上を示す所定材質の箔M fを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの走査速度を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの走査速度は、7段階に変更しているが、パルスレーザLの出力強度は、1 W、パルスレーザLの走査回数は、1回というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0151] この実験結果において、パルスレーザLの走査速度が、100 mm/sec、200 mm/sec、500 mm/sec、1000 mm/secである各加工結果は、目視評価「○」と評価され、1500 mm/secである加工結果は、目視評価「△」と、50 mm/sec、2000 mm/secである加工結果は、目視評価「×」と評価されている（図 1 1（B）参照）。これにより、吸収率が0.3以上を示す所定材質の箔M fを用いたセラミ

ックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図11（B）の実験結果に基づいて、 $100\text{ mm/sec} \sim 1000\text{ mm/sec}$ に特定される。

[0152] 一方、図7に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が高い（0.3以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群には、パルスレーザLの走査速度に関する情報として、 100 mm/sec 以上 1000 mm/sec 以下の数値範囲に属する 200 mm/sec 、 500 mm/sec 、 1000 mm/sec を示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が高い（0.3以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群には、図11（B）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザLの走査速度に相当することがわかる。

[0153] 図11（C）に示す実験結果は、光吸収率が0.3以上を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、パルスレーザLの走査回数を適宜変更した場合の目視評価を示している。尚、実験条件として、パルスレーザLの走査回数は、4段階に変更しているが、パルスレーザLの出力強度は、1W、パルスレーザLの走査速度は、 1000 mm/sec というように所定値としており、その他のマーキング条件も所定値に固定している。

[0154] この実験結果において、パルスレーザLの走査回数が1回、2回、3回の各加工結果は、目視評価「○」と評価され、4回である加工結果は、目視評価「×」と評価されている（図11（C）参照）。これにより、吸収率が0.3以上を示す所定材質の箔Mfを用いたセラミックマーキング加工において、マーキング条件としてのパルスレーザLの走査回数に関し、良好な加工結果を得る為に推奨される数値範囲は、図11（C）の実験結果に基づいて

、 1 回～3 回に特定される。

[0155] 一方、図 7 に示す推奨条件データベースにおいて、パルスレーザ L の波長に対する箔 M f の光吸収率が高い（0.3 以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群には、パルスレーザ L の走査回数の情報として、1 回以上 3 回以下の数値範囲に属する 1 回、2 回、3 回を示す情報が対応付けられている。つまり、推奨条件データベースにおいて、パルスレーザ L の波長に対する箔 M f の光吸収率が高い（0.3 以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群には、図 11（C）の実験結果から特定される数値範囲内に属する情報が対応付けられており、これらの情報は、良好な加工品質を得る為に推奨されるマーキング条件としてのパルスレーザ L の走査回数に相当することがわかる。

[0156] 図 7～図 11 を用いて説明したように、推奨条件データベースは、箔 M f の光吸収率に対して、実験により検証された推奨マーキング条件（例えば、パルスレーザ L の出力強度、走査速度、走査回数）が対応付けられている為、当該データ作成装置 7 等によれば、推奨マーキング条件特定処理（S 3）において、箔 M f の光吸収率に対応する適切な推奨マーキング条件を推奨条件データベースから特定することができ、当該箔 M f の光吸収率に対して適切なセラミックマーキング加工を可能とした加工データを作成できる。

[0157] 以上説明したように、本実施形態に関するデータ作成装置 7、加工データ作成処理プログラム及びデータ作成装置 7 による加工データの作成方法（以下、データ作成装置 7 等）によれば、情報設定ウィンドウ 80 の作成条件設定部 81 により受け付けた箔 M f の材質、箔 M f の厚みを含む箔情報と、HDD 75 内の推奨条件データベースに基づいて、箔 M f の構成（材質、厚み）に対応する推奨マーキング条件を特定して（S 3）、セラミックマーキング加工に関する加工データを作成し得る（S 7）。

[0158] 加工データにおけるマーキング条件としては、パルスレーザ L の出力強度、加工時におけるパルスレーザ L の走査速度、加工時におけるパルスレーザ L の走査回数、パルスレーザ L の周波数、パルスレーザ L のパルス幅を有し

て構成されている為、当該データ作成装置 7 等によれば、これらのマーキング条件を、作成条件設定部 8 1 によって受け付けた箔情報を含む作成条件に応じた内容に特定することができ (S 3)、もって、より簡便な作業で、箔 M f の構成に対応した各マーキング条件を含むセラミックマーキング加工に係る加工データを作成し得る。そして、当該加工データは、ワーク W 表面上に配置された金属製の箔 M f に対して、前記ワーク W の反対側からレーザ加工装置 1 のパルスレーザ L を照射することによって前記ワーク W 表面に加工を施すセラミックマーキング加工 (図 4 参照) に際し、前記レーザ加工装置 1 を動作させる為、セラミックマーキング加工における加工品質を向上させることができる。

[0159] 図 7 に示すように、推奨条件データベースにおいては、箔 M f の材質 (「材質 (A)」「材質 (B)」「材質 (C)」…) 及び箔 M f の材質から特定される光吸収率に対して、所定の数値範囲に属する各推奨マーキング条件が対応付けられている。従って、推奨マーキング条件特定処理 (S 3) では、CPU 7 1 は、箔材質設定部 8 2 で受け付けた情報 (即ち、箔 M f の材質及び光吸収率) に対応するマーキング条件を特定することができる。

[0160] パルスレーザ L の波長に対する箔 M f の光吸収率は、パルスレーザ L による箔 M f 及びワーク W に対する入熱量に影響し、もって、セラミックマーキング加工の加工品質に対して影響を及ぼす。従って、当該データ作成装置 7 等によれば、推奨条件データベースを参照して、当該箔 M f の光吸収率に対応付けられた前記推奨マーキング条件を特定することで、より簡便な作業で、箔 M f の光吸収率に対応した推奨マーキング条件を含むセラミックマーキング加工に関する加工データを作成し得る。そして、当該加工データによって、前記レーザ加工装置 1 を動作させる為、セラミックマーキング加工における加工品質を向上させることができる。

[0161] 図 7、図 9 に示すように、当該推奨条件データベースにおいて、パルスレーザ L の波長に対する箔 M f の光吸収率が低い (0.1 以下) を示す「材質 (A)」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレー

ザLの出力強度の情報として、4.6W～20Wの数値範囲に属する5.0W、10.0W、15.0Wを示す情報が対応付けられており、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査速度に関する情報として、10mm/sec以上200mm/sec以下の数値範囲に属する10mm/sec、100mm/sec、200mm/secを示す情報が対応付けられている。又、「材質（A）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査回数の情報として、2回以上5回以下の数値範囲に属する2回、4回、5回を示す情報が対応付けられている（図7、図9参照）。

[0162] 従って、当該データ作成装置7等によれば、推奨マーキング条件特定処理（S3）において、箔Mfの光吸収率が0.1以下を示す箔Mfを用いる場合における適切な推奨マーキング条件を推奨条件データベースから特定することができ、当該箔Mfの光吸収率に対して適切なセラミックマーキング加工を可能とした加工データを作成できる。

[0163] そして、図7、図10に示すように、当該推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔Mfの光吸収率が中（0.1より大きく0.3未満）を示す「材質（B）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの出力強度の情報として、2W～5Wの数値範囲に属する2.0W、3.5W、5.0Wを示す情報が対応付けられており、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査速度に関する情報として、50mm/sec以上500mm/sec以下の数値範囲に属する50mm/sec、250mm/sec、500mm/secを示す情報が対応付けられている。又、「材質（B）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査回数の情報として、1回以上3回以下の数値範囲に属する1回、2回、3回を示す情報が対応付けられている（図7、図10参照）。

[0164] 従って、当該データ作成装置7等によれば、推奨マーキング条件特定処理（S3）において、箔Mfの光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す

箔M f を用いる場合における適切な推奨マーキング条件を推奨条件データベースから特定することができ、当該箔M f の光吸収率に対して適切なセラミックマーキング加工を可能とした加工データを作成できる。

[0165] 更に、図7、図11に示すように、当該推奨条件データベースにおいて、パルスレーザLの波長に対する箔M f の光吸収率が高い（0.3以上）を示す「材質（C）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの出力強度の情報として、0.5W～2Wの数値範囲に属する0.5W、1.0W、2.0Wを示す情報が対応付けられており、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査速度に関する情報として、100mm/sec以上1000mm/sec以下の数値範囲に属する200mm/sec、500mm/sec、1000mm/secを示す情報が対応付けられている。又、「材質（C）」に係る作成条件群には、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザLの走査回数の情報として、1回以上3回以下の数値範囲に属する1回、2回、3回を示す情報が対応付けられている（図7、図11参照）。

[0166] 従って、当該データ作成装置7等によれば、推奨マーキング条件特定処理（S3）において、箔M f の光吸収率が0.3以上を示す箔M f を用いる場合における適切な推奨マーキング条件を推奨条件データベースから特定することができ、当該箔M f の光吸収率に対して適切なセラミックマーキング加工を可能とした加工データを作成できる。

[0167] 図7に示すように、推奨条件データベースでは、箔厚設定部83で受け付けた箔M f の厚みが大きい程、推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザLの出力強度が大きな値を示すように対応付けられている。従って、推奨マーキング条件特定処理（S3）では、CPU71は、箔厚設定部83で受け付けた箔M f の厚みが大きい程、パルスレーザLの出力強度に関する推奨マーキング条件を、箔材質設定部82で受け付けた情報（即ち、箔M f の材質及び光吸収率）によって特定される数値範囲の内、大きな値を示すものに特定することができる。

[0168] ここで、箔M f の厚みは、パルスレーザL による箔M f 及びワークW に対する入熱量に影響し、もって、セラミックマーキング加工の加工品質に対して影響を及ぼす。従って、当該データ作成装置7 等によれば、より簡便な作業で、箔M f の厚みに対応した推奨マーキング条件を含むセラミックマーキング加工に関する加工データを作成し得る。そして、当該加工データによって、前記レーザ加工装置1 を動作させる為、セラミックマーキング加工における加工品質を向上させることができる。

[0169] 更に、推奨条件データベースにおいては、作成条件として受け付けた加工品質に関する情報（図7 中、「綺麗」「中」「速い」）に対して、推奨マーキング条件であるパルスレーザL の走査速度として、それぞれ異なる値を示す情報が対応付けられており、高い加工品質（即ち、「綺麗」）である程、パルスレーザL の走査速度の値が小さくなるように対応付けられている（図7 参照）。従って、推奨マーキング条件特定処理（S 3）では、CPU 7 1 は、加工品質設定部8 4 で受け付けた加工品質に応じて、パルスレーザL の走査速度に関する推奨マーキング条件を、箔材質設定部8 2 で受け付けた情報（即ち、箔M f の材質及び光吸収率）によって特定される数値範囲の内で適切なものに特定することができる。

[0170] ここで、パルスレーザL の走査速度は、パルスレーザL による箔M f 及びワークW に対する単位時間あたりの入熱量に影響し、もって、セラミックマーキング加工の加工品質に対して影響を及ぼす。従って、当該データ作成装置7 等によれば、より簡便な作業で、ユーザ所望の加工品質に対応した推奨マーキング条件を含む加工データを作成し得る。そして、当該加工データによって、前記レーザ加工装置1 を動作させる為、セラミックマーキング加工に関して、所望の加工品質を、レーザ加工装置1 で実現させることができる。

[0171] 尚、上述した実施形態において、データ作成装置7 は、本発明におけるレーザ加工データ作成装置の一例である。そして、レーザ加工装置1 は、本発明におけるレーザ加工装置の一例であり、CPU 7 1、入力操作部7 6、液

晶ディスプレイ 77、情報設定ウィンドウ 80 及び作成条件設定部 81 は、本発明における受付部の一例である。又、HDD 75 は、本発明における記憶部の一例である。そして、制御部 70、CPU 71 は、本発明における推奨条件特定部、制御部の一例である。又、ワーク W は、本発明におけるワークの一例であり、箔 M f は、本発明における箔の一例である。そして、パルスレーザ L は、本発明におけるレーザ光の一例である。

[0172] 以上、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上述した実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変更が可能である。例えば、上述した実施形態においては、箔 M f を用いたマーキング加工の一例として、セラミックマーキング加工を挙げ、セラミックマーキングモードにおけるワーク W の構成材料として、セラミックを挙げていたが、この態様に限定されるものではない。例えば、箔 M f を用いたマーキング加工におけるワーク W の構成材料としては、パルスレーザ L の吸収エネルギーが小さい材料であれば、種々の材料を用いることができ、例えば、陶材、耐熱プラスチック等とすることも可能である。

[0173] 上述した実施形態に係る推奨条件データベースにおいては、パルスレーザ L の波長に対する箔 M f の光吸収率が低い（0.1 以下を示す）「材質（A）」に係る作成条件群に対して、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザ L の出力強度の情報として、4.6 W～20 W の数値範囲に属する 5.0 W、10.0 W、15.0 W を示す情報を対応付けていたが、この態様に限定されるものではなく、4.6 W～20 W の数値範囲に属する他の値を示す情報を対応付けて構成することも可能である。

[0174] 又、上述した実施形態に係る推奨条件データベースにおいては、パルスレーザ L の波長に対する箔 M f の光吸収率が高い（0.3 以上を示す）「材質（C）」に係る作成条件群に対して、推奨マーキング条件を構成するパルスレーザ L の走査速度に関する情報として、100 mm/sec 以上 1000 mm/sec 以下の数値範囲に属する 200 mm/sec、500 mm/sec、1000 mm/sec を示す情報を対応付けていたが、この態様に限

定されるものではなく、 100 mm/sec 以上 1000 mm/sec 以下の数値範囲に属する他の値を示す情報を対応付けて構成することも可能である。

[0175] そして、推奨条件データベースにおいて、作成条件（箔情報）としての箔M fの厚みが小さい程、推奨マーキング条件の一つであるパルスレーザLの走査速度が大きな値を示すように対応付けて構成することも可能である。この場合、推奨マーキング条件特定処理（S3）では、CPU71は、箔厚設定部83で受け付けた箔M fの厚みが小さい程、パルスレーザLの走査速度に関する推奨マーキング条件を、箔材質設定部82で受け付けた情報（即ち、箔M fの材質及び光吸収率）によって特定される数値範囲の内、大きな値を示すものに特定する。

[0176] ここで、箔M fの厚みは、パルスレーザLによる箔M f及びワークWに対する入熱量に影響し、又、パルスレーザLの走査速度は、パルスレーザLによって箔M f及びワークWに対する単位時間あたりの入熱量に影響する為、セラミックマーキング加工の加工品質に対して大きな影響を及ぼす。従って、このように構成すれば、データ作成装置7は、より簡便な作業で、箔M fの厚みに対応した推奨マーキング条件として、パルスレーザLの走査速度を含む加工データを作成し得る。そして、当該加工データによって、前記レーザ加工装置1を動作させることで、セラミックマーキング加工における加工品質を向上させることができる。

符号の説明

[0177]	1	レーザ加工装置
	3	レーザヘッド部
	5	レーザコントローラ
	6	電源ユニット
	7	データ作成装置
	12	レーザ発振ユニット
	19	ガルバノスキャナ

7 0	制御部
7 1	C P U
7 5	H D D
7 6	入力操作部
7 7	液晶ディスプレイ
8 0	情報設定ウィンドウ
8 1	作成条件設定部
8 2	箔材質設定部
8 3	箔厚設定部
9 0	マーキング条件設定部
L	パルスレーザ
W	ワーク
M f	箔

請求の範囲

[請求項1]

ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成するレーザ加工データ作成装置であって、

前記箔の材質及び厚みを含む当該箔の構成を示す箔情報の入力を受け付ける受付部と、

前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の何れかから構成される前記レーザ光による加工条件を、前記箔情報に対して対応付けて記憶する記憶部と、

前記受付部によって受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定する推奨条件特定部と、を有する

ことを特徴とするレーザ加工データ作成装置。

[請求項2]

前記箔情報は、前記箔の光吸収率に関する情報を含み、

前記推奨条件特定部は、

前記受付部により、前記箔情報として、前記箔の光吸収率を特定可能な情報の入力を受け付けた場合に、前記箔情報に基づく当該箔の光吸収率に対応付けられた前記加工条件を、前記記憶部の記憶内容から特定する

ことを特徴とする請求項1記載のレーザ加工データ作成装置。

[請求項3]

前記記憶部は、

照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が0.1以下を示す前記箔情報に対して、4.6W～20Wの数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、10mm/sec以上200mm/sec以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、2回以上5回以

下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶している

ことを特徴とする請求項2記載のレーザ加工データ作成装置。

[請求項4] 前記記憶部は、

照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が0.1より大きく0.3未満を示す前記箔情報に対して、2W～5Wの数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、50mm/sec以上500mm/sec以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、1回以上3回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶している

ことを特徴とする請求項2又は請求項3記載のレーザ加工データ作成装置。

[請求項5] 前記記憶部は、

照射するレーザ光の波長に対する前記箔の光吸収率が0.3以上を示す前記箔情報に対して、0.5W～2Wの数値範囲にあたる前記レーザ光の出力強度と、100mm/sec以上1000mm/sec以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査速度と、1回以上3回以下の数値範囲にあたる前記レーザ光の走査回数とを含む加工条件を対応付けて記憶している

ことを特徴とする請求項2乃至請求項4の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置。

[請求項6] 前記受付部は、前記箔情報として、前記箔の厚みを示す情報の入力を受け付け、

前記推奨条件特定部は、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記箔の厚みが大きい程、前記加工条件における前記レーザ光の出力強度を、前記数値範囲における大きな数値に変更し、前記加工条件を特定する

ことを特徴とする請求項3乃至請求項5の何れかに記載のレーザ加工

データ作成装置。

[請求項7] 前記受付部は、前記レーザ光による加工品質を示す情報の入力を受け付け、

前記推奨条件特定部は、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記レーザ光の加工品質に応じて、前記加工条件における前記レーザ光の走査速度に関する数値範囲から、当該加工品質に対応する前記レーザ光の走査速度を特定して、前記加工条件を特定することを特徴とする請求項3乃至請求項6の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置。

[請求項8] 前記受付部は、前記箔情報として、前記箔の厚みを示す情報の入力を受け付け、

前記推奨条件特定部は、前記受付部によって受け付けられた情報が示す前記箔の厚みが小さい程、前記加工条件における前記レーザ光の走査速度を、前記数値範囲における速い走査速度に変更し、前記加工条件を特定することを特徴とする請求項3乃至請求項7の何れかに記載のレーザ加工データ作成装置。

[請求項9] ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成する制御部と、

前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の何れかから構成される前記レーザ光による加工条件を、前記箔の材質及び厚みを含む当該箔の構成を示す箔情報に対して対応付けて記憶する記憶部と、を有するレーザ加工データ作成装置を、

前記箔情報の入力を受け付ける受付部と、

前記受付部によって受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定する推奨条件特定部

として機能させる為のレーザ加工データ作成装置の制御プログラム。

[請求項10]

ワーク表面上に配置された金属製の箔に対して、前記ワークの反対側からレーザ加工装置のレーザ光を照射することによって前記ワーク表面に加工を施す際に、前記レーザ加工装置を動作させる為のレーザ加工データを作成するレーザ加工データの作成方法であって、

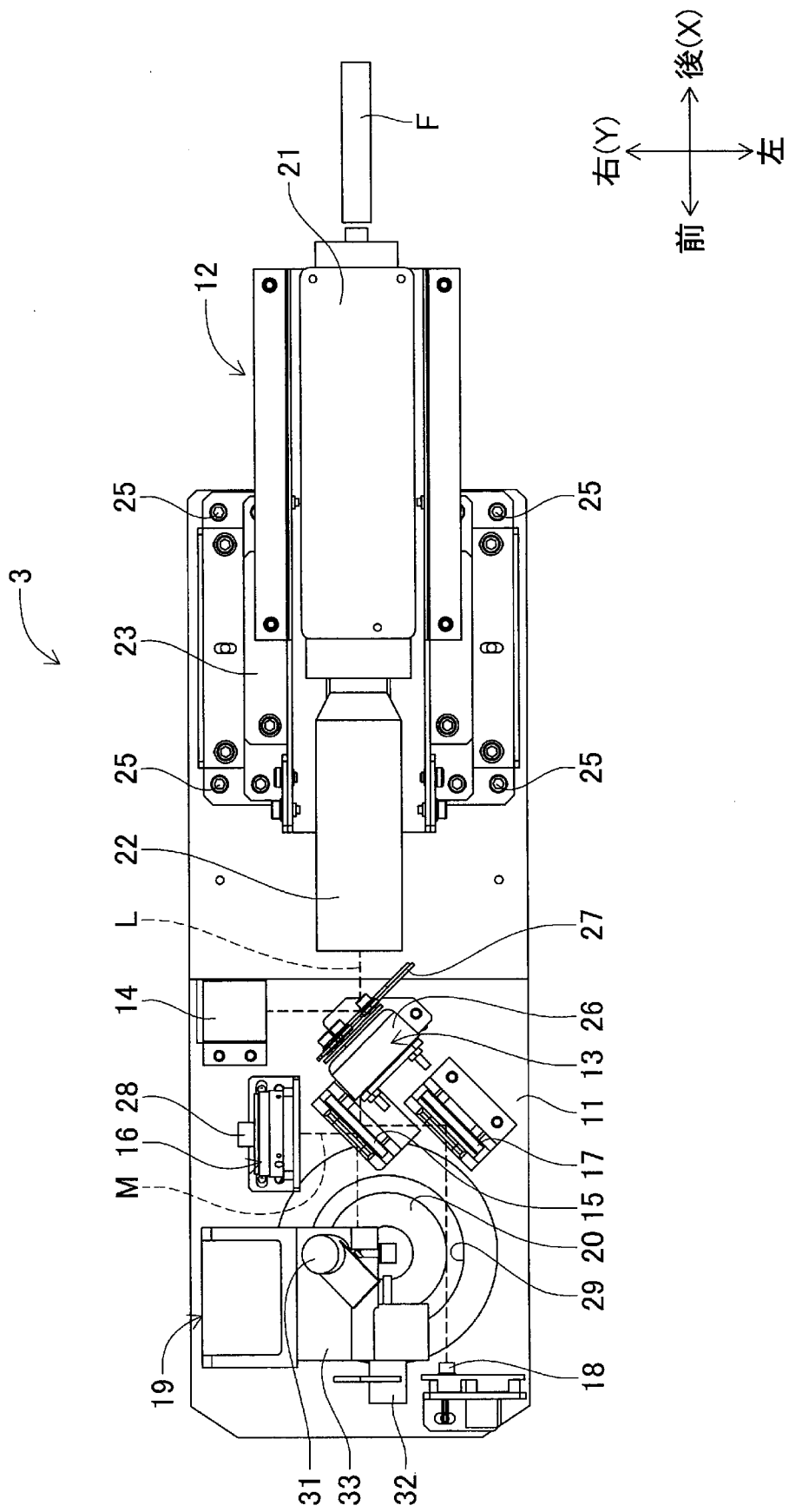
前記レーザ光の出力強度と、加工時における前記レーザ光の走査速度と、加工時における前記レーザ光の走査回数と、前記レーザ光の周波数と、前記レーザ光のパルス幅の何れかから構成される前記レーザ光による加工条件を、前記箔の材質及び厚みを含む当該箔の構成を示す箔情報に対して対応付けて記憶する記憶部を有しており、

前記箔情報の入力を受け付ける受付工程と、

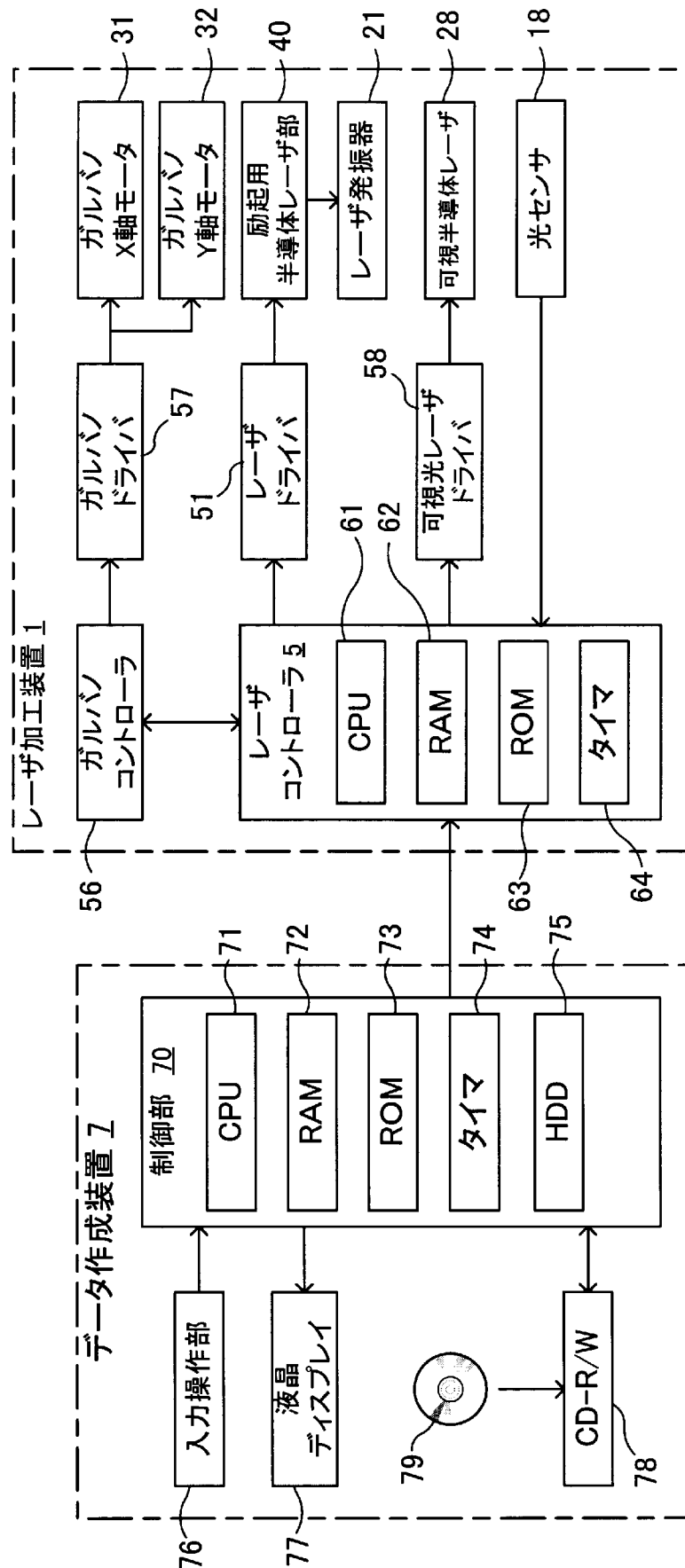
前記受付工程において受け付けた前記箔情報と、前記記憶部の記憶内容に基づいて、当該箔情報に対応する前記加工条件を特定する推奨条件特定工程と、を有する

ことを特徴とするレーザ加工データの作成方法。

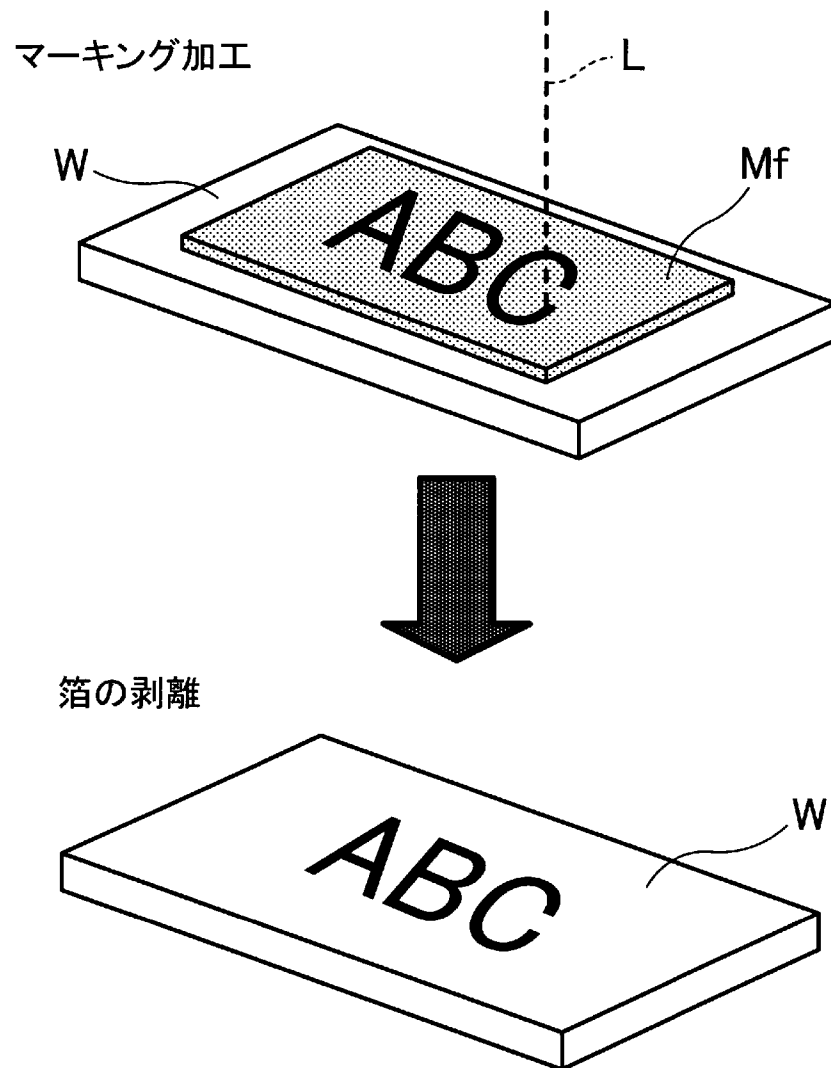
[図2]



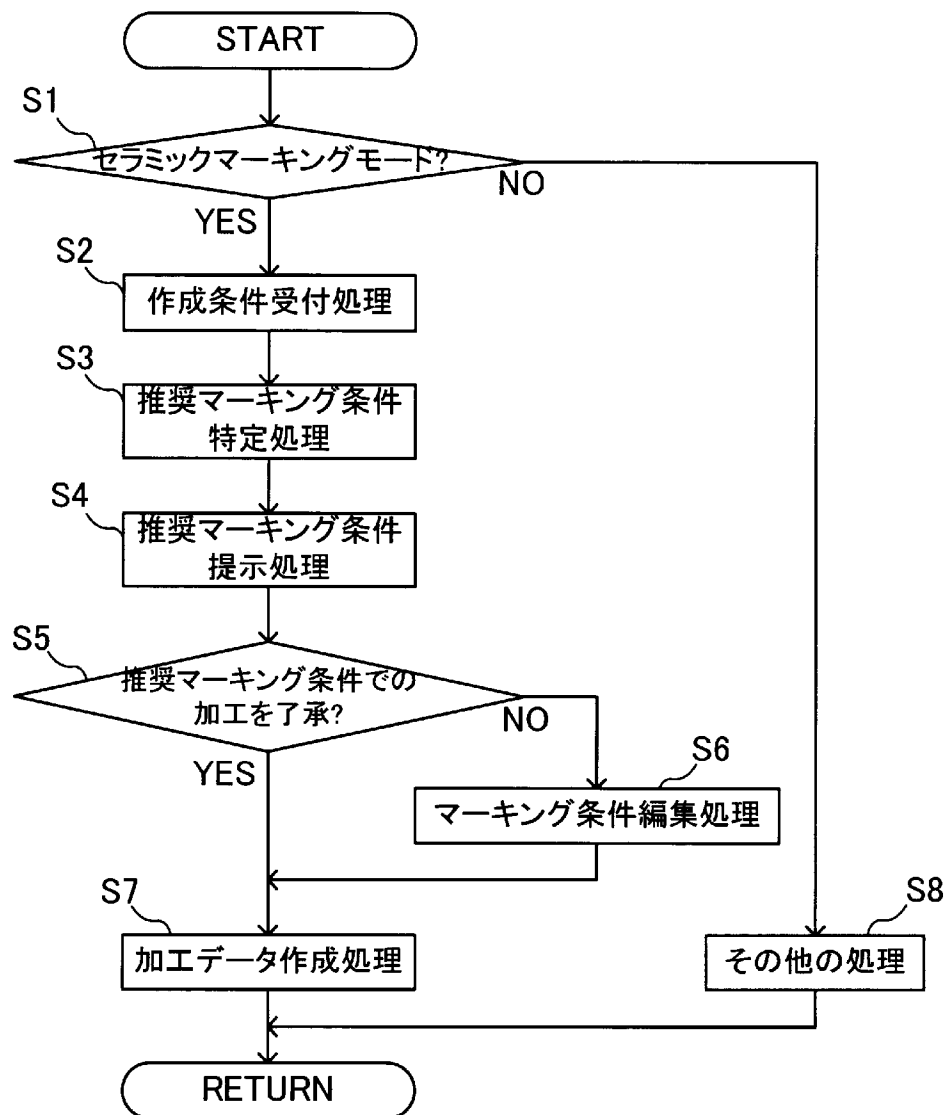
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

80

セラミックマーキング

81 → 作成条件の設定

箔の材質

1. 材質(A)
1. 材質(A)
2. 材質(B)
3. 材質(C)

82

箔の厚み (μm)

薄い 厚い

83

加工品質

綺麗 速い

84

パラメータ自動生成

85

90 → マーキング条件の設定

レーザ出力強度 (W)

91

レーザ走査速度 (mm/s)

92

レーザ走査回数 (回)

93

レーザ周波数 (kHz)

94

レーザパルス幅 (秒)

95

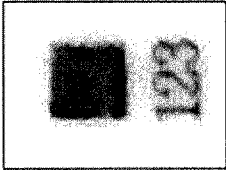
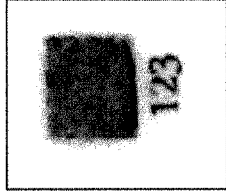
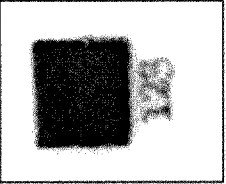
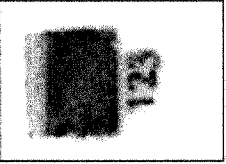
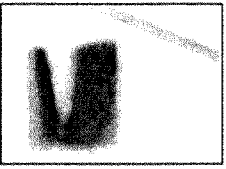
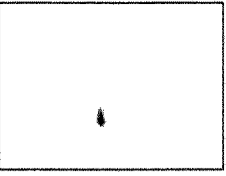
96 この条件を編集

この条件をセット 97

[図7]

箔の材質	箔の厚み	加工品質	出力強度	走査速度	走査回数	...
材質(A)[吸収率 低]	薄(〜5 μ m)	綺麗	5.0(W)	10(mm/s)	2(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	薄(〜5 μ m)	中	5.0(W)	100(mm/s)	2(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	薄(〜5 μ m)	速い	5.0(W)	200(mm/s)	2(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	中(5〜15 μ m)	綺麗	10.0(W)	10(mm/s)	4(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	中(5〜15 μ m)	中	10.0(W)	100(mm/s)	4(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	中(5〜15 μ m)	速い	10.0(W)	200(mm/s)	4(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	厚(15 μ m〜)	綺麗	15.0(W)	10(mm/s)	5(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	厚(15 μ m〜)	中	15.0(W)	100(mm/s)	5(回)	...
材質(A)[吸収率 低]	厚(15 μ m〜)	速い	15.0(W)	200(mm/s)	5(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	薄(〜5 μ m)	綺麗	2.0(W)	50(mm/s)	1(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	薄(〜5 μ m)	中	2.0(W)	250(mm/s)	1(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	薄(〜5 μ m)	速い	2.0(W)	500(mm/s)	1(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	中(5〜15 μ m)	綺麗	3.5(W)	50(mm/s)	2(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	中(5〜15 μ m)	中	3.5(W)	250(mm/s)	2(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	中(5〜15 μ m)	速い	3.5(W)	500(mm/s)	2(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	厚(15 μ m〜)	綺麗	5.0(W)	50(mm/s)	3(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	厚(15 μ m〜)	中	5.0(W)	250(mm/s)	3(回)	...
材質(B)[吸収率 中]	厚(15 μ m〜)	速い	5.0(W)	500(mm/s)	3(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	薄(〜5 μ m)	綺麗	0.5(W)	200(mm/s)	1(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	薄(〜5 μ m)	中	0.5(W)	500(mm/s)	1(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	薄(〜5 μ m)	速い	0.5(W)	1000(mm/s)	1(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	中(5〜15 μ m)	綺麗	1.0(W)	200(mm/s)	2(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	中(5〜15 μ m)	中	1.0(W)	500(mm/s)	2(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	中(5〜15 μ m)	速い	1.0(W)	1000(mm/s)	2(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	厚(15 μ m〜)	綺麗	2.0(W)	200(mm/s)	3(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	厚(15 μ m〜)	中	2.0(W)	500(mm/s)	3(回)	...
材質(C)[吸収率 高]	厚(15 μ m〜)	速い	2.0(W)	1000(mm/s)	3(回)	...
...	...	...	...	...	...	...

[図8]

出力強度(W)	12	8	5	4	3	2
加工結果						
目視評価	○	○	○	△	△	×

[図9]

(A) セラミックマーキング加工の加工結果に対する出力強度の影響

実験条件	
走査速度(mm/s)	50
走査回数(回)	2

出力強度(W)	20	12	8	4.6	4	3	2
目視評価	○	○	○	○	△	△	×

(B) セラミックマーキング加工の加工結果に対する走査速度の影響

実験条件	
出力強度(W)	5
走査回数(回)	2

走査速度(mm/s)	10	20	40	80	100	200	400
目視評価	○	○	○	○	○	○	×

(C) セラミックマーキング加工の加工結果に対する走査回数の影響

実験条件	
出力強度(W)	5
走査速度(mm/s)	50

走査回数(回)	1	2	3	4	5	6	7
目視評価	△	○	○	○	○	△	×

[図10]

(A) セラミックマーキング加工の加工結果に対する出力強度の影響

実験条件	
走査速度(mm/s)	50
走査回数(回)	2

出力強度(W)	10	5	4	3	2	1
目視評価	×	○	○	○	○	△

(B) セラミックマーキング加工の加工結果に対する走査速度の影響

実験条件	
出力強度(W)	4
走査回数(回)	2

走査速度(mm/s)	20	50	100	200	300	500	700
目視評価	△	○	○	○	○	○	×

(C) セラミックマーキング加工の加工結果に対する走査回数の影響

実験条件	
出力強度(W)	4
走査速度(mm/s)	50

走査回数(回)	1	2	3	4	5
目視評価	○	○	○	△	×

[図11]

(A) セラミックマーキング加工の加工結果に対する出力強度の影響

実験条件	
走査速度(mm/s)	1000
走査回数(回)	1

出力強度(W)	5	4	3	2	1	0.5
目視評価	×	×	×	○	○	○

(B) セラミックマーキング加工の加工結果に対する走査速度の影響

実験条件	
出力強度(W)	1
走査回数(回)	1

走査速度(mm/s)	50	100	200	500	1000	1500	2000
目視評価	×	○	○	○	○	△	×

(C) セラミックマーキング加工の加工結果に対する走査回数の影響

実験条件	
出力強度(W)	1
走査速度(mm/s)	1000

走査回数(回)	1	2	3	4
目視評価	○	○	○	×

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/00(2014.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K26/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-172087 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 22 September 2014 (22.09.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2008-44002 A (Keyence Corp.), 28 February 2008 (28.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 October 2016 (21.10.16)

Date of mailing of the international search report
01 November 2016 (01.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/00(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-172087 A（独立行政法人産業技術総合研究所） 2014.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2008-44002 A（株式会社キーエンス） 2008.02.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.10.2016

国際調査報告の発送日

01.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹下 和志

3 P

2926

電話番号 03-3581-1101 内線 3363