

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4281292号
(P4281292)

(45) 発行日 平成21年6月17日(2009.6.17)

(24) 登録日 平成21年3月27日(2009.3.27)

(51) Int. Cl.			F I		
G05B	19/4093	(2006.01)	G05B	19/4093	A
B23K	26/00	(2006.01)	B23K	26/00	M
B23K	26/02	(2006.01)	B23K	26/02	A
B23K	26/08	(2006.01)	B23K	26/08	F

請求項の数 14 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2002-121372 (P2002-121372)	(73) 特許権者	000005832
(22) 出願日	平成14年4月23日 (2002.4.23)		パナソニック電気株式会社
(65) 公開番号	特開2003-311450 (P2003-311450A)		大阪府門真市大字門真1048番地
(43) 公開日	平成15年11月5日 (2003.11.5)	(74) 代理人	100084375
審査請求日	平成17年2月16日 (2005.2.16)		弁理士 板谷 康夫
		(72) 発明者	廣田 雅之
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内
		(72) 発明者	進藤 崇
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内
		(72) 発明者	内野々 良幸
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元レーザ加工データ作成方法と同データ作成プログラム及び同データ作成プログラムを記録した媒体並びに同加工方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することにより被加工物を3次元レーザ加工するためのデータをコンピュータを用いて作成するデータ作成方法において、

被加工物の立体形状と被加工物表面の加工パターンに関する加工形状、被加工物の加工条件に関する条件データを含む3次元形状データ及び加工パラメータを入力する入力過程と、

レーザ照射とスキャンによる加工を可能とするレーザスキャン条件としてレーザの照射臨界角度及び有効照射エリアを含む各条件を指定するレーザ照射基準位置角度指定過程と

10

前記により指定されたレーザスキャン条件のもとでレーザスキャン加工手段に対する被加工物の相対位置と姿勢を定めることにより同一の位置姿勢において同時にレーザスキャンすることができる被加工物の加工面を1つの群として指定し、被加工物表面を複数の群に分割する同時レーザスキャン加工群指定過程と、

前記により指定された同時レーザスキャン加工群に含まれる被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を被加工物の位置姿勢変更により変更して前記レーザスキャン条件を満たすように制御するための制御用データを生成する制御用データ生成過程と

前記により指定された同時レーザスキャン加工群のレーザスキャン加工用データを生成

20

する加工用データ生成過程と、

前記により生成した制御用データ及び加工用データを出力するデータ出力過程と、を有し、

前記同時レーザスキャン加工群指定過程では、被加工物の加工すべき面を構成している各最小単位の平面の法線方向とレーザ光の方向との間の角度が前記照射臨界角度以下の場合に当該最小単位の平面を加工可能面とし、前記加工可能面の集合を当該被加工物の位置姿勢における同時レーザスキャン加工群とし、さらに、被加工物の位置姿勢を他の位置姿勢に変化させて他の同時レーザスキャン加工群を指定することを繰り返すことにより、被加工物表面を複数の同時レーザスキャン加工群に分割することを特徴とする3次元レーザ加工データ作成方法。

10

【請求項2】

前記加工用データ及び制御用データの生成後に、総加工時間及び加工時間内訳を求めるシミュレーションを実行する過程と、そのシミュレーション実行結果に基づきデータの評価を行うと共に、加工パラメータ修正を行い、再度前記レーザ照射基準位置角度指定過程以下の過程を実行し、制御用データ及び加工用データを生成することを特徴とする請求項1に記載の3次元レーザ加工データ作成方法。

【請求項3】

立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することにより被加工物を3次元レーザ加工するためのデータを作成する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムにおいて、

20

被加工物の立体形状と被加工物表面の加工パターンに関する加工形状、被加工物の加工条件に関する条件データを含む3次元形状データ及び加工パラメータを入力する入力手順と、

レーザ照射とスキャンによる加工を可能とするレーザスキャン条件としてレーザの照射臨界角度及び有効照射エリアを含む各条件を指定するレーザ照射基準位置角度指定手順と、

前記により指定されたレーザスキャン条件のもとでレーザスキャン加工手段に対する被加工物の相対位置と姿勢を定めることにより同一の位置姿勢において同時にレーザスキャンすることができる被加工物の加工面を1つの群として指定し、被加工物表面を複数の群に分割する同時レーザスキャン加工群指定手順と、

30

前記により指定された同時レーザスキャン加工群に含まれる被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を被加工物の位置姿勢変更により変更して前記レーザスキャン条件を満たすように制御するための制御用データを生成する制御用データ生成手順と、

前記により指定された同時レーザスキャン加工群のレーザスキャン加工用データを生成する加工用データ生成手順と、

前記により生成した制御用データ及び加工用データを出力するデータ出力手順とをコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記同時レーザスキャン加工群指定手順では、被加工物の加工すべき面を構成している各最小単位の平面の法線方向とレーザ光の方向との間の角度が前記照射臨界角度以下の場合に当該最小単位の平面を加工可能面とし、前記加工可能面の集合を当該被加工物の位置姿勢における同時レーザスキャン加工群とし、さらに、被加工物の位置姿勢を他の位置姿勢に変化させて他の同時レーザスキャン加工群を指定することを繰り返すことにより、被加工物表面を複数の同時レーザスキャン加工群に分割することを特徴とする3次元レーザ加工データ作成プログラム。

40

【請求項4】

請求項3に記載の3次元レーザ加工データ作成プログラムを記録させたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項5】

立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することによ

50

り被加工物を 3 次元レーザ加工する方法において、

コンピュータにより、被加工物の 3 次元形状データに基づき、同時にレーザスキャン加工する複数の同時レーザスキャン加工群に分割し、この分割された同時レーザスキャン加工群のそれぞれについて、被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを請求項 1 に記載の 3 次元レーザ加工データ作成方法を用いて予め生成しておき、

前記同時レーザスキャン加工群のいずれか 1 群毎に、前記生成した制御用データに基づき、被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御すると共に、前記生成したレーザスキャン加工用データに基づき、前記レーザスキャン加工手段によるレーザスキャン加工を行い、このレーザスキャン加工を繰り返すことによって被加工物にレーザスキャン加工を施すことを特徴とする 3 次元レーザ加工方法。

10

【請求項 6】

同時レーザスキャン加工可能な有効照射エリアと焦点深度に基づいて同時レーザスキャン加工群を決定することを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

【請求項 7】

被加工物の 3 次元形状データにレーザ照射角度によるレーザエネルギーの吸収率変動に関するデータを付加しておき、これらの吸収率に関するデータとレーザ照射角度により、同時レーザスキャン加工に不適な部分を判断することを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

【請求項 8】

被加工物の 3 次元形状データに含まれる公差に基づいて加工スピード重視若しくは品質重視を選択し、被加工物の 3 次元形状データと前記選択とに応じて同時レーザスキャン加工群の分割を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

20

【請求項 9】

同時レーザスキャン加工群が複数あるとき、隣接する他の同時レーザスキャン加工群との境界部分には重ね代を持たせることを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

【請求項 10】

前記レーザスキャン加工用データ生成において、該レーザスキャン加工用データは、まず被加工物の表面上における 3 次元の加工データが生成され、次に、このデータがレーザスキャン加工手段の加工基準面に投影されることにより 2 次元のレーザスキャン加工用データが生成されることを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

30

【請求項 11】

前記レーザスキャン加工用データ生成において、レーザ照射方向に対する被加工物の加工面の傾斜度及びレーザスキャン加工方向との関係において所要レーザ加工幅と加工品質が得られるように、レーザスキャン加工用データのレーザ加工パラメータを補正することを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

【請求項 12】

前記補正するレーザ加工パラメータが、レーザ照射ビーム形状及び大きさ、照射ビームエネルギー、レーザビームスキャン速度の少なくとも何れかに対応するものであることを特徴とする請求項 11 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

40

【請求項 13】

前記レーザスキャン加工用データ生成において、レーザスキャン加工手段にてレーザを照射する 3 次元領域内の各照射加工点について、光学系に起因する位置ずれを補正するレーザスキャン空間位置補正を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元レーザ加工方法。

【請求項 14】

立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することにより被加工物を 3 次元レーザ加工する装置において、

被加工物の 3 次元形状データに基づき、被加工物の加工面について同時にレーザスキャ

50

ン加工する部分を一つの群として、複数の群に分割する同時レーザスキャン加工群分割手段と、

上記分割された同時レーザスキャン加工群のそれぞれについて、前記被加工物とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを請求項 1 に記載の 3 次元レーザ加工データ作成方法を用いて生成する加工制御データ生成手段と、

被加工物の加工面と前記レーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御する加工位置姿勢制御手段と、

全体の加工を制御する全体制御手段とを備え、

前記全体制御手段の制御指令に従って、順次、前記同時レーザスキャン加工群毎に、前記加工位置姿勢制御手段により、被加工物の加工面の位置姿勢が制御位置決めされ、前記同時レーザスキャン加工群のレーザスキャン加工用データに基づき前記レーザスキャン加工手段により被加工物をレーザスキャン加工することを特徴とする 3 次元レーザ加工装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元物体のレーザスキャン加工における3次元レーザ加工データ作成方法と同データ作成プログラム及び同データ作成プログラムを記録した媒体並びに同加工方法及び装置に関するものである。

20

【0002】

【従来の技術】

従来から、立体形状を有する被加工物に対して3次元レーザスキャンによる立体的な加工を行うための加工制御用データ作成は、被加工物の2次元モデル図面とレーザ用2次元加工図面に基づき作業者の手作業で行われている。また、3次元レーザ加工方法及び加工装置の例として、紫外線硬化性の液状樹脂にレーザ光を照射して立体形状物を造形する光造形方法及び装置が知られている。この光造形における加工用データ作成は、被加工物のモデルを2次元のスライスへと変換するのみのものであり、加工装置は、2次元制御による操作を繰り返して行うものである。

【0003】

30

また、上記例とは別に、従来から、立体形状を有する被加工物に立体的な機械加工を行うNC工作機械が知られているが、ツール(工具)交換の頻度を小さくする目的に、ツール毎に加工面を分解して加工用データを作成するものである(例えば、特開2001-75624号公報参照)。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したような被加工物の2次元モデル図面とレーザ用2次元加工図面に基いて作業者の手作業により3次元加工制御用データ作成を行う場合、正確かつ効率的にこの作業を行うためには、作業者にかなりの熟練度が要求される。さらには、手作業によるデータ作成では作業時間の短縮に限界がある。そのため、人的リソースと作業時間の不足により、多品種短納期製品や多種類の開発試作には、対応できないという問題がある。

40

【0005】

本発明は、上記の課題を解消するものであって、作業者が加工条件を入力することで、3次元CADで作成された被加工物のモデルに基づいて自動的にレーザの照射位置や被加工物の姿勢角度等の制御用データが生成され、未熟練者であっても正確かつ容易に3次元加工制御用データを生成することが可能となるデータ作成方法と同データ作成プログラム及び同データ作成プログラムを記録した媒体並びに同加工方法及び装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

50

上記の課題を達成するために、請求項1の発明は、立体形状を有する被加工物にレーザースキャン加工手段からのレーザーを照射することにより被加工物を3次元レーザー加工するためのデータをコンピュータを用いて作成するデータ作成方法において、被加工物の立体形状と被加工物表面の加工パターンに関する加工形状、被加工物の加工条件に関する条件データを含む3次元形状データ及び加工パラメータを入力する入力過程と、レーザー照射とスキャンによる加工を可能とするレーザースキャン条件としてレーザーの照射臨界角度及び有効照射エリアを含む各条件を指定するレーザー照射基準位置角度指定過程と、前記により指定されたレーザースキャン条件のもとでレーザースキャン加工手段に対する被加工物の相対位置と姿勢を定めることにより同一の位置姿勢において同時にレーザースキャンすることができる被加工物の加工面を1つの群として指定し、被加工物表面を複数の群に分割する同時レーザースキャン加工群指定過程と、前記により指定された同時レーザースキャン加工群に含まれる被加工物表面とレーザースキャン加工手段との相対位置姿勢を被加工物の位置姿勢変更により変更して前記レーザースキャン条件を満たすように制御するための制御用データを生成する制御用データ生成過程と、前記により指定された同時レーザースキャン加工群のレーザースキャン加工用データを生成する加工用データ生成過程と、前記により生成した制御用データ及び加工用データを出力するデータ出力過程と、を有し、前記同時レーザースキャン加工群指定過程では、被加工物の加工すべき面を構成している各最小単位の平面の法線方向とレーザー光の方向との間の角度が前記照射臨界角度以下の場合に当該最小単位の平面を加工可能面とし、前記加工可能面の集合を当該被加工物の位置姿勢における同時レーザースキャン加工群とし、さらに、被加工物の位置姿勢を他の位置姿勢に変化させて他の同時レーザースキャン加工群を指定することを繰り返すことにより、被加工物表面を複数の同時レーザースキャン加工群に分割するものである。

10

20

【0007】

上記の3次元レーザー加工データ作成方法においては、被加工物の3次元形状データ及び加工パラメータに基づいて生成されたレーザー加工部分に対してレーザーの基準照射位置及び角度を作業者が指定することにより、そのレーザー照射基準位置角度において一括して加工ができる部分である同時レーザースキャン加工群をコンピュータが決定することができる。これらは、次のように行われる。作業者は、入力過程において被加工物の立体形状と加工パターン関連の加工形状、被加工物の加工条件関連の条件データを含む3次元形状データ及び加工パラメータをコンピュータに入力する。また、作業者は、レーザー照射基準位置角度指定過程において、レーザー照射エリア、被加工物の初期位置条件(座標原点)、レーザー照射臨界角を含むレーザースキャン加工手段の条件を指定する。そして、同時レーザースキャン加工群指定過程において、上記のデータ及び条件に基づいて、コンピュータが、レーザー照射方向に対するレーザー照射不可面の探索、被加工物の姿勢変更処理と再度のレーザー照射不可面の探索を行い、被加工物の加工対象面を同時スキャン加工群に分割する。

30

【0008】

さらに、作業者は、前記により指定したレーザー照射基準位置角度になるように被加工物表面とレーザースキャン加工手段との相対位置姿勢を制御する制御用データと前記により指定された同時レーザースキャン加工群を加工するためのレーザースキャン加工用データの生成、及びこれらのデータの出力をコンピュータを用いて自動処理により行わせ、3次元レーザー加工データを作成することができる。

40

【0009】

また、請求項2の発明は、請求項1に記載の3次元レーザー加工データ作成方法において、前記加工用データ及び制御用データの生成後に、総加工時間及び加工時間内訳を求めるシミュレーションを実行する過程と、そのシミュレーション実行結果に基づきデータの評価を行うと共に、加工パラメータ修正を行い、再度前記レーザー照射基準位置角度指定過程以下の過程を実行し、制御用データ及び加工用データを生成するものである。この方法においては、実際の加工を行うことなく容易に最適な3次元レーザー加工データを得ることができる。

【0010】

50

また、請求項3の発明は、立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することにより被加工物を3次元レーザ加工するためのデータを作成する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムにおいて、被加工物の立体形状と被加工物表面の加工パターンに関する加工形状、被加工物の加工条件に関する条件データを含む3次元形状データ及び加工パラメータを入力する入力手順と、レーザ照射とスキャンによる加工を可能とするレーザスキャン条件としてレーザの照射臨界角度及び有効照射エリアを含む各条件を指定するレーザ照射基準位置角度指定手順と、前記により指定されたレーザスキャン条件のもとでレーザスキャン加工手段に対する被加工物の相対位置と姿勢を定めることにより同一の位置姿勢において同時にレーザスキャンすることができる被加工物の加工面を1つの群として指定し、被加工物表面を複数の群に分割する同時レーザスキャン加工群指定手順と、前記により指定された同時レーザスキャン加工群に含まれる被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を被加工物の位置姿勢変更により変更して前記レーザスキャン条件を満たすように制御するための制御用データを生成する制御用データ生成手順と、前記により指定された同時レーザスキャン加工群のレーザスキャン加工用データを生成する加工用データ生成手順と、前記により生成した制御用データ及び加工用データを出力するデータ出力手順と、をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記同時レーザスキャン加工群指定手順では、被加工物の加工すべき面を構成している各最小単位の平面の法線方向とレーザ光の方向との間の角度が前記照射臨界角度以下の場合に当該最小単位の平面を加工可能面とし、前記加工可能面の集合を当該被加工物の位置姿勢における同時レーザスキャン加工群とし、さらに、被加工物の位置姿勢を他の位置姿勢に変化させて他の同時レーザスキャン加工群を指定することを繰り返すことにより、被加工物表面を複数の同時レーザスキャン加工群に分割するものである。

10

20

【0011】

また、請求項4の発明は、請求項3に記載の3次元レーザ加工データ作成プログラムを記録させたコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0012】

また、請求項5の発明は、立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することにより被加工物を3次元レーザ加工する方法において、コンピュータにより、被加工物の3次元形状データに基づき、同時にレーザスキャン加工する複数の同時レーザスキャン加工群に分割し、この分割された同時レーザスキャン加工群のそれぞれについて、被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを請求項1に記載の3次元レーザ加工データ作成方法を用いて予め生成しておき、前記同時レーザスキャン加工群のいずれか1群毎に、前記生成した制御用データに基づき、被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御すると共に、前記生成したレーザスキャン加工用データに基づき、前記レーザスキャン加工手段によるレーザスキャン加工を行い、このレーザスキャン加工を繰り返すことにより被加工物にレーザスキャン加工を施すものである。

30

【0013】

上記3次元レーザ加工方法においては、被加工物の加工対象領域を複数の同時レーザスキャン加工群に分割し、それぞれの同時レーザスキャン加工群について、被加工物の姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを生成しておき、これらのデータに基づき、各同時レーザスキャン加工群毎に繰り返して被加工物の姿勢制御とレーザスキャン加工を行うことができる。この方法によると、加工対象領域を加工条件や制御条件毎に同時レーザスキャン加工群として分割して処理できるため、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。

40

【0014】

また、請求項6の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、同時レーザスキャン加工可能な有効照射エリアと焦点深度に基づいて同時レーザスキャン加工群を決定するものである。この3次元レーザ加工方法においては、大きな被加工物に対してはエリア分割をして、そして、高低差の大きな被加工物に対しては焦点深度による分割をし

50

て同時レーザスキャン加工群を決定することができるため、広範囲の形状の被加工物に対応することができる。

【0015】

また、請求項7の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、被加工物の3次元形状データにレーザ照射角度によるレーザエネルギーの吸収率変動に関するデータを付加しておき、これらの吸収率に関するデータとレーザ照射角度により、同時レーザスキャン加工に不適な部分を判断するものである。この3次元レーザ加工方法においては、加工条件としてレーザエネルギーの吸収率を考慮して同時レーザスキャン加工群への分割ができるため、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。

【0016】

また、請求項8の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、被加工物の3次元形状データに含まれる公差に基づいて加工スピード重視若しくは品質重視を選択し、被加工物の3次元形状データと前記選択とに応じて同時レーザスキャン加工群の分割を行うものである。この3次元レーザ加工方法においては、加工条件として公差を考慮して同時レーザスキャン加工群への分割ができるため、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。

【0017】

また、請求項9の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、同時レーザスキャン加工群が複数あるとき、隣接する他の同時レーザスキャン加工群との境界部分には重ね代を持たせるものである。この3次元レーザ加工方法においては、重ね代を設けることとしたため、加工の不連続部分の発生を抑えることができ加工の信頼性を向上することができる。

【0018】

また、請求項10の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、レーザスキャン加工用データは、まず被加工物の表面上における3次元の加工データが生成され、次に、このデータがレーザスキャン加工手段の加工基準面に投影されることにより2次元のレーザスキャン加工用データが生成されるものである。この3次元レーザ加工方法においては、レーザスキャン加工手段に適應したデータとして加工用データが生成されるため、各種のレーザスキャン加工手段を用いることができ、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。

【0019】

また、請求項11の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、前記レーザスキャン加工用データ生成において、レーザ照射方向に対する被加工物の加工面の傾斜度及びレーザスキャン加工方向との関係において所要レーザ加工幅と加工品質が得られるように、レーザスキャン加工用データのレーザ加工パラメータを補正するものである。この3次元レーザ加工方法においては、加工面の傾斜度及びレーザ照射方向について自動的にレーザ加工パラメータが補正されて加工用データが得られるため、加工時間と加工品質を最適化すると共に被加工物の全体に亘って加工品質を均一化することができる。

【0020】

また、請求項12の発明は、請求項11に記載の3次元レーザ加工方法において、前記補正するレーザ加工パラメータが、レーザ照射ビーム形状及び大きさ、照射ビームエネルギー、レーザビームスキャン速度の少なくとも何れかに対応するものである。この3次元レーザ加工方法においては、これらのレーザ加工パラメータの補正により加工パターン形状、加工速度を制御できるため、加工時間と加工品質を最適化すると共に被加工物の全体に亘って加工品質を均一化することができる。

【0021】

また、請求項13の発明は、請求項5に記載の3次元レーザ加工方法において、前記レーザスキャン加工用データ生成において、レーザスキャン加工手段にてレーザを照射する3次元領域内の各照射加工点について、光学系に起因する位置ずれを補正するレーザスキャン空間位置補正を行うものである。この3次元レーザ加工方法においては、光学系に起因

10

20

30

40

50

するレーザスキャンの位置ずれが補正されるため、被加工物の広範囲に亘って高い加工精度を維持できると共に、被加工物の一括処理できる領域が広くとれるため被加工物の位置制御にかかる時間を短縮することができる。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 4 の発明は、立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射することにより被加工物を 3 次元レーザ加工する装置において、被加工物の 3 次元形状データに基づき、被加工物の加工面について同時にレーザスキャン加工する部分を一つの群として、複数の群に分割する同時レーザスキャン加工群分割手段と、上記分割された同時レーザスキャン加工群のそれぞれについて、前記被加工物とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを請求項 1 に記載の 3 次元レーザ加工データ作成方法を用いて生成する加工制御データ生成手段と、被加工物の加工面と前記レーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御する加工位置姿勢制御手段と、全体の加工を制御する全体制御手段とを備え、前記全体制御手段の制御指令に従って、順次、前記同時レーザスキャン加工群毎に、前記加工位置姿勢制御手段により、被加工物の加工面の位置姿勢が制御位置決めされ、前記同時レーザスキャン加工群のレーザスキャン加工用データに基づき前記レーザスキャン加工手段により被加工物をレーザスキャン加工するものである。

【 0 0 2 3 】

上記の 3 次元レーザ加工装置においては、被加工物の 3 次元形状データに基づいて被加工物の加工面を同時レーザスキャン加工群分割手段により複数の群に分割し、各同時レーザスキャン加工群毎に、加工制御データ生成手段により制御用データ及び加工用データを生成し、これらのデータに基づき全体制御手段により加工位置姿勢制御手段とレーザスキャン加工手段を制御して被加工物をレーザスキャン加工することとしたため、一括して加工できる同時レーザスキャン加工群の概念のもと、加工用データの生成から加工までの一連の処理を略全自動で行うことができる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態に係る 3 次元レーザ加工データ作成方法と同データ作成プログラム及び同データ作成プログラムを記録した媒体について、図 1 乃至図 5 を参照して説明する。図面中の共通する部材には同一符号を付して重複説明を省略する。本発明がレーザスキャン加工の対象としている立体形状を有する被加工物は、図 1 (a) に示されるように、M I D (Molded Interconnect Devise) 法により立体回路を形成するための立体基板である。被加工物 1 (立体基板 1 とも記す) は、樹脂成型品である立体基板 1 a の表面にスパッタリング法により銅薄膜からなる導電膜 1 b を形成したものである。3 次元レーザスキャン加工では、図 1 (b) に示されるように、この導電膜 1 b の表面に対して回路パターン C のデータに基づきレーザ照射とスキャンが行なわれ、この導電膜の一部を蒸発除去する加工により加工パターン P が形成され、加工パターン P により分離された回路パターン C が形成される。立体基板 1 における全ての回路パターン C が形成されると立体回路 2 が完成する。

【 0 0 2 5 】

本発明では、立体基板の同一の位置姿勢において一括してレーザスキャン加工可能な加工可能面 (その面上に加工パターンが形成される) の集合を同時レーザスキャン加工群 (以下、加工群) と定義する。図 1 (b) において、立体基板 1 の加工パターン P は、上方向から照射されるレーザ (レーザ光) L 1 によってレーザスキャン加工される加工群 L G 1、左側面のレーザ光 L 2 による加工群 L G 2、同じく右側面のレーザ光 L 3 による加工群 L G 3 に分割される。実際のレーザスキャン加工では、レーザ光源は固定されており、各加工群をレーザ光の方向に向かせるように被加工物である立体基板の位置姿勢が制御されて行われる。以下の記述では、レーザ光源は上方にあり、被加工物はレーザ光源下方に水平に置かれているものとする。この一括してレーザスキャン加工できる加工群の決定は、3 次元レーザ加工における加工時間短縮や加工品質向上にとって重要な概念である。図

10

20

30

40

50

中のレーザスキャンパターンLSが描かれている加工基準面VS（詳細後述、図5の説明参照）は、レーザスキャン加工手段が仮想的に有している面である。

【0026】

このようなレーザスキャン加工を行うためには、後述するレーザスキャン加工手段及び加工位置姿勢制御手段（図23）を制御して3次元レーザスキャン加工を効率的に行うために用いられる3次元レーザ加工制御用データが必要である。このデータには、加工群毎にレーザスキャン加工を行うためのレーザスキャン加工用データ（以下、加工用データ）及び被加工物の表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御する制御用データ（以下、制御用データ）が含まれる。この両データの作成方法について、図2の立体基板と図3及び図4のフローチャートとを参照して説明する。図2（a）の被加工物1は、12個の立体回路を多数個取りするためのものであり、図2（b）のI-I断面に示すように、加工群G1、G2、G3、G4、G5を含んでおり、加工群G1は略同一平面上にあり、加工群G2、G3、G4、G5は立体基板1aに略垂直な面上にある。このような略垂直な面上の導電膜は、図2（c）に示すように、レーザ光Lと導電膜1bの面の法線Nの方向のなす角が 90° に近く、このままの姿勢ではレーザスキャン加工が不可能であり、その加工限界角度を臨界角度と呼び、通常 60° が指定される。

10

【0027】

上記の3次元レーザ加工制御用データは、以下において説明する手順をコンピュータに実行させる3次元レーザ加工データ作成プログラムにより作成される。また、このデータ作成プログラムを記録させたコンピュータ読み取り可能なCDやMOなどの記録媒体を用いて、所定の能力を有するコンピュータにプログラムを移植してデータ作成を行うことができる。また、用いられるコンピュータ及びこのデータ作成プログラムは、データ入出力機器とGUI（Graphical User Interface）機能とを備えており、これにより手順の進行状態の確認と応答操作が可能である。

20

【0028】

まず、図3に示されるように、入力過程において、3D-CAD上で作成された立体基板1の3次元形状データ及び立体基板上1に形成する立体回路の形状データの両データを入力する被加工物形状データ入力（S1）、そして、加工パラメータ入力として、導電膜について厚さや材質及び導電膜の下地である立体基板の樹脂材質などの被加工物の加工条件入力（S2）が行われる。次に、レーザ照射基準位置角度指定過程において、レーザの照射臨界角度、有効照射エリア、焦点深度などのレーザスキャン条件入力（S3）、加工位置姿勢制御手段の座標原点及びレーザ照射の基準位置を入力する加工基準入力（S4）、及び加工群に組み入れる対象の領域としての加工エリア（加工エリアについて図8の説明参照）を決める同時スキャン加工エリア設定（S5）が行われる。以上のデータ入力の後、同時レーザスキャン加工群指定過程（S6）、加工用データ生成過程及び制御用データ生成過程（S7）、データ出力過程（S8）がコンピュータにより行われて3次元レーザ加工制御用データが作成される。以下に、上記データ入力後の過程（S6、S7、S8）について説明する。

30

【0029】

まず、図4を参照して、同時レーザスキャン加工群指定過程（S6）の詳細を説明する。前記加工基準入力（S4）において被加工物である図2の立体回路が初期位置である水平位置に置かれた状態で加工群指定が開始され、この状態はコンピュータ画面に表示される（S61）。コンピュータの画面上には、各手順の進行状態が表示されている（以下同様）。次に、先行の手順により設定された加工エリアにおいて立体回路の形状データの中から加工パターンデータ抜き出しが行われる（S62）。加工パターンデータには、除去すべき導電膜の面を構成する最小単位の平面を特定する形状、3次元空間座標値、法線ベクトルが含まれる。3次元座標は、例えば、レーザ光方向にZ軸をとり、このZ軸に直交する平面上にX、Y軸が定義される。また、このX、Y軸は被加工物の姿勢制御のための回転軸としても定義される。次に、これらの加工パターンデータと被加工物条件データが照合されて（S63）、レーザースキャン加工が可能かどうか判断される（S64）。こ

40

50

のデータ照合において、まず、照合される被加工物の面（以下、被加工面）の法線とレーザー光方向であるZ軸とのなす角度が前述の照射臨界角度と比較され、そのなす角度が照射臨界角度以上であれば加工できないと判断されて（S64でno）、不適加工群としてメモリに登録される（S65）。被加工面の法線を用いて表現した場合、この臨界角度としては通常 60° が指定される。次に、法線方向が容認された被加工面について、そのZ軸上の位置が前述の加工基準入力（S4）において入力されたレーザー照射の基準位置のZ座標値と照合され、両者の差がレーザーの焦点深度以内であれば、この加工面はレーザースキャン加工が可能であると判断され（S64でyes）、加工群G1に含まれるものとしてメモリに登録される（S66）。また、その差が焦点深度を越えていれば加工不可と判断されて（S64でno）、不適加工群としてメモリに登録される（S65）。この焦点深度の判断基準としては、例えば $+/-3\text{mm}$ が使われる。次に、加工エリア内において被加工面の全てが照合したかどうか判断されて、未照合の被加工面があれば被加工物条件データ照合（S63）に戻り（S67でno）。エリア内において被加工面の全てが照合されている場合（S67でyes）、不適加工群が存在するかどうか判断され、存在しなければ加工群指定は終了する（S68でno）。

10

【0030】

上記S68の判断において、不適加工群が存在すると判断された場合（S68でyes）、不適加工群とされた被加工面の法線がチェックされ（S69）、被加工物を傾ける角度とZ軸方向の移動する高さが算出される（S70）。本説明で参照している図2の被加工物において、略水平の加工群G1は上述の手順の中で既に登録されており、加工群G2、G3、G4、G5が残っている。これらの加工群の被加工面は、略垂直であり、少なくとも 30° の回転が必要である。図2（b）におけるI-I断面は、加工群G1～G5について共通であり、従ってI-I断面中央部の回転中心Rを通る被加工物1の長手方向に沿う軸回りに被加工物1を回転することで、被加工面を所望の方向に向けることができる。また、この回転軸回りに被加工物1を回転させると、各被加工面のZ座標が上下に変動する。このことを考慮して上記Z軸方向の高さが算出される（S70）。ここで、反時計回りの回転と上昇させる方向をそれぞれ優先して被加工物1の姿勢制御を行うものとする。すると、回転角 α の回転と被加工物1の上移動量Z2による姿勢変更が行われ（S71）、次にレーザーパターンデータ抜き出しが行われる（S62）。すると、この後の手順において加工群G2に含まれるべき被加工面が加工群G2に登録される（S66）。以下、同様に残りの被加工面が全て加工群G3、G4、G5に登録され加工群指定が終了する。これにより、全ての被加工面が同時レーザースキャン加工群に分割されたことになる。

20

30

【0031】

上記加工用データ生成過程及び制御用データ生成過程（S7）について以下説明する。これらのデータは各加工群毎に生成される。加工用データは、図5に示されるように、被加工物1における、レーザースキャン加工のための位置姿勢が定まって加工群として登録された被加工面上の、加工パターンPを、レーザースキャン加工手段が仮想的に有している加工基準面VSに投影してできた2次元平面上のレーザースキャンパターンLSの形状データを含んだものである。また、制御用データは、注目している被加工面の位置姿勢を得るために被加工物の位置姿勢を行うのに必要なX、Y、Z軸方向の変位量及びX、Y軸回り回転角を含んだものである。図5において、X軸回りの回転 α とZ軸方向の変位Zが示されている。

40

【0032】

上記各データは、データ出力過程（S8）により外部へ出力される。このデータを生成するコンピュータが、オンライン状態でレーザースキャン加工手段及び加工位置姿勢制御手段と接続されている場合は、オンラインによりレーザースキャン加工を行うことができる。また、この出力されたデータは記録媒体に記録され、後ほど同じコンピュータにより用いることもできると共に、別のシステムにおいて利用することもできる。

【0033】

以上3次元レーザースキャン加工データの作成方法について説明したが、次に本発明の実施

50

形態に係る3次元レーザ加工方法について、図6乃至図21を参照して説明する。3次元レーザ加工方法においては、予め、被加工物の被加工面を加工群に分割しておき、図6に示されるように、各加工群について得られた位置姿勢制御用データD1、同じく各加工群について得られた加工用データD2を準備しておく。被加工物は初期位置姿勢に置かれて加工スタートされる。次に、加工群毎に加工処理を行うため最初の加工群が指定され(S10)、続いて、位置姿勢制御用データD1に基づき被加工物位置姿勢変更が行われる(S11)。次に、加工用データD2に基づきレーザスキャン加工が実行される(S12)。この後、全加工群について加工処理が行われたかどうか判断され、全ての加工群が処理されていれば3次元レーザ加工は終了し(S13でyes)、未処理の加工群があれば(S13でno)、次の加工群の処理が行われる(S10)。

10

【0034】

上記加工フローに基づいた加工例を図7により説明する。図7における被加工物は、前出の図2に示される被加工物であり、加工群G1～G5を有している。この例では、加工群G1から加工群G5まで順番に加工処理が行われる。この間に被加工物の位置姿勢は、位置姿勢の制御用データ(及びZ)である各回転角 $\theta_1 \sim \theta_5$ 及び移動量 $Z_1 \sim Z_5$ に基づいて変更される。ここで加工群の処理の順番については、後述するように加工処理のシミュレーションを行って加工時間の最適化を行うことができる。

【0035】

以下においては、3次元レーザ加工方法における、被加工面の加工群への分割の方法に関するいくつかの説明がなされる。まず、図8において、レーザ光Lは、図示されないレーザ光源からのレーザ光であり、ミラーMとガルバノミラーGMによって偏向されて、所定の範囲の同時スキャン加工エリアAを照射する。上記までの説明において、一つの同時スキャン加工エリアによって被加工物を覆っている場合の説明がされているが、図8に示されるように被加工物をいくつかの同時スキャン加工エリアAに分けることもできる。これは例えば、被加工物が大きくて、レーザスキャン加工手段の有効レーザ照射エリア(有効照射エリア)からはみ出す場合などに適用できる。この場合は、被加工物を平行移動させてはみ出たエリアをレーザ照射位置に移動させて対応することができる。図8に示されるように被加工面の段差が大きい場合は、焦点深度に基づいて加工群を指定することができる。

20

【0036】

ここに、被加工面のレーザスキャン加工の可能性は、被加工面の向きとレーザ光の光線方向との関係により照合判断されるが(図4のS63, S64)、被加工物の幾何学的形状によっては、上記方法では加工群を指定できない場合がある。例えば図9に示されるように、ひさしによって隠蔽された被加工面J1は、単に被加工面の向きだけでは判断できない。この場合、被加工物の3次元形状データに基づき、画像処理における陰線処理と同様の方法を用いてこのような加工不適な部分を加工群G31から除外することができる。また、被加工物の加工条件入力(図3のS2)において材料物性を入力しておくことにより、材料物性が一部異なるため、加工条件が変わる部分J2を加工群G32から除外することができる。

30

【0037】

上記、被加工物の幾何学的形状に起因して加工群から除外された被加工面J1は、図10に示されるように、被加工物1の位置姿勢を変えることによりレーザ照射が可能となることがあり、この場合、被加工物1の3次元形状データに基づき、レーザスキャン加工が可能であるとの判断がされ、前記の加工群G31とは別の加工群G41に組み入れることができる。

40

【0038】

また、被加工面の傾斜度によりレーザスキャン加工に不適な面を加工群から除外する方法が図11に示されている。被加工面のデータが、3D-CADにおけるソリッドモデル記述から(a)、ワイヤフレーム記述に変換され(b)、ワイヤフレームが成す2つのベクトル V_1, V_2 から注目する面Sの法線ベクトルNが求められる。レーザ光Lの照射方向

50

と各被加工面の法線ベクトル N との相対角度によりレーザー照射の可否が判断される(c)。これにより、レーザースキャン加工に不適な面を加工群から除外することができる。

【0039】

また、予め被加工物の3次元形状データに少なくともレーザースキャン加工する各部分についてのデータに材質や粗さなどのレーザー照射エネルギーの吸収率に関するデータを付加しておき、これらの吸収率に関するデータとレーザー照射角度とにより同時レーザースキャン加工に不適な部分を判断することができる。例えば、被加工面が下地基板の成形基材に銅膜が被膜された面であれば、図12に示される角度によるレーザーエネルギー吸収率変動において、被加工面の法線ベクトルとレーザー光のなす角度が 0° の場合略50%の吸収率であるが、この吸収率を25%までの許容とすると、前記のなす角度が 30° 以上となる被加工面は除外されることになる。また、斜面部においては、平面部に比べ吸収率が低下するが、スキャン速度を遅くする、又は、パルス周波数を大きくする等して加工エネルギーを増大する等の調整を行う。

10

【0040】

次に、3次元レーザー加工方法における、レーザー加工の品質を高める方法に関するいくつかの説明がなされる。まず、被加工物の3次元形状データより加工群を複数決定したとき、図13に示すように、隣接する他の加工群G41~G44の境界部分には重ね代を持たせることによりレーザー加工の信頼性を確保できる。導電膜の一部を蒸発除去して回路パターンを形成する場合、隣接する加工群間において加工パターンが接続されていないと導電膜の除去残りが発生して絶縁不良が発生する。本方法により、このような不具合を除去することができる。特に、平面と立ち面の描画パターンは稜線で接するので、この立ち面側の加工群に重ね代の延長部分を設けることにより加工パターンの接続信頼性を高めることができる。重ね代は、レーザー、被加工物位置、位置姿勢制御手段、被加工物の形状精度によって適宜増減して調節することができる。

20

【0041】

また、レーザー照射方向に対する加工面の傾斜度とレーザースキャン加工方向との関係において、例えば 60° 傾斜面にレーザー照射を行った場合、レーザー光スポット径は斜面方向において2倍に拡大される。従って、図14に示されるようにレーザー光のスポット径の補正なしHNでは、斜面横方向にレーザースキャンした場合、補正ありHの加工幅Wの2倍の加工幅となり、均一な加工幅とすることができない。レーザー加工用データのレーザー加工パラメータとしてレーザー照射ビーム形状と大きさ、照射ビームエネルギー、レーザービームスキャン速度、及びパルス発振のレーザー光の場合のパルス周波数があり、このいずれかを補正することにより所要のレーザー加工幅と品質が得られる。例えば、パルス周波数 f とスキャン速度 v を調整して連続する斜面と平面に対して均一な加工を実現している例を図15に示す。この時、前述の図12のような平坦部と斜面部とにおける表面角度によるレーザーエネルギー吸収率変動から必要な加工エネルギーを算出し、算出した加工エネルギーになるようにスキャン速度 v_1 、 v_2 及びパルス周波数 f_1 、 f_2 を決定する。図15において斜面部は平坦部よりレーザー光照射パワーを増大させるため、斜面部の v_2/f_2 は平坦部の v_1/f_1 より小さい値となる。

30

【0042】

また、レーザースキャン加工におけるレーザーを照射する3次元領域内の各照射加工点について、光学系の収差などで発生する位置ずれを補正することにより加工精度の向上について説明する。例えば、レーザー光により格子パターンを描画すると、図16(a)に示されるようにガルバノミラーGMに特有の歪みが発生する。各レーザー照射点の座標値と理想の値の差を全ポイントに関して計測し、歪みフリーな描画に必要な補正データを予め準備しておき、実際のスキャン加工用データには3D-CADから算出された幾何データに、上記補正值を加味することにより、図16(b)、(c)に示すように精度向上を図ることができる。

40

【0043】

以下においては、3次元レーザー加工方法における、事前のレーザー加工のシミュレーション

50

による加工時間の短縮及び品質を高める方法に関するいくつかの説明がなされる。まず、複数の加工群に対して図17(a)の加工完成イメージを得るために、3回のレーザスキャン加工1st, 2nd, 3rdを行った加工シミュレーションの処理パターン1が図17(b)のようにグラフィック表示され、4回のレーザスキャン加工1st, 2nd, 3rd, 4thをレーザ加工の順番を組み替えて行った加工シミュレーションの処理パターン2が図17(c)のように表示される。そして、その所要の時間の比較が図18のように表示される。ここで、各加工経路は加工の順番毎に色分けされてグラフィック表示される。加工の順番によって位置姿勢の変更(ワーク動作)回数や制御(ワーク駆動)などに要する時間が変わるため、表示された加工パターン候補から、作業者が加工時間や加工品質を確認して加工パターンを選択することができる。特殊加工部分について、人の判断も有効に活用して重要な部分について加工品質のチェックと選択が可能となる。

10

【0044】

加工データ生成において、コンピュータが被加工物モデルに入力されている公差を読み取り、自動的に加工スピード重視もしくは品質重視を判断して、加工部分を適切な加工群に分割するように分割手法を切り替えることができる。この場合、図19に示されるような公差とスピード及び公差とレーザパワーなどのデータを入力しておく。このようにして、加工データ作成後に、総加工時間及び内訳を求めるシミュレーションを実行することで実際の加工前に加工時間、ワーク治具の駆動回数などの評価が可能となる。これにより、複数の品質設定のそれぞれについて、シミュレーションを実行して図20や図21に示すように加工候補を一覧やグラフで表示し、総加工時間が同じである場合には、作業者が最適な加工を選択するようにできる。また、手入力により分割指示などにより作成した複数の加工データ作成条件に基づき、それぞれの加工パターンをグラフィック表示するとともに、加工時間を表示して、作業者に選択可能とすることができる。

20

【0045】

以下においては、図22及び図23を参照して3次元レーザ加工装置の説明がなされる。3次元レーザ加工装置は、立体形状を有する被加工物にレーザスキャン加工手段からのレーザを照射するレーザスキャン加工手段10と、被加工物の加工面と前記レーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御する加工位置姿勢制御手段20と、これらの全体を制御すると共に作業者とのインターフェースを行う全体制御手段30と備えている。レーザスキャン加工手段10と位置姿勢制御手段20と全体制御手段30との間は、それぞれ通信線40を備えており、これによりデータ通信が可能である。

30

【0046】

レーザスキャン加工手段10は、レーザ光源11とこのレーザ光源からのレーザ光を反射するミラーM及び偏向してレーザスキャンを行うガルバノミラーGMを備えている。

【0047】

加工位置姿勢制御手段20は、被加工物1を載置保持するテーブル21と被加工物1の位置姿勢をX, Y, Z軸方向の移動及びX, Y軸回りの回転を行うワーク位置姿勢駆動部22を備えている。

【0048】

全体制御手段30は、CPUからなる中央処理部31とデータの入出力を行う入出力部32とデータ及びプログラムを記憶するメモリ33と記録媒体を駆動する媒体ドライブ(CD-ドライブ)34とユーザーインターフェースを行う表示画面35及び入力部36とを備えている。メモリ33には、レーザスキャン加工データ作成プログラムによる次の2つの手段を記憶している。その1つは、被加工物の3次元形状データに基づき、被加工物の加工面について同時にレーザスキャン加工する部分を一つの群として、複数の群に分割する同時レーザスキャン加工群分割手段37であり、他の1つは、上記分割された同時レーザスキャン加工群のそれぞれについて、前記被加工物とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを生成する加工制御データ生成手段38である。

40

【0049】

50

上記構成において、前記全体制御手段30の制御指令に従って、順次、前記同時レーザスキャン加工群毎に、前記加工位置姿勢制御手段30により、被加工物1の加工面の位置姿勢が制御位置決めされ、前記同時レーザスキャン加工群のレーザスキャン加工用データに基づき前記レーザスキャン加工手段10により被加工物1をレーザスキャン加工することができる。

【0050】

なお、本発明は、上記構成に限られることなく種々の変形が可能である。例えば、スパッタリング法による銅の導電膜を加工対象として説明したが、材質は銅に限らずまたその成膜方法も、めっき成膜、真空蒸着膜、イオンプレーティング、電着成膜を含む成膜方法が可能である。下地基板の製法及び材質も樹脂を材料とするMIDに限らない。例えば、下地基板の材質としてセラミックも適用可能である。また、本願発明は導電膜の加工に限らず、立体形状を有する立体の表面にレーザ照射を行う処理について広く適用可能である。また、レーザスキャン加工は、同時レーザスキャン加工群毎に行うだけでなく、2平面の交わる稜線を跨いで行う加工や前記重ね代の部分などの加工においては、加工位置姿勢を連続的に制御しながら隣接する同時レーザスキャン加工群へと加工を行うステップを設けることも可能である。

【0051】

【発明の効果】

以上のように請求項1の発明によれば、被加工物の3次元形状データと加工パラメータ及びレーザ照射臨界角を含むレーザスキャン加工の条件を入力し、これらのデータと条件に基づいて、一括してレーザスキャン加工できる同時レーザスキャン加工群毎に3次元レーザ加工データを得るように、レーザ照射方向に対するレーザ照射不可面の探索、被加工物の姿勢変更処理と再度のレーザ照射不可面の探索をコンピュータに行わせることとし、さらに、被加工物表面とレーザスキャン加工手段との相対位置姿勢を制御する制御用データと同時レーザスキャン加工群を加工するためのレーザスキャン加工用データの生成、及び各データの出力をコンピュータを用いて自動処理により行わせて、3次元レーザ加工データを作成するようにしたので、従来の手作業によるデータ作成と比べ大幅なデータ作成時間削減とデータ精度の向上が図れる。また、被加工物の加工対象面を同時スキャン加工群に分割するに当たり加工条件も加味できるため、加工品質の向上が図れる。さらに、加工用データ及び制御用データの作成及び変更が容易となり最適データを得ることができるため、加工時間の短縮が可能となる。また、請求項2の発明によれば、シミュレーション機能をもたせたので、実際の加工を行うことなく容易に最適な3次元レーザ加工データを得ることができる。

【0052】

また、請求項3の発明によれば、3次元レーザ加工データ作成の手順をコンピュータに実行させることができ、請求項4の発明によれば、請求項3に記載の3次元レーザ加工データ作成プログラムを記録させたコンピュータ読み取り可能な記録媒体を用いてどのコンピュータ上でもデータ作成やデータ作成方法の変更及びデータの保存が可能となるので3次元レーザ加工の効率向上が図れる。

【0053】

また、請求項5の発明によれば、被加工物の加工対象領域を予め、同時レーザスキャン加工群に分割し、被加工物の姿勢の制御用データ及びレーザスキャン加工用データを生成しておき、これらのデータに基づき、各同時レーザスキャン加工群毎に繰り返して被加工物の姿勢制御とレーザスキャン加工を行うこととしたので、加工対象領域を加工条件や制御条件毎に加工群として分割して処理できるため、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。

【0054】

また、請求項6の発明によれば、加工対象領域のエリア分割及び焦点深度による分割をして同時レーザスキャン加工群を決定できるので、広範囲の形状の被加工物や高低差の大きな被加工物に対応することができ、レーザスキャン加工の適用範囲を拡大が図れる。また

10

20

30

40

50

、請求項7の発明によれば、加工条件としてレーザエネルギーの吸収率を考慮して加工群への分割ができるので、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。

【0055】

また、請求項8の発明によれば、加工条件として公差を考慮して加工群への分割ができるので、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができる。また、請求項9の発明によれば、重ね代を設けることとしたので、加工の不連続部分の発生を抑えることができ加工の信頼性を向上することができる。また、請求項10の発明によれば、レーザスキャン加工手段に適応した加工用データが生成されるので、各種のレーザスキャン加工手段を用いることができ、加工時間と加工品質を最適化して処理を行うことができると共に加工可能な加工対象物の範囲がひろがる。

10

【0056】

また、請求項11の発明によれば、加工面の傾斜度及びレーザ照射方向について自動的にレーザ加工パラメータが補正されて加工用データが得られるので、加工時間と加工品質を最適化すると共に被加工物の全体に亘って加工品質を均一化することができる。また、請求項12の発明によれば、レーザ加工パラメータの補正により加工パターン形状、加工速度を制御できるので、加工時間と加工品質を最適化すると共に被加工物の全体に亘って加工品質を均一化することができる。また、請求項13の発明によれば、光学系に起因するレーザスキャンの位置ずれが補正されるので、被加工物の広範囲に亘って高い加工精度を維持できると共に、被加工物の一括処理できる領域が広くとれるため被加工物の位置変更にかかる時間を短縮することができる。

20

【0057】

また、請求項14の発明によれば、被加工物の3次元形状データと加工パラメータ及びレーザ照射臨界角を含むレーザスキャン加工の条件に基づいて被加工物の加工面を同時レーザスキャン加工群分割手段により複数の群に分割し、各同時レーザスキャン加工群毎に生成した制御用データ及び加工用データに基づき加工位置姿勢制御手段とレーザスキャン加工手段を制御して被加工物をレーザスキャン加工することとしたので、一括して加工できる同時レーザスキャン加工群の概念のもと、3次元レーザ加工において、加工用データの生成から加工までの一連の処理を略全自動で行うことができ、未熟練者であっても3次元加工制御用データ作成とレーザ加工を正確かつ容易に行える。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】 (a)は本発明を適用する立体基板の斜視図、(b)は本発明の一実施形態による、加工パターンの同時レーザスキャン加工群への分割を示す斜視図。

【図2】 (a)は本発明を適用する立体基板の斜視図、(b)は同断面図、(c)はレーザ照射臨界角の説明断面図。

【図3】 本発明に係る3次元レーザ加工データ作成方法のフロー図。

【図4】 同上詳細フロー図。

【図5】 本発明に係るデータ生成過程を示す概念図。

【図6】 本発明に係る3次元レーザ加工方法のフロー図。

【図7】 同上加工方法の適用例を示す断面図。

【図8】 同上加工方法における同時レーザスキャン加工群決定の方法を示す斜視図。

40

【図9】 同上加工方法における同時レーザスキャン加工群決定の方法を示す斜視図。

【図10】 同上加工方法における同時レーザスキャン加工群決定の方法を示す斜視図。

【図11】 (a)は同上加工方法における被加工物のソリッドモデル図、(b)は同ワイヤフレーム図、(c)は同同時レーザスキャン加工群決定の方法を示す斜視図。

【図12】 角度によるレーザエネルギー吸収率変動を示す図。

【図13】 同上加工方法における同時レーザスキャン加工群に重ね代を持たせることを説明する斜視図。

【図14】 同上加工方法における斜面上のレーザ光のスポット径の補正を説明する斜視図。

【図15】 同上加工方法におけるレーザ光のバルス周波数とスキャン速度の調整を説明

50

する斜視図。

【図16】 (a)はレーザー光の描画における位置ずれを示す概念図、(b)は平面上で描画位置ずれを補正した概念図、(c)は空間で描画位置ずれを補正した概念図。

【図17】 (a)は同上加工方法による加工完成イメージ図、(b)は同イメージ図におけるレーザスキャンの順番を示す図、(c)は同イメージ図におけるレーザスキャンの他の順番を示す図。

【図18】 シミュレーション結果を説明する図。

【図19】 公差とレーザーパワー及びレーザスキャンスピードの関係を示す図。

【図20】 シミュレーション結果表示する図。

【図21】 品質レベルと加工時間の関係を示す図。

【図22】 本発明に係る3次元レーザ加工装置のシステムブロック図。

【図23】 本発明に係る3次元レーザ加工装置の斜視図。

【符号の説明】

1 被加工物

10 レーザースキャン加工手段

20 加工位置姿勢制御手段

30 全体制御手段

L、L1~L3 レーザ光(レーザ)

VS 加工基準面

P 加工パターン

G1~G5, G21~G25, G41~G44 同時レーザースキャン加工群(加工群)

LG1~LG3 同時レーザースキャン加工群(加工群)

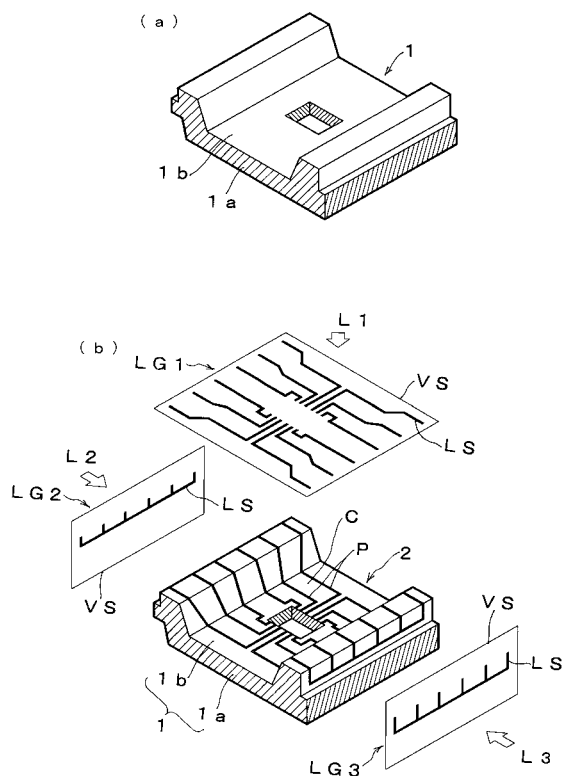
重ね代

W 加工幅

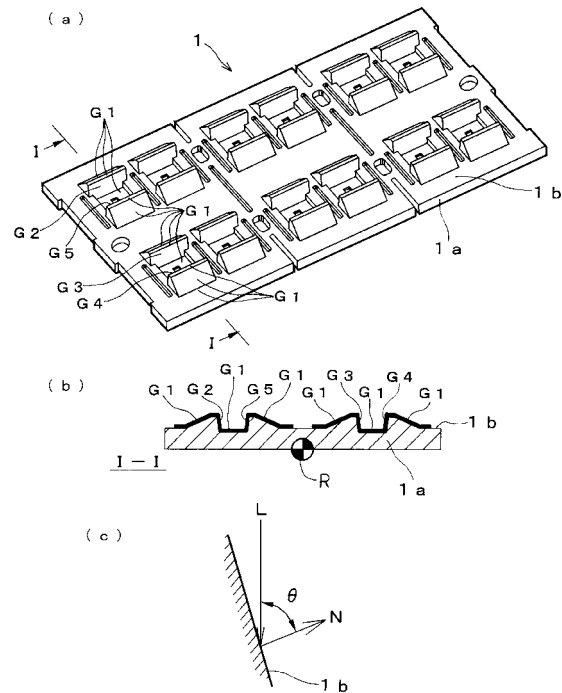
10

20

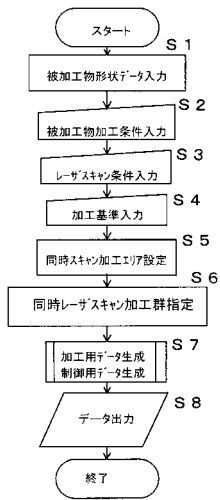
【図1】



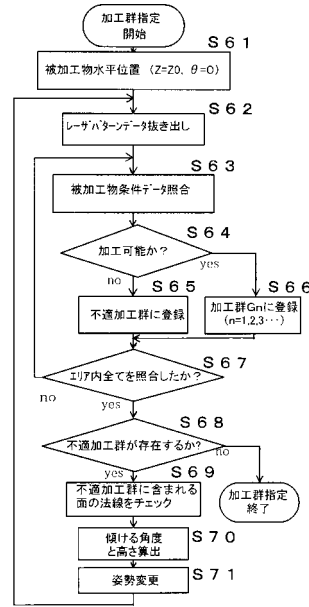
【図2】



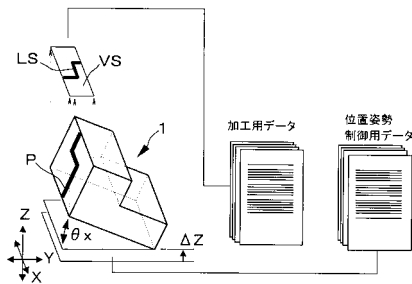
【図3】



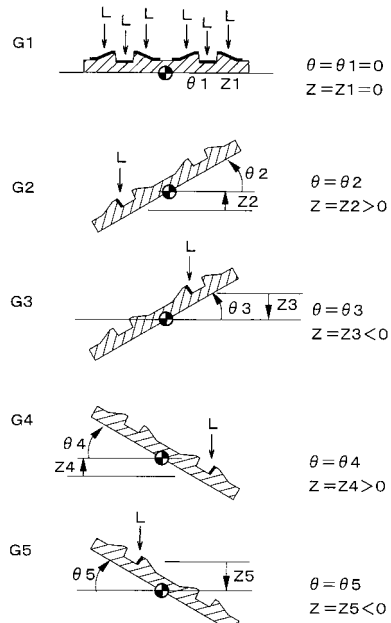
【図4】



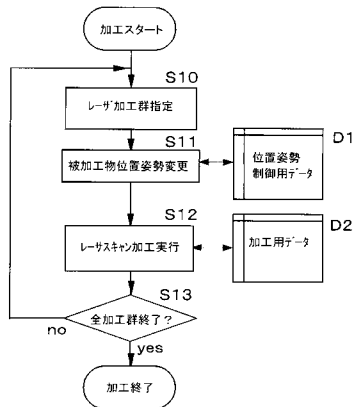
【図5】



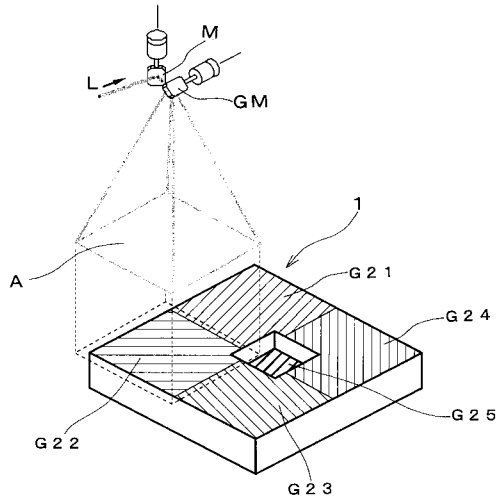
【図7】



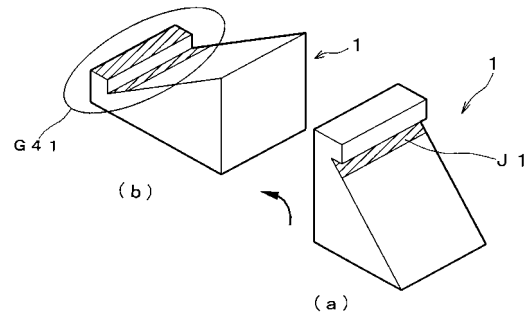
【図6】



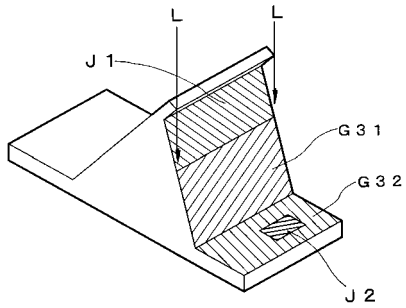
【図8】



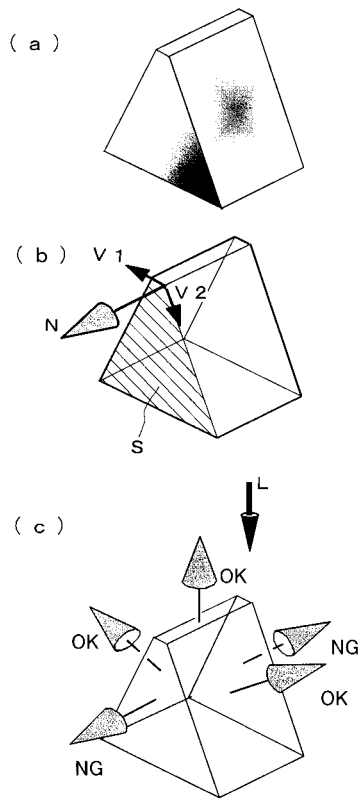
【図10】



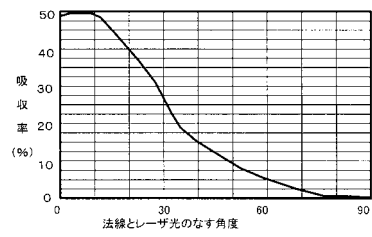
【図9】



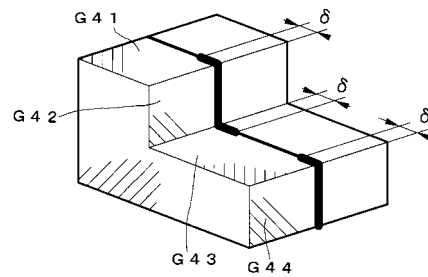
【図11】



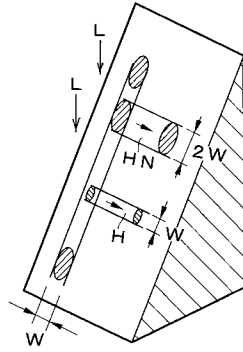
【図12】



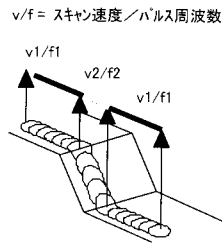
【図13】



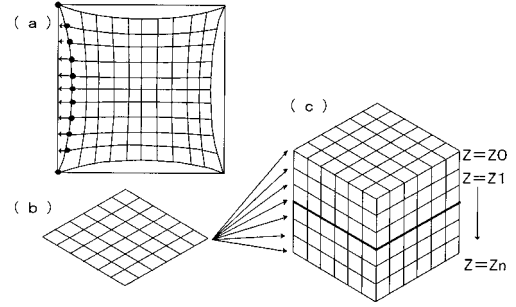
【図14】



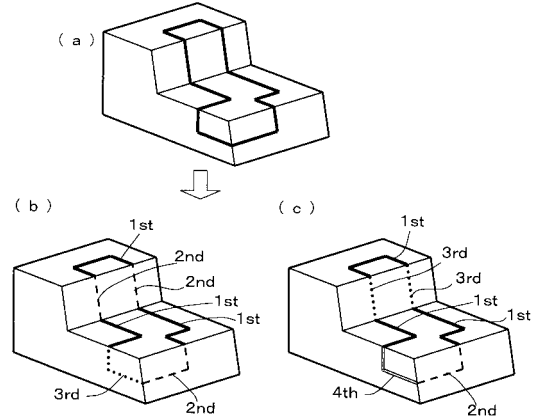
【図15】



【図16】



【図17】



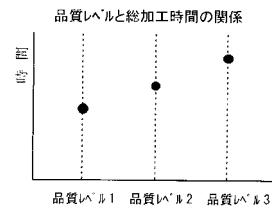
【図18】

シミュレーション結果 表示ウィンドウ

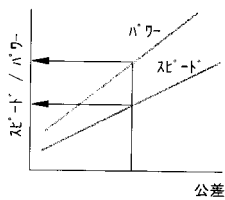
項目	分割パターン1	分割パターン2
レーザ加工時間	10.0sec	10.0sec
ワーク動作回数	4回	5回
ワーク駆動時間	7.5sec	8.5sec
Total	17.5sec	18.5sec
品質	○	◎

品質重視で、この分割パターンを選択

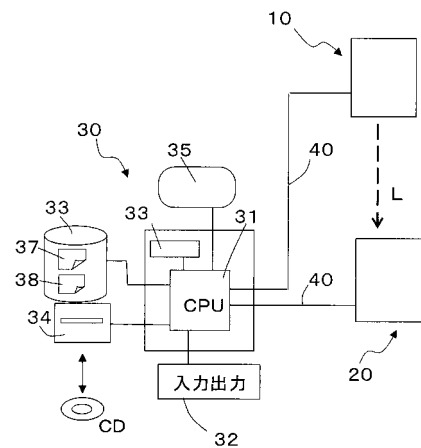
【図21】



【図19】



【図22】

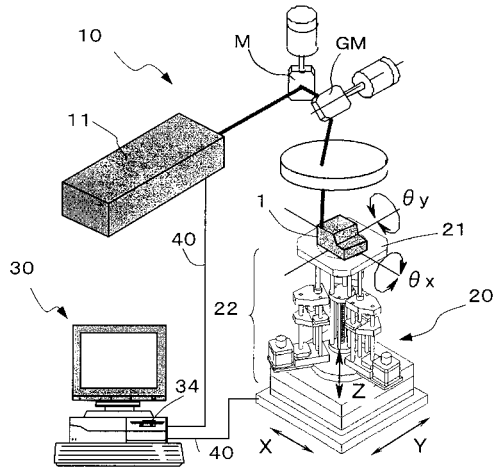


【図20】

シミュレーション結果 表示ウィンドウ

項目	品質レベル1	品質レベル2	品質レベル3
レーザ加工時間	10.0sec	10.5sec	11.5sec
ワーク動作回数	4回	5回	6回
ワーク駆動時間	7.5sec	8.5sec	10.0sec
Total	17.5sec	19.0sec	21.5sec

【 図 23 】



フロントページの続き

審査官 大山 健

(56)参考文献 特開平04 - 039706 (JP, A)
実開平04 - 064480 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 19/18-19/46
B23K 26/00-26/42
B23Q 15/00-15/28