(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7503483号
(P7503483)

(45)発行日　令和6年6月20日(2024.6.20)

(24)登録日　令和6年6月12日(2024.6.12)

(51)国際特許分類
Ｂ２３Ｋ　26/38　(2014.01)

ＦＩ
Ｂ２３Ｋ　26/38　Ａ

請求項の数　6　（全18頁）

(21)出願番号　特願2020-196669(P2020-196669)
(22)出願日　令和2年11月27日(2020.11.27)
(65)公開番号　特開2022-85150(P2022-85150A)
(43)公開日　令和4年6月8日(2022.6.8)
審査請求日　令和5年5月22日(2023.5.22)

(73)特許権者　390014672
株式会社アマダ
神奈川県伊勢原市石田２００番地
(74)代理人　100083806
弁理士　三好 秀和
(74)代理人　100101247
弁理士　高橋 俊一
(74)代理人　100095500
弁理士　伊藤 正和
(74)代理人　100098327
弁理士　高松 俊雄
(72)発明者　吉川 昇
神奈川県伊勢原市石田２００番地
(72)発明者　村上 拓也
神奈川県伊勢原市石田２００番地

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　レーザ加工方法、レーザ加工機、及び加工プログラム作成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

板金を切断することによって作製されるパーツ内に穴を形成するための穴加工線が設定され、前記穴加工線で囲まれた穴形成領域内に、直線よりなる１または複数の分割線を設定し、

前記分割線が前記穴加工線とつながる第１の連結点において、前記分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記分割線と前記第１の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記分割線の接続角度とし、前記分割線を挟む２つの接続角度のうちの小さい方の接続角度を判定対象の接続角度として、前記判定対象の接続角度が所定の角度より小さいか否かを判定し、

前記判定対象の接続角度が前記所定の角度より小さいとき、前記分割線のうち、前記穴形成領域内に設定した前記穴加工線を内側に所定の距離だけオフセットした補助線と前記穴加工線との間の線分を、前記分割線が前記補助線と交わる位置から前記第１の連結点とは異なる前記穴加工線とつながる第２の連結点までの直線または曲線よりなる補正分割線に置換するように前記分割線を補正し、

前記第２の連結点において、前記補正分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記補正分割線と前記第２の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記補正分割線の接続角度とし、前記補正分割線を挟む２つの接続角度のうちの前記判定対象の接続角度と同じ側の接続角度を補正接続角度として、前記補正分割線は、前記補正接続角度を前記判定対象の接続角度より大きくするように設定され、

少なくとも補正された前記分割線を含む１または複数の分割線に沿ってレーザビームを照射して、前記穴形成領域を複数のスクラップに分割し、前記穴加工線に沿ってレーザビームを照射して前記穴形成領域を切断して前記板金に前記穴を形成する
レーザ加工方法。
【請求項２】
前記判定対象の接続角度が４５度未満であるとき、前記補正接続角度は４５度以上であり、
前記判定対象の接続角度が４５度以上であるとき、前記補正接続角度は前記判定対象の接続角度より大きい角度である
請求項１に記載のレーザ加工方法。
【請求項３】
前記補助線の形状は、前記穴加工線の形状と相似で同心である請求項１または２に記載のレーザ加工方法。
【請求項４】
板金にレーザビームを照射して前記板金を切断する加工機本体と、
前記加工機本体が前記板金を切断してパーツを作製するよう前記加工機本体を制御する制御装置と、
を備え、
前記制御装置は、
前記パーツ内に穴を形成するために設定された穴加工線で囲まれた穴形成領域を複数のスクラップに分割した後に前記穴加工線を切断して前記穴を形成するとき、
前記穴形成領域を分割するための１または複数の分割線が、前記穴加工線とつながる連結点において、前記分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記分割線と前記連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記分割線の接続角度とし、前記分割線を挟む２つの接続角度のうちの小さい方の接続角度が所定の角度以上となるように、前記分割線が前記穴形成領域内に設定した前記穴加工線を内側にオフセットした補助線と交わる位置で折り曲げられている分割線によって前記穴形成領域を分割するよう前記加工機本体を制御する
レーザ加工機。
【請求項５】
穴を有するパーツを示すパーツ図形データに基づき、穴を形成するために設定された穴加工線で囲まれた穴形成領域を分割線によって分割する必要があるか否かを判定する穴分割要否判定部と、
前記穴分割要否判定部によって前記穴形成領域を分割線によって分割する必要があると判定されたとき、前記穴形成領域内に１または複数の分割線を設定する分割線設定部と、
前記分割線が前記穴加工線とつながる第１の連結点において、前記分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記分割線と前記第１の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記分割線の接続角度とし、前記分割線を挟む２つの接続角度のうちの小さい方の接続角度を判定対象の接続角度として、前記判定対象の接続角度が所定の角度より小さいか否かを判定する分割線補正要否判定部と、
前記分割線補正要否判定部によって前記判定対象の接続角度が前記所定の角度より小さいと判定されたとき、前記分割線のうち、前記穴形成領域内に設定した前記穴加工線を内側に所定の距離だけオフセットした補助線と前記穴加工線との間の線分を、前記分割線が前記補助線と交わる位置から前記第１の連結点とは異なる前記穴加工線とつながる第２の連結点までの直線または曲線よりなる補正分割線に置換するように前記分割線を補正する分割線補正部と、
を備え、
前記分割線補正部は、前記第２の連結点において、前記補正分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記補正分割線と前記第２の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記補正分割線の接続角度とし、前記補正分割線を挟む２つの接続角度のうちの

前記判定対象の接続角度と同じ側の接続角度を補正接続角度として、前記補正接続角度が前記判定対象の接続角度より大きくなるように前記補正分割線を設定し、
　前記パーツ図形データと前記分割線補正部で設定された分割線とに基づき、前記穴形成領域内に前記分割線の切断経路を割り付け、前記穴加工線に穴を形成するための切断経路を割り付ける切断経路設定部と、
　ＮＣ装置が、前記切断経路設定部で設定された切断経路に基づいて板金を切断して前記パーツを作製するようレーザ加工機を制御するためのＮＣデータを作成するＮＣデータ作成部と、
　をさらに備える加工プログラム作成装置。
【請求項６】
　前記判定対象の接続角度を補正前接続角度として、｜９０度－補正前接続角度｜≧｜９０度－補正接続角度｜なる関係を満たすか否かを判定し、前記関係を満たさないとき、前記分割線補正部による前記分割線の補正を削除するよう前記分割線補正部に指示する補正可否判定部をさらに備える請求項５に記載の加工プログラム作成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、レーザ加工方法、レーザ加工機、及び加工プログラム作成装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
　レーザ加工機は、複数のスキッドが配列されたテーブル上に載置された板金にレーザビームを照射して板金を切断して、所定の形状を有するパーツを作製する。内部に穴が形成されるパーツであれば、レーザ加工機は穴が形成される穴形成領域の周囲を切断し、その後にパーツの周囲を切断する。切断されてパーツから取り除かれるべき部分はスクラップと称される。
【０００３】
　板金に形成する穴が大きいときには、スクラップがスキッドの間から下方へと落下しなかったり、落下しないスクラップが立ち上がって加工ヘッドと干渉したりすることがある。そこで、レーザ加工機は、スクラップの立ち上がりを防ぎ、スクラップを落下させるために、所定の大きさ以上の穴を形成するときには、穴形成領域を複数の小さなスクラップに分割する（特許文献１または２参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特開２０１５－１００８２８号公報
【文献】特開２０１６－７８０６３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
　レーザ加工機は、穴形成領域内に設定された分割線に沿って穴形成領域を切断した後に、穴形成領域の周囲である穴加工線に沿って板金を切断する。このとき、分割線と穴加工線とがなす角度、または分割線と分割線が穴加工線とつながる連結点における穴加工線の接線がなす角度が小さいと、連結点の近傍において金属が過度に溶融するバーニングと称される現象が発生することがある。
【０００６】
　連結点の近傍でバーニングが発生すると、スクラップが落下しない加工不良が発生することがある。これは、過度に溶融した金属がアシストガスによって広がってしまい、切断されるべきスクラップが切断しないためである。内部に穴を有するパーツを作製するときに、加工不良の発生を抑える分割線を形成して板金を加工することができるレーザ加工方法、レーザ加工機、及び加工プログラム作成装置の登場が望まれる。

【課題を解決するための手段】
【０００７】
１またはそれ以上の実施形態の第１の態様によれば、板金を切断することによって作製されるパーツ内に穴を形成するための穴加工線が設定され、前記穴加工線で囲まれた穴形成領域内に、直線よりなる１または複数の分割線を設定し、前記分割線が前記穴加工線とつながる第１の連結点において、前記分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記分割線と前記第１の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記分割線の接続角度とし、前記分割線を挟む２つの接続角度のうちの小さい方の接続角度を判定対象の接続角度として、前記判定対象の接続角度が所定の角度より小さいか否かを判定し、前記判定対象の接続角度が前記所定の角度より小さいとき、前記分割線のうち、前記穴形成領域内に設定した前記穴加工線を内側に所定の距離だけオフセットした補助線と前記穴加工線との間の線分を、前記分割線が前記補助線と交わる位置から前記第１の連結点とは異なる前記穴加工線とつながる第２の連結点までの直線または曲線よりなる補正分割線に置換するように前記分割線を補正し、前記第２の連結点において、前記補正分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記補正分割線と前記第２の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記補正分割線の接続角度とし、前記補正分割線を挟む２つの接続角度のうちの前記判定対象の接続角度と同じ側の接続角度を補正接続角度として、前記補正分割線は、前記補正接続角度を前記判定対象の接続角度より大きくするように設定され、少なくとも補正された前記分割線を含む１または複数の分割線に沿ってレーザビームを照射して、前記穴形成領域を複数のスクラップに分割し、前記穴加工線に沿ってレーザビームを照射して前記穴形成領域を切断して前記板金に前記穴を形成するレーザ加工方法が提供される。
【０００８】
１またはそれ以上の実施形態の第２の態様によれば、板金にレーザビームを照射して前記板金を切断する加工機本体と、前記加工機本体が前記板金を切断してパーツを作製するよう前記加工機本体を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、前記パーツ内に穴を形成するために設定された穴加工線で囲まれた穴形成領域を複数のスクラップに分割した後に前記穴加工線を切断して前記穴を形成するとき、前記穴形成領域を分割するための１または複数の分割線が、前記穴加工線とつながる連結点において、前記分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記分割線と前記連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記分割線の接続角度とし、前記分割線を挟む２つの接続角度のうちの小さい方の接続角度が所定の角度以上となるように、前記分割線が前記穴形成領域内に設定した前記穴加工線を内側にオフセットした補助線と交わる位置で折り曲げられている分割線によって前記穴形成領域を分割するよう前記加工機本体を制御するレーザ加工機が提供される。
【０００９】
１またはそれ以上の実施形態の第３の態様によれば、穴を有するパーツを示すパーツ図形データに基づき、穴を形成するために設定された穴加工線で囲まれた穴形成領域を分割線によって分割する必要があるか否かを判定する穴分割要否判定部と、前記穴分割要否判定部によって前記穴形成領域を分割線によって分割する必要があると判定されたとき、前記穴形成領域内に１または複数の分割線を設定する分割線設定部と、前記分割線が前記穴加工線とつながる第１の連結点において、前記分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記分割線と前記第１の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記分割線の接続角度とし、前記分割線を挟む２つの接続角度のうちの小さい方の接続角度を判定対象の接続角度として、前記判定対象の接続角度が所定の角度より小さいか否かを判定する分割線補正要否判定部と、前記分割線補正要否判定部によって前記判定対象の接続角度が前記所定の角度より小さいと判定されたとき、前記分割線のうち、前記穴形成領域内に設定した前記穴加工線を内側に所定の距離だけオフセットした補助線と前記穴加工線との間の線分を、前記分割線が前記補助線と交わる位置から前記第１の連結点とは異なる前記穴加工線とつながる第２の連結点までの直線または曲線よりなる補正分割線に置換するように前記分割線を補正する分割線補正部とを備える加工プログラム作成装置が提供される。

【００１０】
上記構成の加工プログラム作成装置において、前記分割線補正部は、前記第２の連結点において、前記補正分割線と前記穴加工線とがなす角度、または前記補正分割線と前記第２の連結点における前記穴加工線の接線とがなす角度を前記補正分割線の接続角度とし、前記補正分割線を挟む２つの接続角度のうちの前記判定対象の接続角度と同じ側の接続角度を補正接続角度として、前記補正接続角度が前記判定対象の接続角度より大きくなるように前記補正分割線を設定する。
【００１１】
上記構成の加工プログラム作成装置は、前記パーツ図形データと前記分割線補正部で設定された分割線とに基づき、前記穴形成領域内に前記分割線の切断経路を割り付け、前記穴加工線に穴を形成するための切断経路を割り付ける切断経路設定部と、ＮＣ装置が、前記切断経路設定部で設定された切断経路に基づいて板金を切断して前記パーツを作製するようレーザ加工機を制御するためのＮＣデータを作成するＮＣデータ作成部とをさらに備える。
【発明の効果】
【００１２】
本発明のレーザ加工方法、レーザ加工機、及び加工プログラム作成装置によれば、内部に穴を有するパーツを作製するときに、加工不良の発生を抑える分割線を形成して板金を加工することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】図１は、１またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機の全体的な構成例を示す図である。
【図２】図２は、穴を有するパーツの第１の例を示す平面図である。
【図３】図３は、図２に示すパーツの穴形成領域を１または複数の分割線で分割する状態を示す平面図である。
【図４】図４は、図２に示すパーツの穴形成領域を図３に示す１または複数の分割線で分割するときの具体的な切断工程の一例を示す図である。
【図５】図５は、加工不良が発生する理由を説明するための図４における部分拡大図である。
【図６】図６は、パーツの穴形成領域を図３に示すように１または複数の分割線で分割したときに加工不良の原因となるバーニングが発生しやすい位置を示す平面図である。
【図７】図７は、図２に示すパーツの穴形成領域を、補正分割線を含む１または複数の分割線で分割する状態を示す平面図である。
【図８】図８は、図２に示すパーツの穴形成領域を、図７に示す補正分割線を含む１または複数の分割線で分割するときの具体的な切断工程の一例を示す図である。
【図９】図９は、補正分割線を直線として補正分割線の詳細を示す図８における部分拡大図である。
【図１０】図１０は、補正分割線を曲線として補正分割線の詳細を示す部分拡大図である。
【図１１】図１１は、穴を有するパーツの第２の例を示す平面図である。
【図１２】図１２は、オフセット線を穴形成領域内に設定できないときの補正分割線の設定方法を示す部分拡大図である。
【図１３】図１３は、１またはそれ以上の実施形態の加工プログラム作成装置が加工プログラムを作成する処理を示すフローチャートである。
【図１４】図１４は、加工プログラムを作成するＣＡＭ装置の機能的な構成例を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下、１またはそれ以上の実施形態のレーザ加工方法、レーザ加工機、及び加工プログラム作成装置について、添付図面を参照して説明する。

【００１５】
まず、図１を用いて、１またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機１００の全体的な構成例を説明する。図１において、ベース１０上には、加工対象の材料である板金Ｗを載置するためのテーブル１２が設けられている。テーブル１２内には、例えば鉄板よりなる複数のスキッド１３がＸ方向に配列されている。スキッド１３の上端部には、複数の三角形状の突起が形成されている。よって、板金Ｗは、複数の突起によって支えられている。
【００１６】
レーザ加工機１００は、テーブル１２を跨ぐよう配置された門型のフレーム１４を備える。フレーム１４は、サイドフレーム１４１及び１４２と上部フレーム１４３とを有する。フレーム１４は、ベース１０の側面に形成されたＸ方向のレール１１に沿って、Ｘ方向に移動するように構成されている。
【００１７】
上部フレーム１４３内には、Ｙ方向に移動自在のキャリッジ１５が設けられている。キャリッジ１５には、レーザビームを射出する加工ヘッド１６が取り付けられている。フレーム１４がＸ方向に移動し、キャリッジ１５がＹ方向に移動することによって、加工ヘッド１６は、板金Ｗの上方で、Ｘ及びＹ方向に任意に移動するように構成されている。加工ヘッド１６はＺ方向にも移動自在となっている。
【００１８】
ベース１０、スキッド１３が配列されたテーブル１２、フレーム１４、加工ヘッド１６が取り付けられたキャリッジ１５は、加工機本体６０を構成する。ＮＣ装置５０は、加工機本体６０を制御する。ＮＣ装置５０は加工機本体６０を制御する制御装置の一例である。
【００１９】
フレーム１４には、ＮＣ装置５０と接続された操作ペンダント５１が取り付けられている。操作ペンダント５１は、表示部５１１及び操作部５１２を有する。表示部５１１は、各種の情報を表示する。操作ペンダント５１は、オペレータが操作部５１２を操作することによって、ＮＣ装置５０に各種の指示信号を供給する。
【００２０】
ＮＣ装置５０には、ネットワークを介して、ＣＡＤ（Computer Aided Design）装置１、ＣＡＭ（Computer Aided Manufacturing）装置２、データベース３が接続されている。ＣＡＤ装置１及びＣＡＭ装置２はコンピュータ機器によって構成されている。ＣＡＤ装置１とＣＡＭ装置２とが別々のコンピュータ機器によって構成されていてもよいし、１つのコンピュータ機器によって構成されていてもよい。ＣＡＤ装置１は、レーザ加工機１００が作製するパーツの図形データを生成する。ＣＡＭ装置２は、パーツの図形データ（及び板金の図形データ）に基づいて、レーザ加工機１００が板金Ｗを切断してパーツを作製するための加工プログラムを作成する。ＣＡＭ装置２は、１またはそれ以上の実施形態の加工プログラム作成装置として機能する。
【００２１】
加工プログラムは、ＮＣ装置５０に供給されてもよいし、データベース３に供給されて格納されてもよい。加工プログラムがデータベース３に格納されていれば、ＮＣ装置５０は、作製しようとするパーツに対応する加工プログラムをデータベース３より読み出す。ＮＣ装置５０は、加工プログラムに基づいて加工機本体６０を制御する。
【００２２】
レーザ加工機１００（加工機本体６０）は、加工ヘッド１６をＸ方向またはＹ方向に移動させながら板金Ｗにレーザビームを照射して板金Ｗを切断して、板金Ｗより１または複数のパーツを切り出す。なお、板金Ｗには、レーザビームを照射するのに合わせて、アシストガスが吹き付けられる。図１では、アシストガスを吹き付ける構成の図示を省略している。
【００２３】
レーザ加工機１００が図２に示すパーツＰ１を作製する場合を第１の例として、レーザ加工機１００が板金Ｗをどのように切断するのが好ましいかを説明する。パーツＰ１は１

つの丸穴と２つの長丸穴を有するパーツである。レーザ加工機１００が円形の穴加工線Ｈ１を切断すれば丸穴が形成され、長丸状の穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂを切断すれば長丸穴が形成される。長丸穴とは、２つの平行で同じ長さの直線の双方の端部に半円状の円弧を接続した図形である。レーザ加工機１００が丸穴及び長丸穴を形成した後にパーツＰ１の外形を切断すれば、板金Ｗよりパーツ Ｐ１が切り出される。

【００２４】

図２において、Ｘ方向は図１に示す複数のスキッド１３が配列されている方向であり、Ｙ方向はＸ方向と直交するスキッド１３の面に沿った方向である。

【００２５】

パーツＰ１に形成される丸穴及び長丸穴は比較的大きな穴であるため、図３に示すように、レーザ加工機１００が、穴加工線Ｈ１内の穴形成領域を複数の分割線で分割し、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内の穴形成領域を各１つの分割線で分割したとする。穴加工線Ｈ１内の穴形成領域は、Ｙ方向の分割線ＤＬ１～ＤＬ３及びＸ方向の分割線ＤＬ４～ＤＬ６で１６分割される。穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内の穴形成領域は、Ｙ方向の分割線ＤＬ７で２分割される。各穴形成領域をこのように分割すれば、スクラップの立ち上がりを防ぎ、スクラップをスキッド１３の間から落下させることができる。

【００２６】

穴加工線Ｈ１内の穴形成領域をＹ方向の分割線ＤＬ２及びＸ方向の分割線ＤＬ５のみで４分割することも考えられる。しかしながら、４分割ではスクラップが落下しなかったり、落下しなかったスクラップが立ち上がったりすることがある。加工ヘッド１６が立ち上がったスクラップと干渉して加工が停止したり、加工ヘッド１６が破損したりすることがある。よって、図３に示すように、大きな穴を形成するときには穴形成領域を多くの分割線で分割して、スクラップを小さくするのがよい。

【００２７】

穴加工線Ｈ１内の穴形成領域及び穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内の穴形成領域を分割線ＤＬ１～ＤＬ７で分割するとき、具体的には、各穴形成領域は一例として図４に示すように切断される。図４において、下線を付した数字は切断工程及びその順の一例を示す。

【００２８】

図４において、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ１の穴形成領域内にピアスＰｓ１を開け、ピアスＰｓ１から上方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ１１を切断し、続けて、ピアスＰｓ１から下方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ１２を切断する。レーザ加工機１００は、さらにピアスＰｓ２を開け、ピアスＰｓ２から上方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ２１を切断し、続けて、ピアスＰｓ２から下方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ２２を切断する。レーザ加工機１００は、さらにピアスＰｓ３を開け、ピアスＰｓ３から上方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ３１を切断し、続けて、ピアスＰｓ３から下方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ３２を切断する。

【００２９】

レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ１から左方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ４１を切断し、続けて、ピアスＰｓ１から右方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ４２を切断する。レーザ加工機１００は、さらにピアスＰｓ５を開け、ピアスＰｓ５から左方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ５１を切断し、続けて、ピアスＰｓ５から右方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ５２を切断する。レーザ加工機１００は、さらにピアスＰｓ６を開け、ピアスＰｓ６から左方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ６１を切断し、続けて、ピアスＰｓ６から右方に穴加工線Ｈ１までの分割線ＤＬ６２を切断する。

【００３０】

最後に、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ１上のいずれかの位置から板金Ｗを穴加工線Ｈ１に沿って切断して切断線ＣＬ１を形成する。図４では、穴加工線Ｈ１に沿った円形の切断線が形成される前の円弧状の部分的な切断線ＣＬ１を示している。

【００３１】

レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内の穴形成領域にピアスＰｓ７を開

け、ピアスＰｓ７から上方に穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂまでの分割線ＤＬ７１を切断し、続けて、ピアスＰｓ７から下方に穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂまでの分割線ＤＬ７２を切断する。最後に、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ上のいずれかの位置から板金Ｗを穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂに沿って切断して切断線ＣＬ２を形成する。図４では、穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂに沿った長丸状の切断線が形成される前の部分的な切断線ＣＬ２を示している。

【００３２】

図５は、分割線ＤＬ３２と切断線ＣＬ１とがつながる連結点Ｐ３２１（第１の連結点）の周囲を拡大して示している。切断線ＣＬ１が連結点Ｐ３２１を過ぎて切断が進行するとき、分割線ＤＬ３２と連結点Ｐ３２１における切断線ＣＬ１の接線Ｔ３２１とがなす連結点Ｐ３２１の手前側及び通過後の２つの角度のうち、通過後の角度が小さい。よって、ハッチングを付している部分に必要以上の熱が加わることがある。すると、金属が過度に溶融するバーニングが発生し、スクラップが落下しない加工不良を発生させることがある。

【００３３】

分割線と穴加工線Ｈ１またはＨ２（切断線ＣＬ１またはＣＬ２）とがなす角度、または分割線と分割線が穴加工線Ｈ１またはＨ２とつながる連結点における穴加工線Ｈ１またはＨ２の接線とがなす角度を接続角度と称することとする。

【００３４】

図６に示すように、バーニングが発生しやすいのは、破線の丸で囲んでいるように、穴加工線Ｈ１で囲まれた穴形成領域においては、連結点Ｐ３２１の他に、連結点Ｐ１１１、Ｐ１２１、Ｐ３１１、Ｐ４１１、Ｐ４２１、Ｐ６１１、Ｐ６２１である。穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂで囲まれた穴形成領域においては、連結点Ｐ７１２及びＰ７２２である。これらの連結点においては、分割線を挟む２つの接続角度のうちの一方の接続角度が小さく、加工不良を発生させることがある。小さい方の接続角度を判定対象の接続角度と称することとする。

【００３５】

そこで、加工不良の発生を抑えるため、１またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機１００及びレーザ加工機１００が実行するレーザ加工方法は、図７に示すように分割線を設定して穴形成領域を切断する。１またはそれ以上の実施形態の加工プログラム作成装置は、図７に示すように穴形成領域を切断する分割線を設定した加工プログラムを作成する。

【００３６】

図７に示すように、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ１で囲まれた穴形成領域を、図３に示す分割線ＤＬ１、ＤＬ３、ＤＬ４、ＤＬ６に代えて、分割線ＤＬ１’、ＤＬ３’、ＤＬ４’、ＤＬ６’で分割する。分割線ＤＬ１’、ＤＬ３’、ＤＬ４’、ＤＬ６’は、穴加工線Ｈ１内に設定した仮想的な円形の補助線Ｈ１ｉと穴加工線Ｈ１との間に、それぞれ、補正分割線ＤＬ１１ｃ及びＤＬ１２ｃ、ＤＬ３１ｃ及びＤＬ３２ｃ、ＤＬ４１ｃ及びＤＬ４２ｃ、ＤＬ６１ｃ及びＤＬ６２ｃを有する。分割線ＤＬ２及びＤＬ５は図３と同じである。

【００３７】

補助線Ｈ１ｉは、穴加工線Ｈ１を内側に所定の距離だけオフセットした線である。穴加工線Ｈ１と補助線Ｈ１ｉとは同心であるのがよい。補助線Ｈ１ｉの形状は穴加工線Ｈ１の形状と相似であるのがよいが、相似に限定されない。

【００３８】

また、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内の穴形成領域を、図３に示す分割線ＤＬ７に代えて分割線ＤＬ７’で分割する。分割線ＤＬ７’は、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内に設定した仮想的な長丸状の補助線Ｈ２ａｉまたは Ｈ２ｂｉと穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂとの間に、補正分割線ＤＬ７１ｃ及びＤＬ７２ｃを有する。

【００３９】

補助線Ｈ２ａｉ及びＨ２ｂｉは、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂを内側に所定の距離だけオフセットした線である。穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂと補助線Ｈ２ａｉ及びＨ２ｂｉとは相似形で同心であるのがよい。即ち、補助線Ｈ２ａｉ及びＨ２ｂｉで形成される図形の中心

は、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂで形成される図形の中心と一致するように配置されているのがよい。両者の形状は相似に限定されない。

【００４０】

このように、分割線ＤＬ１’、ＤＬ３’、ＤＬ４’、ＤＬ６’、ＤＬ７’は、分割線ＤＬ１、ＤＬ３、ＤＬ４、ＤＬ６、ＤＬ７が補助線Ｈ１ｉ、Ｈ２ａｉ、Ｈ２ｂｉと交わる位置で折り曲げられている。

【００４１】

具体的には、各穴形成領域は一例として図８に示すように切断される。図８において、下線を付した数字は切断工程及びその順の一例を示す。図４と共通する説明を省略する。

【００４２】

図８において、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ１内に形成したピアスＰｓ１から上方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ１１を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ１１ｃを切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ１から下方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ１２を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ１２ｃを切断する。

【００４３】

レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ１内に形成したピアスＰｓ３から上方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ３１を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ３１ｃを切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ３から下方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ３２を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ３２ｃを切断する。

【００４４】

レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ１から左方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ４１を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ４１ｃを切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ１から右方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ４２を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ４２ｃを切断する。

【００４５】

レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ１内に形成したピアスＰｓ６から左方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ６１を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ６１ｃを切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ６から右方に補助線Ｈ１ｉに到達するまで分割線ＤＬ６２を切断し、その後、穴加工線Ｈ１まで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ６２ｃを切断する。

【００４６】

レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ２ａ及びＨ２ｂ内に形成したピアスＰｓ７から上方に補助線Ｈ２ａｉまたは Ｈ２ｂｉに到達するまで分割線ＤＬ７１を切断し、その後、穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂまで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ７１ｃを切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ７から下方に補助線Ｈ２ａｉまたは Ｈ２ｂｉに到達するまで分割線ＤＬ７２を切断し、その後、穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂまで進行方向を変更した補正分割線ＤＬ７２ｃを切断する。

【００４７】

補正分割線ＤＬ１１ｃ、ＤＬ１２ｃ、ＤＬ３１ｃ、ＤＬ３２ｃ、ＤＬ４１ｃ、ＤＬ４２ｃ、ＤＬ６１ｃ、ＤＬ６２ｃは、分割線と、分割線と穴加工線Ｈ１（切断線ＣＬ１）とがつながる連結点における接線とがなす接続角度を補正している。補正分割線ＤＬ７１ｃ及びＤＬ７２ｃは、分割線と、分割線と穴加工線Ｈ２ａまたは Ｈ２ｂ（切断線ＣＬ２）とがつながる連結点における接線とがなす接続角度を補正している。

【００４８】

図９を用いて、補正分割線ＤＬ３２ｃ及びＤＬ６２ｃを例として、補正分割線ＤＬ１１ｃ、ＤＬ１２ｃ、ＤＬ３１ｃ、ＤＬ３２ｃ、ＤＬ４１ｃ、ＤＬ４２ｃ、ＤＬ６１ｃ、ＤＬ６２ｃが接続角度をどのように補正するかを説明する。補正分割線ＤＬ３２ｃを有さない

分割線ＤＬ３２は、破線で示すように連結点Ｐ３２１で穴加工線Ｈ１とつながる。このときの判定対象の接続角度（補正前接続角度）は９０度より格段に小さい。補正分割線ＤＬ３２ｃは、連結点Ｐ３２１ｃ（第２の連結点）で穴加工線Ｈ１とつながる。補正分割線ＤＬ３２ｃと、連結点Ｐ３２１ｃにおける穴加工線Ｈ１の接線Ｔ３２１ｃとがなす判定対象の接続角度と同じ側の接続角度（補正接続角度）は、補正前接続角度よりも大きい。

【００４９】

図９に示すように、連結点Ｐ３２１ｃにおける補正接続角度は９０度であることが好ましい。補正接続角度は少なくとも補正前接続角度より大きいことが必要である。補正前接続角度が４５度未満であるとき、補正接続角度は４５度以上とするのがよい。補正接続角度が９０度未満であってもバーニングが発生しない所定の角度以上であるときには、補正接続角度を補正しなくてもよい。

【００５０】

補正分割線ＤＬ６２ｃを有さない分割線ＤＬ６２は、破線で示すように連結点Ｐ６２１（第１の連結点）で穴加工線Ｈ１とつながる。このときの補正前接続角度は９０度より格段に小さい。補正分割線ＤＬ６２ｃは、連結点Ｐ６２１ｃ（第２の連結点）で穴加工線Ｈ１とつながる。補正分割線ＤＬ６２ｃと、連結点Ｐ６２１ｃにおける穴加工線Ｈ１の接線Ｔ６２１ｃとがなす補正接続角度は、補正前接続角度よりも大きい。

【００５１】

同様に、連結点Ｐ６２１ｃにおける補正接続角度は９０度であることが好ましい。補正接続角度は少なくとも補正前接続角度より大きいことが必要である。補正前接続角度が４５度未満であるとき、補正接続角度は４５度以上とするのがよい。補正接続角度が所定の角度以上であるときには、補正接続角度を補正しなくてもよい。

【００５２】

補正分割線ＤＬ１１ｃ及びＤＬ１２ｃ、ＤＬ３１ｃ及びＤＬ３２ｃ、ＤＬ４１ｃ及びＤＬ４２ｃ、ＤＬ６１ｃ及びＤＬ６２ｃは直線に限定されることはなく、例えば円弧である曲線であってもよい。図１０は、図９における直線の補正分割線ＤＬ３２ｃ及びＤＬ６２ｃの代わりに、それぞれ、円弧よりなる補正分割線ＤＬ３２ｃａ及びＤＬ６２ｃａとした例を示している。補正分割線ＤＬ３２ｃａ及びＤＬ６２ｃａは、それぞれ、連結点Ｐ３２１ｃａ及びＰ６２１ｃａで穴加工線Ｈ１とつながる。補正分割線ＤＬ３２ｃａ及びＤＬ６２ｃａが穴加工線Ｈ１とつながるときの補正接続角度は補正前接続角度よりも大きい。

【００５３】

以上のように、判定対象の接続角度が所定の角度より小さいとき、穴形成領域内に設定した補助線Ｈ１ｉ、Ｈ２ａｉ、Ｈ２ｂｉと穴加工線Ｈ１、Ｈ２ａ、Ｈ２ｂとの間の線分を、直線または曲線よりなる補正分割線に置換するように分割線を補正すればよい。補正分割線は、分割線が補助線Ｈ１ｉ、Ｈ２ａｉ、Ｈ２ｂｉと交わる位置から第１の連結点とは異なる第２の連結点までの直線（線分）または曲線である。

【００５４】

さらに、レーザ加工機１００が図１１に示すパーツＰ２を作製する場合を第２の例として、レーザ加工機１００が板金Ｗをどのように切断するのが好ましいかを説明する。パーツＰ２は、図示のような形状を有する穴加工線Ｈ３ａ～Ｈ３ｃを切断することによって、互いに同じ形状の３つの穴が形成されるパーツである。レーザ加工機１００が３つの穴を形成した後にパーツＰ２の外形を切断すれば、板金Ｗよりパーツ２が切り出される。図１１におけるＸ方向及びＹ方向の定義は図２と同じである。

【００５５】

図１１に示すように、レーザ加工機１００が、穴加工線Ｈ３ａ～Ｈ３ｃで囲まれた穴形成領域を、一直線状の分割線ＤＬ８ａと、それぞれ破線部分を含む一直線状の分割線ＤＬ８ｂ及びＤＬ８ｃで分割したとする。すると、分割線ＤＬ８ｂと穴加工線Ｈ３ｂとがつながる連結点Ｐ８３１ｂ及びＰ８３２ｂの双方において判定対象の接続角度が小さい。また、分割線ＤＬ８ｃと穴加工線Ｈ３ｃとがつながる連結点Ｐ８３２ｃにおいて判定対象の接続角度が小さい。

【００５６】
そこで、加工不良の発生を抑えるため、１またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機１００及びレーザ加工機１００が実行するレーザ加工方法は、図１１に示すように分割線を設定して穴形成領域を切断する。１またはそれ以上の実施形態の加工プログラム作成装置は、図１１に示すように穴形成領域を切断する分割線を設定した加工プログラムを作成する。
【００５７】
図１１に示すように、穴加工線Ｈ３ａ～Ｈ３ｃ内の穴形成領域には、二点鎖線で示すように、穴加工線Ｈ３ａ～Ｈ３ｃを内側にオフセットした仮想的な補助線Ｈ３ａｉ～Ｈ３ｃｉが設定されている。レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ３ｂ及びＨ３ｃで囲まれた穴形成領域をそれぞれ実線で示す分割線ＤＬ８ｂ’及びＤＬ８ｃ’で切断する。分割線ＤＬ８ｂ’は、補助線Ｈ３ｂｉと穴加工線Ｈ３ｂとの間に、補正分割線ＤＬ８ｂ１ｃ及びＤＬ８ｂ２ｃを有する。分割線ＤＬ８ｃ’は、補助線Ｈ３ｃｉと穴加工線Ｈ３ｃとの間に、補正分割線ＤＬ８ｃｃを有する。穴加工線Ｈ３ａで囲まれた穴形成領域を分割するための分割線ＤＬ８ａは補正する必要がなく、補正分割線を有していない。
【００５８】
レーザ加工機１００が、穴加工線Ｈ３ｂで囲まれた穴形成領域を分割線ＤＬ８ｂ’で分割すれば、分割線ＤＬ８ｂ’は連結点Ｐ８３１ｂｃ及びＰ８３２ｂｃで穴加工線Ｈ３ｂとつながる。補正分割線ＤＬ８ｂ１ｃ及びＤＬ８ｂ２ｃは、連結点Ｐ８３１ｂｃ及びＰ８３２ｂｃにおける補正接続角度が９０度とされている。レーザ加工機１００が、穴加工線Ｈ３ｃで囲まれた穴形成領域を分割線ＤＬ８ｃ’で分割すれば、分割線ＤＬ８ｃ’は連結点Ｐ８３２ｃｃで穴加工線Ｈ３ｃとつながる。補正分割線ＤＬ８ｃｃは、連結点Ｐ８３２ｃｃにおける補正接続角度が９０度とされている。
【００５９】
補助線Ｈ３ａｉ～Ｈ３ｃｉの形状は、穴加工線Ｈ３ａ～Ｈ３ｃの形状と相似であるのがよいが、相似でなくてもよい。補助線Ｈ３ａｉ～Ｈ３ｃｉは、穴加工線Ｈ３ａ～Ｈ３ｃから内側に所定の距離だけ離れた位置に設定されていればよい。所定の距離とは一定の距離とするのがよいが、一定の距離でなくてもよい。
【００６０】
図１１において、レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ３ａで囲まれた穴形成領域においては、ピアスＰｓ８ａから例えば連結点Ｐ８３１ａまで分割線ＤＬ８ａを切断し、続けて、ピアスＰｓ８ａから逆方向に連結点Ｐ８３２ａまで分割線ＤＬ８ａを切断する。レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ３ｂ内の穴形成領域においては、ピアスＰｓ８ｂから補助線Ｈ３ｂｉに到達するまで分割線ＤＬ８ｂ’を切断し、その後、連結点Ｐ８３１ｂｃまで補正分割線ＤＬ８ｂ１ｃを切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ８ｂから逆方向に補助線Ｈ３ｂｉに到達するまで分割線ＤＬ８ｂ’を切断し、その後、連結点Ｐ８３２ｂｃまで補正分割線ＤＬ８ｂ２ｃを切断する。
【００６１】
レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ３ｃで囲まれた穴形成領域においては、ピアスＰｓ８ｃから例えば連結点Ｐ８３１ｃまで分割線ＤＬ８ｃ’を切断する。続けて、レーザ加工機１００は、ピアスＰｓ８ｃから逆方向に補助線Ｈ３ｃｉに到達するまで分割線ＤＬ８ｃ’を切断し、その後、連結点Ｐ８３２ｃｃまで補正分割線ＤＬ８ｃｃを切断する。
【００６２】
図１２は、互いに平行の２本の穴加工線Ｈ４１及びＨ４２が近距離にある場合を示している。このような場合、穴加工線Ｈ４１及びＨ４２をそれぞれオフセットした補助線Ｈ４１ｉ及びＨ４２ｉは、穴加工線Ｈ４１及びＨ４２で囲まれた穴形成領域の外側に位置することがある。補助線Ｈ４１ｉ及びＨ４２ｉが穴形成領域の外側に位置すると、破線で示す分割線ＤＬ９は補助線Ｈ４１ｉ及びＨ４２ｉと交差せず、図７及び図１１と同様な方法で補正分割線を設定することができない。
【００６３】

そこで、１またはそれ以上の実施形態のレーザ加工機１００及びレーザ加工機１００が実行するレーザ加工方法は、図１２に示すように補正分割線ＤＬ９ｃを設定して穴形成領域を切断する。１またはそれ以上の実施形態の加工プログラム作成装置は、図１２に示すように穴形成領域を切断する補正分割線を設定した加工プログラムを作成する。

【００６４】

レーザ加工機１００は、実線で示す、穴加工線Ｈ４１及びＨ４２と直交する補正分割線ＤＬ９ｃで穴形成領域を切断する。レーザ加工機１００は、穴加工線Ｈ４１及びＨ４２の間に形成したピアスＰｓ９から例えば穴加工線Ｈ４１に到達するまで補正分割線ＤＬ９ｃを切断し、続けて、ピアスＰｓ９から穴加工線Ｈ４２に到達するまで補正分割線ＤＬ９ｃを切断する。

【００６５】

図１３に示すフローチャートを用いて、１またはそれ以上の実施形態の加工プログラム作成装置が加工プログラムを作成する処理を説明する。図１３において、ＣＡＭ装置２は、処理が開始されると、ステップＳ１にて、パーツの図形データを含むＣＡＤデータを読み込む。ＣＡＭ装置２は、ステップＳ２にて、切断経路を割り付けていない未割付の穴があるか否かを判定する。未割付の穴がなければ（NO）、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ３にて、パーツの外形に切断経路を割り付けて、処理を終了させる。

【００６６】

ステップＳ２にて未割付の穴があれば（YES）、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１１にて、未割付の穴が分割すべき大きさの穴であるか否かを判定する。未割付の穴が分割すべき大きさの穴でなければ（NO）、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１２にて、穴（穴形成領域）の周囲（穴加工線）に切断経路を割り付けて、処理をステップＳ２に戻す。

【００６７】

ステップＳ１１にて未割付の穴が分割すべき大きさの穴であれば（YES）、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１３にて、穴形成領域内に分割線を設定する。詳細には、ＣＡＭ装置２は、穴の大きさ及びスクラップの最大の大きさに応じて、Ｘ方向またはＹ方向に沿った１または複数本の分割線を設定する。ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１４にて、穴形成領域内に補助線を設定し、ステップＳ１５にて、図７または図１１で説明したように分割線を補正する。

【００６８】

ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１６にて、分割線と穴加工線との接続角度が改善されたか否かを判定する。分割線を挟む２つの接続角度のうち、補正前の判定対象の接続角度と同じ側の接続角度において、｜９０度－補正前接続角度｜≧｜９０度－補正接続角度｜であれば接続角度が改善されている。接続角度が改善されていれば（YES）、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１７にて、穴形成領域内に補正された分割線の切断経路を割り付け、穴形成領域の周囲に穴を形成するための切断経路を割り付けて、処理をステップＳ２に戻す。

【００６９】

分割線を挟む２つの接続角度のうち、補正前の判定対象の接続角度と同じ側の接続角度において、｜９０度－補正接続角度｜＞｜９０度－補正前接続角度｜であれば接続角度が改善されていない。ステップＳ１６にて接続角度が改善されていなければ（NO）、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１８にて、分割線の補正を削除する。続けて、ＣＡＭ装置２は、ステップＳ１９にて、穴形成領域内に分割線の切断経路を割り付け、穴形成領域の周囲に穴を形成するための切断経路を割り付けて、処理をステップＳ２に戻す。

【００７０】

図１４は、加工プログラムを生成するＣＡＭ装置２の機能的な構成例を示している。ＣＡＭ装置２は、ＣＡＭのソフトウェア（コンピュータプログラム）を実行することにより、図１４に示すような機能的な構成を備える。

【００７１】

図１４において、板取設定部２０１は、作製しようとするパーツの図形データ（以下、パーツ図形データ）と板金Ｗの図形データ（以下、板金図形データ）とに基づいて板取を

実行して、板取情報を生成する。板取設定部２０１は、図示していない操作部を操作することによって指示された指示信号が示す個数のパーツを、板金Ｗを示す図形内に配置するよう板取を実行する。パーツ図形データ及び板金図形データは、ＣＡＤ機器１からＣＡＭ装置２に供給されてもよいし、データベース３から読み出されてＣＡＭ装置２に供給されてもよい。

【００７２】

穴分割要否判定部２０２は、パーツ図形データに基づき、作製しようとするパーツが穴を有するとき、穴を分割線によって分割する必要があるか否かを判定する。分割線設定部２０３は、穴を分割線によって分割する必要があるとき、パーツ図形データに基づき、穴形成領域内に１または複数の分割線を設定する。分割線補正要否判定部２０４は、パーツ図形データに基づき、分割線が穴加工線につながるときの接続角度が小さく、接続角度を大きくするために分割線を補正する必要があるか否かを判定する。

【００７３】

分割線補正部２０５は、分割線を補正する必要があるとき、パーツ図形データに基づき、補正分割線を設定して分割線を補正する。補正可否判定部２０６は、パーツ図形データに基づき、分割線補正部２０５が補正した分割線で実際に接続角度が改善されているか否かを判定する。上記のように、補正可否判定部２０６は、｜９０度－補正前接続角度｜≧｜９０度－補正接続角度｜なる関係を満たすか否かを判定し、その関係を満たせば、接続角度が改善されていると判定する。補正可否判定部２０６は、その関係を満たさなければ接続角度が改善されていないと判定する。補正前接続角度は判定対象の接続角度である。

【００７４】

接続角度が改善されていなければ、補正可否判定部２０６は、分割線補正部２０５に分割線の補正を削除するよう指示する。分割線の補正の削除が指示されれば、分割線補正部２０５は、分割線の補正を削除して分割線設定部２０３が設定した元の分割線に戻す。補正可否判定部２０６を設けない構成としてもよいが、設ける構成とすることが好ましい。

【００７５】

切断経路設定部２０７は、穴を分割線によって分割する必要があるとき、パーツ図形データと、分割線補正部２０５で最終的に設定された分割線とに基づき、穴形成領域内に分割線の切断経路を割り付け、穴形成領域の周囲に穴を形成するための切断経路を割り付ける。切断経路設定部２０７は、穴を分割線によって分割する必要がないとき、穴形成領域の周囲に穴を形成するための切断経路のみを割り付ける。

【００７６】

図１３に示すフローチャートは、以上の穴分割要否判定部２０２～切断経路設定部２０７で実行される処理を示している。

【００７７】

ＮＣデータ作成部２０８は、板取情報と切断経路設定部２０７で設定された切断経路とに基づいて、ＮＣ装置５０が、板金Ｗを切断して１または複数のパーツを作製するようレーザ加工機１００を制御するためのＮＣデータを作成する。ＮＣデータは、ＮＣ装置５０がレーザ加工機１００を制御するための機械制御コードによって構成された加工プログラムである。

【００７８】

本発明は以上説明した１またはそれ以上の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。１またはそれ以上の実施形態においては、穴形成領域内に設定されたＸ方向またはＹ方向と平行の分割線に沿って穴形成領域を切断して、穴形成領域を複数のスクラップに分割しているが、穴形成領域をどのように分割するかは限定されない。スキッド１３の配列の仕方またはスキッド１３の構成も図１に示す構成例に限定されない。

【符号の説明】

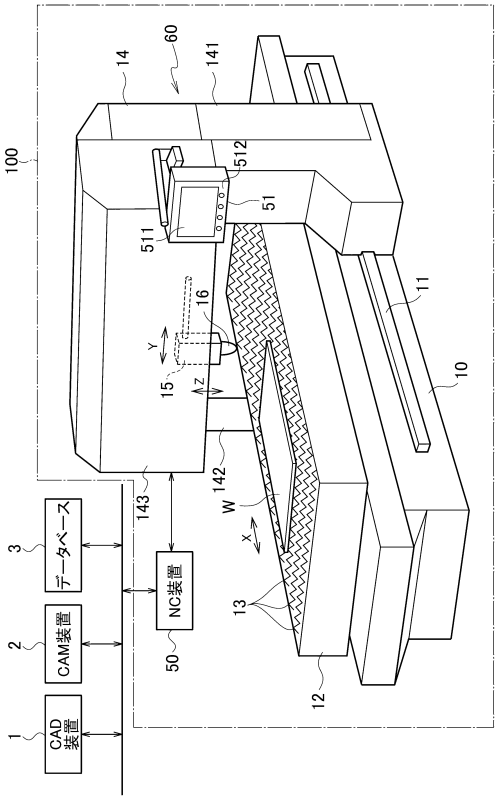
【００７９】

１　ＣＡＤ装置

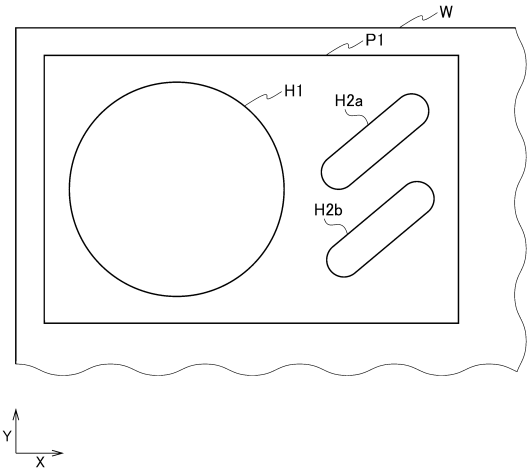
２　ＣＡＭ装置
３　データベース
１２　テーブル
１３　スキッド
５０　ＮＣ装置（制御装置）
６０　加工機本体
１００　レーザ加工機
２０１　板取設定部
２０２　穴分割要否判定部
２０３　分割線設定部
２０４　分割線補正要否判定部
２０５　分割線補正部
２０６　補正可否判定部
２０７　切断経路設定部
２０８　ＮＣデータ作成部
Ｗ　板金

【図面】

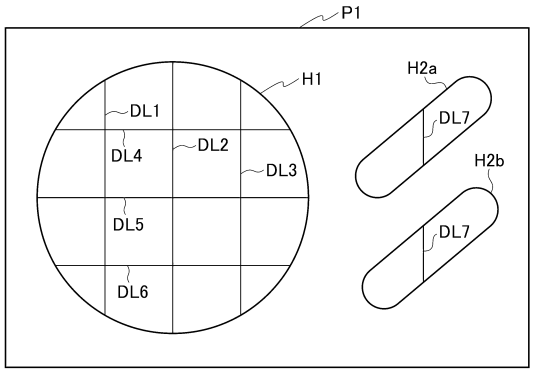
【図１】



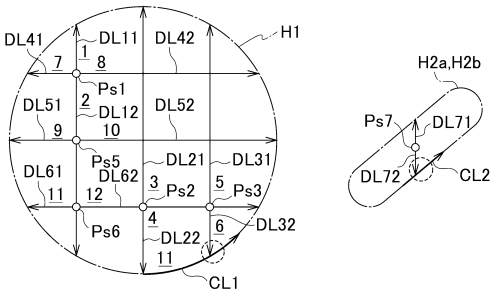
【図２】



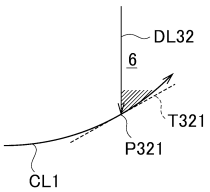
【図３】


P1
H1
H2a
H2b
DL1
DL2
DL3
DL4
DL5
DL6
DL7
DL7

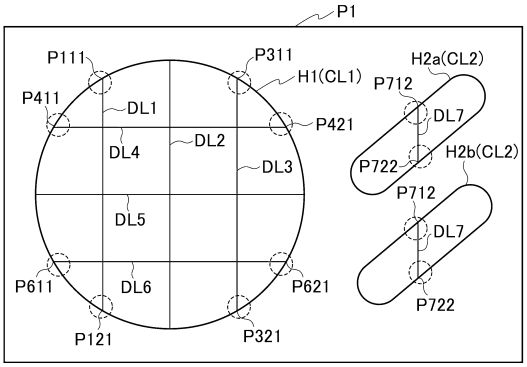
【図４】


H1
DL41
DL11
DL42
1
7
8
Ps1
DL51
2
DL12
DL52
9
10
Ps5
DL21
DL31
DL61
DL62
3
5
11
12
Ps2
Ps3
4
6
Ps6
DL22
DL32
11
CL1
H2a,H2b
Ps7
DL71
DL72
CL2

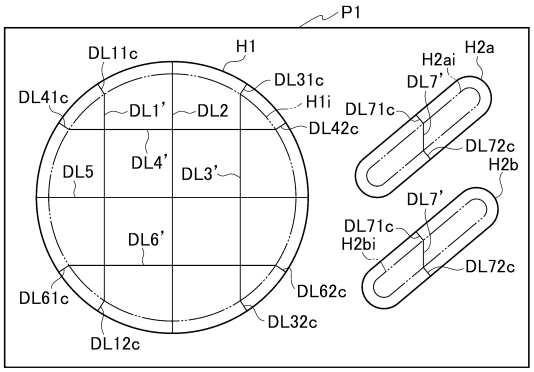
【図５】


DL32
6
T321
P321
CL1

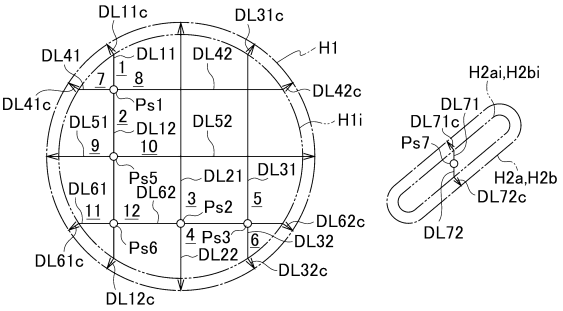
【図６】


P1
P111
P311
H1(CL1)
H2a(CL2)
P712
P411
DL1
P421
DL7
DL4
DL2
DL3
P722
H2b(CL2)
P712
DL5
DL7
P611
DL6
P621
P722
P121
P321

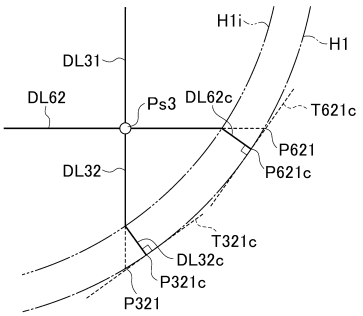
【図７】


P1
DL11c
H1
H2ai
H2a
DL7'
DL31c
DL41c
H1i
DL71c
DL1'
DL2
DL42c
DL72c
H2b
DL5
DL4'
DL3'
DL7'
DL71c
H2bi
DL6'
DL72c
DL61c
DL62c
DL32c
DL12c

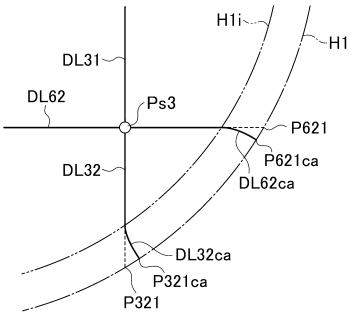
【図８】


DL11c
DL31c
DL41
DL11
DL42
H1
DL41c
DL42c
Ps1
DL51
DL12
DL52
H1i
DL21
DL31
DL61
DL62
Ps2
DL62c
Ps5
Ps3
DL32
Ps6
DL22
DL61c
DL32c
DL12c
H2ai,H2bi
DL71
DL71c
Ps7
H2a,H2b
DL72c
DL72

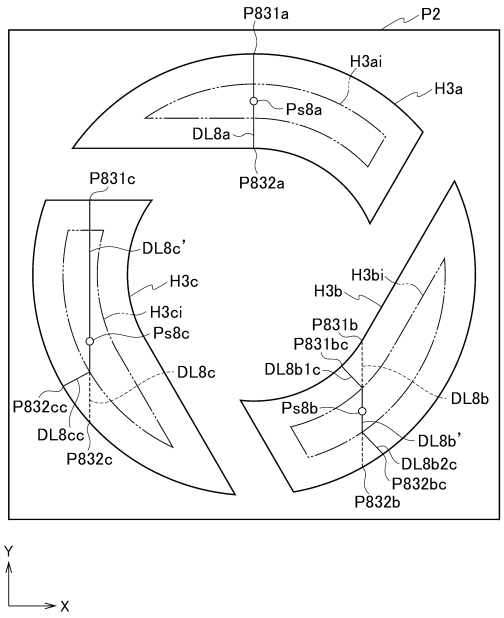
【図９】


H1i
H1
DL31
DL62
Ps3
DL62c
T621c
P621
DL32
P621c
T321c
DL32c
P321c
P321

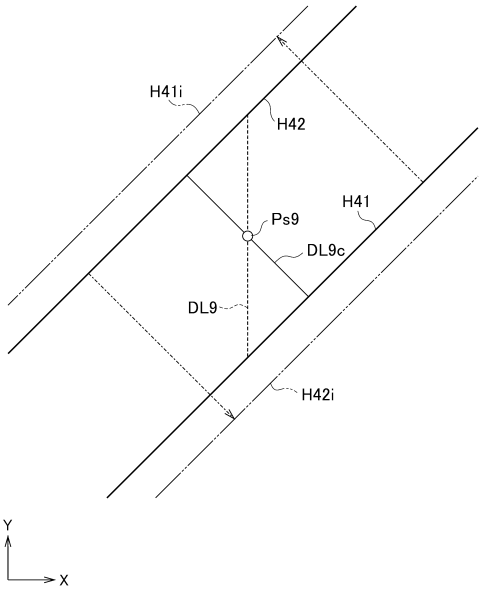
【図１０】


H1i
H1
DL31
DL62
Ps3
P621
P621ca
DL32
DL62ca
DL32ca
P321ca
P321

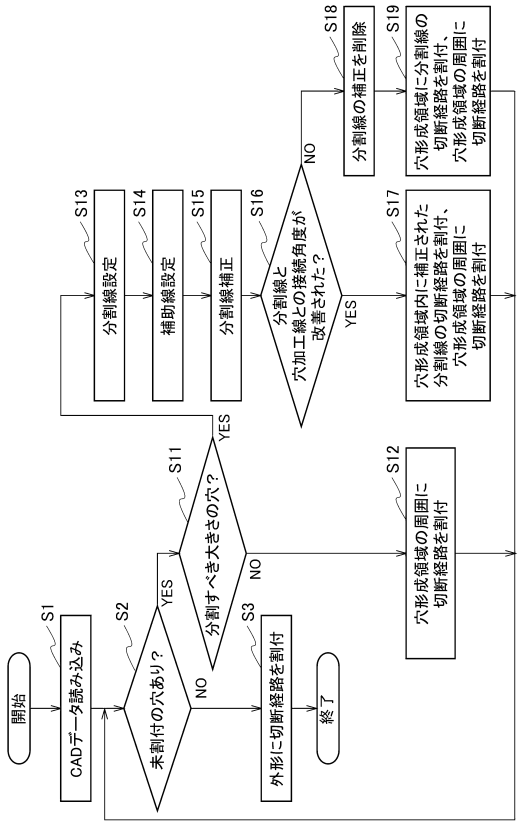
【図１１】



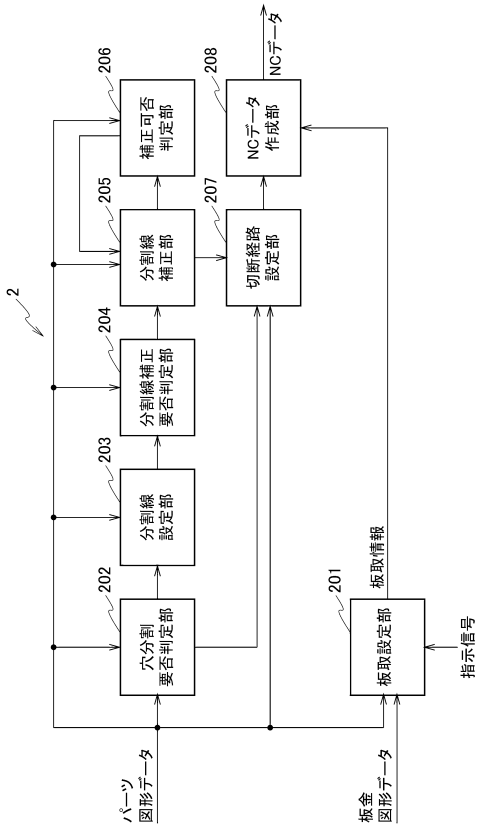
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

審査官　黒石 孝志
(56)参考文献　特開２０００－１４１１６５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２４４３９４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１９／１８８６９４（WO，Ａ１）
国際公開第２０２２／１０７６９８（WO，Ａ１）
特表２０１４－５１４１６１（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｋ　２６／００　－　２６／７０