(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
2020年4月2日(02.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/066728 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/38 (2014.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/036269

(22) 国際出願日： 2019年9月17日(17.09.2019)

(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 2018-182239 2018年9月27日(27.09.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社アマダホールディングス (**AMADA HOLDINGS CO.,LTD.**) [JP/JP]; 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田２００番地 Kanagawa (JP).

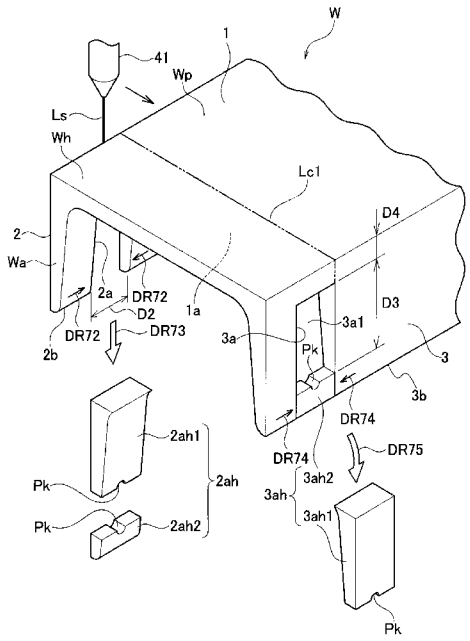
(72) 発明者: 宮渕 城之 (**MIYABUCHI Shiroyuki**); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田２００番地 Kanagawa (JP). 山崎 貴浩 (**YAMAZAKI Takahiro**); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田２００番地 Kanagawa (JP). 神山 貴幸 (**KAMIYAMA Takayuki**); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田２００番地 Kanagawa (JP). 益子 裕 (**MASHIKO Yutaka**); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田２００番地 Kanagawa (JP). 佐藤 治也 (**SATOU Haruya**); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田２００番地 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (**MIYOSHI Hidekazu** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (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, JO, KE, KG, KH,

(54) **Title:** LASER MACHINING METHOD, LASER MACHINING DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING LASER-MACHINED ARTICLE

(54) 発明の名称： レーザ加工方法、レーザ加工装置、及びレーザ加工品の製造方法



(57) **Abstract:** A member (W) to be processed and having a first plate-shaped part (1) and a second plate-shaped part (2) connected thereto in a direction intersecting the first plate-shaped part (1) is cut apart by using laser light. A cutting line (Lc1) spanning the first plate-shaped part (1) and the second plate-shaped part (2) is set. A notch portion (2a), which is open at a distal-end portion (2b) of the second plate-shaped part (2) and follows the cutting line (Lc1), is formed by a cutting process using the laser light such that a cutout piece (2ah) that is cut out due to the formation of the notch portion (2a) is divided into a distal-end portion and a base portion. The first plate-shaped part (1) is cut along a cutting line (Ls1) by being irradiated with the laser light from one direction.

(57) 要約：第１の板状部位（１）と第１の板状部位（１）に交差する方向に接続された第２の板状部位（２）とを有する被加工部材（Ｗ）がレーザ光によって切断される。第１の板状部位（１）と第２の板状部位（２）とに跨る切断線（Ｌｃ１）が設定される。第２の板状部位（２）に対し、その先端部（２ｂ）に開口し切断線（Ｌｃ１）に沿う切り込み部（２ａ）が、切り込み部（２ａ）を形成することで切り出される切り出し片（２ａｈ）が先端部と根元部とに分割されるようにレーザ光による切断加工で形成される。第１の板状部位（１）が、レーザ光が一方向から照射されて切断線（Ｌｓ１）に沿って切断される。

WO 2020/066728 A1

［続葉有］

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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

レーザ加工方法、レーザ加工装置、及びレーザ加工品の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ加工方法、レーザ加工装置、及びレーザ加工品の製造方法に関する。

背景技術

[0002] レーザ光によって形鋼及び鋼管などの被加工材を切断する際に、切断部位におけるレーザ光の照射方向と被加工材の延在方向とが一致又は近くなると、切断する部位の厚さが大きくなって切断が困難になる場合がある。

特許文献１には、切断する部位が切断困難な厚さになる場合には、その部位に予め切り込み又は捨て穴を形成して、レーザ光の照射方向において切断可能な厚さになるよう処理する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６０２５６５２号公報

発明の概要

[0004] 図１２は、被加工材である溝形鋼Ｃ１を幅方向に延びる切断線Ｌｓ４３の位置でレーザ切断するために、特許文献１に記載された技術によって、フランジＣ１１及びＣ１２それぞれに切り込み６２１及び６２２を予め形成した状態を示している。図１２は、特許文献１における図１２（ｃ）に対応する。

例えば、フランジＣ１２の切り込み６２２を形成する際には、フランジＣ１２に対し、ノズルＮからレーザ光ＬｓＡを外側側方から切り込み６２２に対応した経路で照射する。これにより、切り込み６２２の形状に対応した切り出し片６２２Ｈを切り出し、自重落下でフランジＣ１２から分離させる。

[0005] ところで、この切り込み加工を多数実行すると、切り出し片６２２Ｈの先

端側がフランジＣ１２に挟まれて自重落下で分離しない場合があることが明らかになった。

そのため、切り込み６２２を形成する加工の現場では、作業者が切り出し片６２２Ｈの自重落下による分離の有無を確認し、切り出し片６２２Ｈがフランジ Ｃ１２から分離していない場合には、それを分離する手作業が必要になっており、作業効率が低下している。

[0006] そこで、切り出し片６２２Ｈが、フランジＣ１２から切断されたにもかかわらずフランジＣ１２の先端部に挟まれて自重落下しない理由を検討したところ、形鋼におけるウェブＣ１３の加熱冷却に伴う反り変形に原因があると推察されるに至った。

[0007] 具体的には、図１２において、切り込み６２２におけるウェブＣ１３に近い部分である側縁部６２２ａ及び６２２ｂの奥側の部分、及び奥縁部６２２ｃをレーザ光で切断する際に、フランジＣ１２を通り抜けたレーザ光ＬｓＡは、ウェブＣ１３の内面Ｃ１３ａに極めて近接した位置を通過する。また、この切断でレーザ光ＬｓＡの一部は拡散してウェブＣ１３の内面Ｃ１３ａに到達する。これは、フランジＣ１１の切り込み６２１の形成においても同様である。

[0008] そのため、ウェブＣ１３の内面Ｃ１３ａ側の、切断線Ｌｓ４３に近い奥縁部６２２ｃに対応したクロスハッチングが付された部分は、レーザ光ＬｓＡによって加熱されて昇温した後に自然降温する。

ウェブＣ１３は、この温度昇降により、加熱される側の内面Ｃ１３ａが凹となる反り変形をしようとする。反り変形は、ウェブＣ１３の、幅方向に延びる軸線ＣＬ１Ａ回りの反り変形（矢印ＤＲ１）と、ウェブＣ１３の長さ方向に延びる軸線ＣＬ１Ｂ回りの反り変形（矢印ＤＲ２）の合算として表現される。

[0009] レーザ光ＬｓＡのウェブＣ１３への入熱効率は、近年普及しているファイバレーザがCO_2レーザよりも高く、切断幅（カーフ幅）は、ファイバレーザがCO_2レーザよりも狭い。

そのため、部材温度の昇降に起因する反り変形は、ファイバレーザにおいて発生頻度が高く、発生した反り変形によって切り出し片が挟持されて落下しなくなる可能性も、ファイバレーザにおいて高くなっているのが実情である。

[0010] 1またはそれ以上の実施形態は、鋼材を切断するレーザ加工において作業効率が低下しにくいレーザ加工方法、レーザ加工装置、及びレーザ加工品の製造方法を提供することを目的とする。

[0011] 1またはそれ以上の実施形態の第1の態様によれば、第1の板状部位と前記第1の板状部位に交差する方向に接続された第2の板状部位とを有する被加工部材に対し、前記第1の板状部位と前記第2の板状部位とに跨る切断線を設定し、前記第2の板状部位に対し、前記第2の板状部位の先端部に開口し前記切断線に沿う切り込み部を、前記切り込み部を形成することで切り出される切り出し片が先端部と根元部とに分割されるように、レーザ光による切断加工で形成し、前記第1の板状部位を、レーザ光を一方向から照射して前記切断線に沿って切断するレーザ加工方法が提供される。

1またはそれ以上の実施形態の第2の態様によれば、レーザ光を射出する加工ヘッドと、レーザ光の射出及び前記加工ヘッドの所定の経路上の移動を制御する制御部とを備え、前記制御部は、第1の板状部位と前記第1の板状部位に交差する方向に接続する第2の板状部位とを有する被加工部材をレーザ光によって切断するよう制御する際に、前記第1の板状部位と前記第2の板状部位とに跨る切断線を設定し、前記第2の板状部位に対し、前記第2の板状部位の先端部に開口し前記切断線に沿う切り込み部を、前記切り込み部を形成することで切り出される切り出し片が先端部と根元部とに分割されるように、レーザ光の射出及び前記加工ヘッドの移動を制御して形成し、前記第1の板状部位を、レーザ光を一方向から照射して前記切断線に沿って切断するように、レーザ光の射出及び前記加工ヘッドの移動を制御するレーザ加工装置が提供される。

1またはそれ以上の実施形態の第3の態様によれば、第1の板状部位と前

記第１の板状部位に交差する方向に接続された第２の板状部位とを有する被加工部材に対し、前記第１の板状部位と前記第２の板状部位とに跨る切断線を設定し、前記第２の板状部位に対し、前記第２の板状部位の先端部に開口し前記切断線に沿う切り込み部を、前記切り込み部を形成することで切り出される切り出し片が先端部と根元部とに分割されるようにレーザ光による切断加工で形成し、前記切り出し片の少なくとも前記根元部を除去した状態で、前記第１の板状部位を、レーザ光を一方向から照射して前記切断線に沿って切断して、レーザ加工品を製造するレーザ加工品の製造方法が提供される。

[0012] １またはそれ以上の実施形態のレーザ加工方法、レーザ加工装置、及びレーザ加工品の製造方法によれば、鋼材を切断するレーザ加工において作業効率が低下しにくい、という効果が得られる。

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に係るレーザ加工装置５１を含むレーザ加工システムＳＴを示すブロック図である。

[図2]図２は、レーザ加工装置５１で加工する溝形鋼Ｗの横断面図及び溝形鋼Ｗの展開図Ｔ１の一部である。

[図3]図３は、展開図Ｔ１における加工工程を示す第１の図である。

[図4]図４は、展開図Ｔ１における加工工程を示す第２の図である。

[図5]図５は、展開図Ｔ１における加工工程を示す第３の図である。

[図6]図６は、展開図Ｔ１における加工工程を示す第４の図である。

[図7]図７は、溝形鋼Ｗを切断線Ｌｃ１の位置でレーザ光Ｌｓにより切断する際の状態を説明する斜視図である。

[図8]図８は、展開図Ｔ１における他の加工工程を示す第１の図である。

[図9]図９は、展開図Ｔ１における他の加工工程を示す第２の図である。

[図10]図１０は、図６におけるＡ部の詳細を示す図である。

[図11]図１１は、レーザ加工システムＳＴのＣＡＭ装置２０が有するスリット付加決定部２３が実行する処理の手順を示すフロー図である。

[図12]図１２は、従来の切断加工を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] １またはそれ以上の実施形態に係るレーザ加工装置を、レーザ加工装置５１及びレーザ加工装置５１を含むレーザ加工システムＳＴにより説明する。なお、以下の説明における溝形鋼Ｗは、上述の溝形鋼Ｃ１と同様の被加工部材である。

[0015] 図１は、レーザ加工システムＳＴを示すブロック図である。レーザ加工システムＳＴは、ＣＡＤ装置１０、ＣＡＭ装置２０、ＮＣ装置３０、及びレーザ加工機４０を含んで構成されている。

レーザ加工装置５１は、このうちの、少なくともＮＣ装置３０及びレーザ加工機４０を含んで構成されている。ＮＣ装置３０は制御部の一例であり、レーザ加工機４０は、レーザ光Ｌｓを射出するノズルを有する加工ヘッド４１（図７）及びレーザ発振器（不図示）を有する。レーザ加工装置５１は、少なくとも形鋼又は鋼管を被加工部材とし、被加工部材の姿勢を転換させながらレーザ光Ｌｓで切断などの加工を施すことができる。

[0016] レーザ加工システムＳＴにおいて、ＣＡＤ装置１０は、製品形状データ作成部１１を有し、ＣＡＭ装置２０は、加工範囲・加工順決定部２１、割付けデータ作成部２２、及びスリット付加決定部２３を有する。

ＣＡＤ装置１０の製品形状データ作成部１１は、被加工部材から形成する製品Ｗｐ（図７）の製品形状データを作成する。ＣＡＭ装置２０は、被加工部材の展開図データ及びＣＡＤ装置１０が作成した製品形状データに基づいて製品の展開図データを作成する。

[0017] 図２は、被加工部材の一例である溝形鋼Ｗの横断面と、ＣＡＭ装置２０が作成した溝形鋼Ｗの展開図データによる展開図Ｔ１の一部とを、ウェブ１の位置を対応付けして示している。溝形鋼Ｗは、同一横断面の長尺材であって、長手を有する板状のウェブ１と、ウェブ１の幅方向両端から同方向に延びる対向側壁である板状のフランジ２及び３とを有する。

[0018] 加工範囲・加工順決定部２１は、被加工部材に対する加工範囲及び加工順

を決定し、割付けデータ作成部２２は、被加工部材に対しレーザ光Ｌｓによりどのように加工するかの割付けを示す割付けデータを作成する。これにより、レーザ加工システムＳＴは、被加工部材が少なくとも形鋼及び鋼管の場合に、被加工部材の切断を実行できる。

[0019] ＣＡＭ装置２０の割付けデータ作成部２２は、溝形鋼Ｗを幅方向に切断する場合、特許文献１に記載された技術を用い、ウェブ１とフランジ２及び３に対し、穴を開けるか切り込み部を形成するか、及び形成する場合の部位などを決定する。

スリット付加決定部２３は、図１１に示される手順で、割付けデータ作成部２２が、切り込み部の形成を決定した場合の、フランジ端に開口する切り込み部の形成有無を判定し、切り込み部２ａ及び３ａ（図７参照）の形成時にスリット２ｓ及び３ｓ（図４及び図６参照）を付加するか否かを決定する（ステップＳ１～Ｓ４）。この手順の詳細は後述する。

[0020] スリット付加決定部２３は、スリット２ｓ及び３ｓの付加を決定したら、切り込みを形成するレーザ光Ｌｓの照射経路に、それぞれスリット経路ｍＳ２及びｍＳ３（図４及び図６参照）を含める。

[0021] このスリット経路ｍＳ２及びｍＳ３による切り出し片２ａｈ及び３ａｈの切り出しについて、図２～図７を参照して説明する。まず、図２に示される溝形鋼Ｗ及び溝形鋼Ｗに対応した展開図Ｔ１を説明する。切り出し片２ａｈ及び３ａｈは、切り込み部２ａ及び３ａを形成することで切り出される端材となる部分である。

[0022] 溝形鋼Ｗは、既述のように、ウェブ１と、フランジ２及びフランジ３とを有する。展開図Ｔ１は、フランジ２及び３をウェブ１と同一平面上に延ばして展開した状態を示す図である。展開図Ｔ１には、ウェブ１とフランジ２との稜線に対応する稜線Ｌ１２、ウェブ１とフランジ３との稜線に対応する稜線Ｌ１３が設定されている。

展開図Ｔ１において、稜線Ｌ１２と稜線Ｌ１３との間の範囲は、ウェブ１に対応したウェブ領域Ｔ１１とされている。また、稜線Ｌ１２から外側の範

囲はフランジ２に対応したフランジ領域Ｔ１２とされ、稜線Ｌ１３から外側の範囲はフランジ３に対応したフランジ領域Ｔ１３としている。

[0023] 展開図Ｔ１には、ウェブ１の板厚ｔ１に対応した板厚線Ｌ２ａ及び板厚線Ｌ３ａが、それぞれフランジ領域Ｔ１２及びフランジ領域Ｔ１３に設定されている。また、ウェブ１とフランジ２及び３とのＲ付き入隅部分に関しては、ウェブ１の内面１ａを板厚ｔ１のまま延長した仮想線と、フランジ２及び３側のＲ開始点である点Ｐ２を通る直交線との交点Ｐ３に対応して、ウェブ領域Ｔ１１において内側板厚線Ｌ１２ａ及びＬ１３ａが設定されている。

[0024] 以下の説明において、溝形鋼Ｗに施す加工は、溝形鋼Ｗを、その端面Ｗａから所定の距離Ｄ１だけ隔てた端面Ｗａと平行な切断線Ｌｃ１の位置で切断する加工である。この加工により、図６に示されるように、切断線Ｌｃ１に対して図２の右側となる部分が、レーザ加工品である製品Ｗｐとして製造され、左側は端材Ｗｈとなる。切断線Ｌｃ１は、フランジ領域Ｔ１２、ウェブ領域Ｔ１１、及びフランジ領域Ｔ１３に跨って仮想設定されている。すなわち、図７に示されるように、切断線Ｌｃ１は、フランジ２、ウェブ１、及びフランジ３に跨って設定されている。

また、レーザ光Ｌｓの照射の開始及び停止、レーザ光Ｌｓの照射位置の所定の経路上の移動である加工ヘッド４１の移動、溝形鋼Ｗの姿勢転換、並びに、加工に伴うビーム特性及びフォーカスの最適化などは、ＮＣ装置３０により制御される。

[0025] この例においてＣＡＭ装置２０によって設定された切り込みは、フランジ領域Ｔ１２及びフランジ領域Ｔ１３に対し設定し、図７に示されるフランジ２及びフランジ３に形成する同形状の切り込み部２ａ及び３ａである。図７に示されるように、例えば、切り込み部２ａは、切断線Ｌｃ１から端面Ｗａ側に向かって幅Ｄ２を有し、フランジ２の先端部２ｂに開口する切り込みである。切り込み部２ａは、後述する第１経路ｍ１、第２経路ｍ２、及び第３経路ｍ３を含む切断経路を切断することによって形成される。

[0026] ＜スリット経路ｍＳ２による切り出し片２ａｈの形成について＞

（図３に示されるピアスｍＰ２～第１経路ｍ１の形成）

フランジ領域Ｔ１２の切り込み部２ａとなる範囲において、板厚線Ｌ２ａから所定の距離Ｄ３だけ外側に離れた位置に、レーザ光Ｌｓによってピアスｍ Ｐ２が形成される。次に、レーザ光ＬｓをピアスｍＰ２内に空照射した状態から、矢印ＤＲａで示すように、レーザ光Ｌｓが、板厚線Ｌ２ａと平行に切断線Ｌｃ１まで延びる第１経路ｍ１で移動されて、フランジ領域Ｔ１２が切断される。その後、レーザ光Ｌｓの照射が停止される。

[0027] （図４に示される第２経路ｍ２の形成）

レーザ光Ｌｓをピアスｍ Ｐ２内に空照射した状態から、矢印ＤＲｂで示すように、レーザ光Ｌｓが、板厚線Ｌ２ａと平行かつ第１経路ｍ１とは反対方向に、切断線Ｌｃ１から幅Ｄ２となる位置までの第２経路ｍ２で移動されて、フランジ領域Ｔ１２が切断される。その後、レーザ光Ｌｓの照射が停止される。

図４に示されるように、ピアスｍＰ２と、第１経路ｍ１及び第２経路ｍ２とでスリット経路ｍＳ２が構成され、スリット経路ｍＳ２による切断加工でスリット２ｓが形成される。

[0028] （図５に示される第３経路ｍ３の形成）

切断線Ｌｃ１から幅Ｄ２となる位置において、矢印ＤＲｃで示すように、レーザ光Ｌｓが、フランジ２の幅方向外側から切断線Ｌｃ１と平行に移動されて、板厚線Ｌ２ａまでの直線の経路ｍ３１が切断される。レーザ光Ｌｓが板厚線Ｌ２ａに達したら、矢印ＤＲｄで示すように、板厚線Ｌ２ａに沿って切断線Ｌｃ１まで経路ｍ３２が切断される。レーザ光Ｌｓが切断線Ｌｃ１に達したら、矢印ＤＲｅで示すように、切断線Ｌｃ１に沿ってフランジ領域Ｔ１２の外縁Ｔ１２ａを抜けるまでの経路ｍ３３が切断される。経路ｍ３１～ｍ３３をまとめて第３経路ｍ３と称する。

[0029] 図７に示されるように、第３経路ｍ３による切断により、フランジ２に切り込み部２ａが形成され、切り出し片２ａｈが切り出される。切り出し片２ａｈは、スリット２ｓが形成されていることにより、ウェブ１側の部分であ

る切り込み根元片２ａｈ１と先端側の部分である切り込み先端片２ａｈ２とに分割されている。また、切り込み根元片２ａｈ１及び切り込み先端片２ａｈ２には、ピアスｍＰ２の大きさによっては、跡としてピアス痕Ｐｋが残される。

[0030] ＜スリット経路ｍＳ３による切り出し片３ａｈの形成について＞

（図６に示されるピアスｍＰ３及び第４経路ｍ４～第５経路ｍ５の形成）

ピアスｍＰ３及び第４経路ｍ４～第５経路ｍ５は、フランジ３にスリット３ｓを形成する経路であり、フランジ領域Ｔ１２におけるピアスｍＰ２及び第１経路ｍ１～第３経路ｍ３と同様にフランジ領域Ｔ１３に設定される。

すなわち、ピアスｍＰ３はピアスｍＰ２に対応し、第４経路ｍ４及び第５経路ｍ５はそれぞれ第１経路ｍ１及び第２経路ｍ２に相当する。図６に示されるように、ピアスｍＰ３と第４経路ｍ４及び第５経路ｍ５により、スリット経路ｍＳ３が構成され、スリット経路ｍＳ３の切断加工によって、フランジ３にスリット３ｓが形成される。

[0031] （図６に示される第６経路ｍ６の形成）

切断線Ｌｃ１から幅Ｄ２となる位置において、矢印ＤＲｆで示すように、レーザ光Ｌｓが、フランジ３の幅方向外側から切断線Ｌｃ１と平行に移動されて、板厚線Ｌ３ａまでの直線の経路ｍ６１が切断される。レーザ光Ｌｓが板厚線Ｌ３ａに達したら、矢印ＤＲｇで示すように、板厚線Ｌ３ａに沿って切断線Ｌｃ１まで経路ｍ６２が切断される。レーザ光Ｌｓが切断線Ｌｃ１に達したら、矢印ＤＲｈで示すように、切断線Ｌｃ１に沿ってフランジ領域Ｔ１３の外縁Ｔ１３ａを抜けるまでの経路ｍ６３が切断される。経路ｍ６１～ｍ６３をまとめて第６経路ｍ６と称する。

[0032] 図７に示されるように、第６経路ｍ６の切断により、フランジ３に切り込み部３ａが形成され、切り出し片３ａｈが切り出される。切り出し片３ａｈは、スリット３ｓが形成されていることにより、ウェブ１側の部分である切り込み根元片３ａｈ１と先端側の部分である切り込み先端片３ａｈ２とに分割されている。また、切り込み根元片３ａｈ１及び切り込み先端片３ａｈ２

には、ピアスｍＰ３の大きさによっては、跡としてピアス痕Ｐｋが残される。

[0033] 切り込み部２ａ及び３ａが形成されたら、次の切断加工で製品Ｗｐを得る。

＜製品Ｗｐの切り出し＞

（図６に示される切断線Ｌｃ１に沿った経路ｍｃの切断）

第６経路ｍ６までの加工で切り込み部２ａ及び３ａが形成されたら、レーザ光Ｌｓが一方向から照射されて切断線Ｌｃ１に沿って移動され、切断線Ｌｃ１を切断面とする経路ｍｃが切断される。経路ｍｃは、フランジ領域Ｔ１２の板厚線Ｌ２ａとフランジ領域Ｔ１３の板厚線Ｌ３ａとの間、或いは板厚線Ｌ２ａと板厚線Ｌ３ａとの間を含むそれよりも少し長い経路で切断線Ｌｃ１に沿って設定される。

これにより、溝形鋼Ｗは、図６において切断線Ｌｃ１の右側の部分である製品Ｗｐと、左側の非製品である端材Ｗｈとに分離される。すなわち、製品切断の経路ｍｃによる製品Ｗｐ側の切断面が製品Ｗｐの外形端面となる。

[0034] 上述の切り込み部２ａ及び３ａを形成すると、レーザ光Ｌｓによる板厚線Ｌ２ａに沿った経路ｍ３２による切断、及び、板厚線Ｌ３ａに沿った経路ｍ６２による切断と、経路ｍ３１、ｍ３３、ｍ６１、及びｍ６３のウェブ１に近い部分の切断とにおいて、ウェブ１の内面１ａは顕著に加熱され、その後冷却する。

[0035] この加熱冷却の温度変化によって、既述のように、ウェブ１は、内面１ａが凹となる反り変形をしようとする。すなわち、図７に示されるように、フランジ２及び３から切り出し片２ａｈ及び３ａｈが切り出される際の切断に伴い変形が生じる。詳しくは、矢印ＤＲ７２及びＤＲ７４で示されるように、フランジ２及び３において、ウェブ１の反り変形に起因する、切り込み部２ａ及び３ａの幅を狭める方向の変形が生じる。

[0036] この変形の量が切断幅未満の場合には、白抜き矢印ＤＲ７３で示されるように、切り込み部２ａにおける切り出し片２ａｈが、切り込み根元片２ａｈ

１及び切り込み先端片２ａｈ２と共に自重で自然落下する。

[0037] 一方、切り込み部２ａ及び３ａの幅を狭める変形の量が切断幅以上となる場合には、白抜き矢印ＤＲ７５で示されるように、切り込み部３ａにおける切り出し片３ａｈのうちの、切り込み先端片３ａｈ２がフランジ３に挟まれて落下せず残留し、切り込み根元片３ａｈ１のみが自重で自然落下可能となる。そのため、切り込み部３ａには、切り込み根元片３ａｈ１が自重落下により除去され、ウェブ１に対し離接する方向に距離Ｄ３で開口した開口部３ａ１が形成される。

[0038] これにより、切断線Ｌｃ１に沿った製品切断の経路ｍｃの切断加工において、フランジ２及び３が存在するウェブ１の幅方向両縁部の、レーザ光Ｌｓによる切断厚さがウェブ１の板厚ｔ１に近い距離Ｄ４の厚さとなる。

そのため、切り込み先端片３ａｈ２が図７に示されるようにフランジ３に挟持されたままであっても、溝形鋼Wのウェブ１を連続的に良好に切断することができる。もちろん、図７に示される切り出し片２ａｈのように、切り込み根元片２ａｈ１及び切り込み先端片２ａｈ２の両方が自重で落下すれば、溝形鋼Wを良好に切断することができる。

[0039] ピアスｍＰ２及びｍＰ３の形成位置は、切り出し片２ａｈ及び３ａｈ内に限定されない。図８に示されるように、端材Ｗｈの切り出し片２ａｈが形成されない位置にピアスｍＰ２を形成してもよい。この場合の切り込み部２ａを切り出す切断経路を説明する。

[0040] （図８に示されるピアスｍＡＰ２～第１経路ｍＡ１の形成）

フランジ２における切り込み部２ａの範囲外の、板厚線Ｌ２ａから所定の距離Ｄ５だけ離れた位置に、レーザ光ＬｓによってピアスｍＡＰ２が形成される。次に、レーザ光ＬｓをピアスｍＡＰ２内に空照射した状態から、矢印ＤＲｉで示すように、レーザ光Ｌｓが、板厚線Ｌ２ａと平行に切断線Ｌｃ１まで延びる第１経路ｍＡ１で移動されて、フランジ領域Ｔ１２が切断される。その後、レーザ光Ｌｓの照射が停止される。

[0041] ピアスｍＡＰ２と第１経路ｍＡ１とで図８に示すスリット経路ｍＳＡ２が

構成され、スリット経路ｍＳＡ２による切断で、図９に示されるように、スリット経路ｍＳ２による切断の場合と同様のスリット２ｓが形成される。

[0042] （図９に示される第２経路ｍＡ２の形成）

切断線Ｌｃ１から幅Ｄ２となる位置において、矢印ＤＲｊで示すように、レーザ光Ｌｓが、フランジ領域Ｔ１２の外側から切断線Ｌｃ１と平行に移動されて、板厚線Ｌ２ａまでの経路ｍＡ２１が切断される。レーザ光Ｌｓが板厚線Ｌ２ａに達したら、矢印ＤＲｋで示すように、板厚線Ｌ２ａに沿って切断線Ｌｃ１までの経路ｍＡ２２が切断される。レーザ光Ｌｓが切断線Ｌｃ１に達したら、矢印ＤＲｍで示すように、切断線Ｌｃ１に沿ってフランジ領域Ｔ１２の外縁Ｔ１２ａを抜けるまでの経路ｍＡ２３が切断される。経路ｍＡ２１～ｍＡ２３をまとめて第２経路ｍＡ２と称する。

[0043] 以上の切断経路によって切り出された切り込み根元片及び切り込み先端片は、切り込み根元片２ａｈ１及び切り込み先端片２ａｈ２とは異なり、ピアス痕Ｐｋを有さない。第１経路ｍＡ１及び第２経路ｍＡ２を含む切断経路で切断した場合も、第１経路ｍ１、第２経路ｍ２、及び第３経路ｍ３を含む切断経路で切断した場合と同様に、フランジ２及び３が存在するウェブ１の幅方向両縁部の切断厚さを、ウェブ１の板厚ｔ１に近い距離Ｄ４の厚さにできるので、切断加工が良好に実行できる。

[0044] 既述のように、以上説明したスリット２ｓ及び３ｓを形成するか否かは、ＣＡＭ装置２０が有するスリット付加決定部２３によって決定される。その決定手順について、図１１を参照して説明する。

[0045] スリット付加決定部２３は、割付けデータ作成部２２が、フランジ２及び３の先端部２ｂ及び３ｂに開口する切り込み部２ａ及び３ａの少なくとも一方を形成すると決定したか否かを判定する（ステップＳ１）。

[0046] ステップＳ１での判定が否（ＮＯ）の場合、スリット付加決定部２３はそのまま処理を終了させる。

一方、ステップＳ１での判定が是（ＹＥＳ）で、切り込み部２ａを形成するとした場合、スリット付加決定部２３は、切り込み部２ａにおいてスリッ

ト２ｓを形成する位置を設定する（ステップＳ２）。具体的には、スリット２ｓを形成する位置を、フランジ２の先端部２ｂから１５ｍｍの位置と、先端部２ｂからフランジ２の高さＨｆの１／３の位置とのうちの小さい方とする。また、板厚線Ｌ２ａから設定したスリット２ｓの位置までの距離Ｄ３が所定値未満となる場合には、製品切断の経路ｍｃでの切断時にウェブ１を通過したレーザ光Ｌｓの抜けに影響する可能性があるので、スリットの付与有無は、他の要素も考慮した上で人為的に判断される。距離Ｄ３の所定値は、例えば３０ｍｍである。

[0047] スリット付加決定部２３は、設定したスリット２ｓの形成位置における切り込み部２ａの幅Ｄ２を、割付けデータ作成部２２が生成した割付けデータを参照して把握し、所定値Ｄ２ａ以上か否かを判定する（ステップＳ３）。上述の切り込み部２ａ及び３ａは、幅が一定の矩形形状となるものを説明したが、製品Ｗｐの形状に応じて先端側と根元側とで幅が異なるように設定してもよい。

幅Ｄ２が小さく切り出し片２ａｈ及び３ａｈが過度に細長くなると、質量が小さくなる上に、引っ掛りが生じて自重落下しにくくなる。所定値Ｄ２ａは、例えば２ｍｍである。

[0048] ステップＳ３での判定が否（ＮＯ）の場合、スリット付加決定部２３は、スリットを付加せず、そのまま処理を終了させる。是（ＹＥＳ）の場合、切断経路にスリット経路ｍＳ２を含めて、スリット２ｓが形成されるようにする（ステップＳ４）。

[0049] 上述のスリット２ｓを形成する切断経路の第１経路ｍ１、第２経路ｍ２、及び切断経路の第１経路ｍＡ１において、ＮＣ装置３０は、レーザ光Ｌｓの停止位置を次のように制御してもよい。

[0050] 図１０は、図６におけるＡ部の詳細を説明する図である。図１０において、レーザ光Ｌｓのフランジ３に照射される光束を、半径ｒ１（直径Ｒ）のビームＬｓｄとしている。

ＣＡＭ装置２０の割付けデータ作成部２２は、ビームＬｓｄの中心ＣＬ１

の第４経路ｍ４の終点位置を、切断線Ｌｃ１に接近するビームＬｓｄが切断線Ｌｃ１に掛かり始める位置Ｐ１１よりも手前とする。すなわち、終点位置を、切断線Ｌｃ１からビームＬｓｄの半径ｒ１以上離れた位置とする。

例えば、終点位置を、切断線Ｌｃ１との距離が直径Ｒとなる位置にする。この場合、ビームＬｓｄの中心ＣＬ１が、切断線Ｌｃ１よりも直径Ｒだけ手前の位置Ｐ１２に達したらレーザ光Ｌｓの移動を停止させる。この制御は、第４経路ｍ４に相当する第１経路ｍ１（図３）及びｍＡ１（図８）においても同様に行うことができる。

[0051] このように、第４経路ｍ４、第１経路ｍ１、第１経路ｍＡ１におけるレーザ光Ｌｓの移動を、レーザ光ＬｓのビームＬｓｄが、切断線Ｌｃ１に掛かからないように手前の位置で停止させる。これにより、スリット２ｓ及び３ｓを切断形成する際のレーザ光Ｌｓの熱の影響で、切り出す製品Ｗｐの端面（切断線Ｌｃ１に対応した面）のスリット２ｓ及び３ｓに対応した範囲ＡＲａ（図１０）が、他の範囲と異なる状態になり、外観品質或いは物性に影響が生じることを防止できる。

[0052] 本発明は、上述した構成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変形してもよい。

[0053] 被加工部材は、上述の溝形鋼Ｗに限定されず、他の形鋼或いは鋼管であってもよい。例えばウェブ１のような第１の板状部位と、第１の板状部位に交差する方向に接続するフランジ２及び３のような第２の板状部位とを有するものでよい。また、形鋼及び鋼管のような横断面形状が一定形状の長尺材に限定されるものではなく、長尺材以外の例えば箱状であってもよい。

以上説明した切り出し片２ａｈ及び３ａｈに対するスリット２ｓ及び３ｓの付加は、被加工部材がどのような形状であっても、次の場合に適用できる。すなわち、被加工部材をレーザ光Ｌｓで切断する加工において、被切断部位の切断厚さが、被加工部材の形状に起因して切断不能な程度に大きくなるときに、予め切断厚さを小さくする前加工として被切断部位に切り込み部を形成できる場合に適用できる。

[0054] 上記の切断経路において、レーザ光Ｌｓの移動方向は上述の方向に限定されない。切断線Ｌｃ１に沿った切断の経路ｍｃによる加工を実行する前に、スリット２ｓ及び３ｓを有する切り出し片２ａｈ及び３ａｈが形成されていればよい。

[0055] レーザ光Ｌｓは、ファイバレーザより射出されたレーザ光に限定されるものではない。ファイバレーザの代わりに、炭酸ガスレーザ、ディスクレーザ、ＹＡＧレーザ、ダイオードレーザ、エキシマレーザなどが用いられてもよい。

制御部としてのＮＣ装置３０は、レーザ加工装置５１において一体構造として備えられていなくてもよい。ＮＣ装置３０をレーザ加工機４０に対して別体とし、レーザ加工機４０と無線又は有線で通信可能なように設けてもよい。

[0056] 本願の開示は、２０１８年９月２７日に出願された特願２０１８－１８２２３９号に記載の主題と関連しており、それらの全ての開示内容は引用によりここに援用される。

請求の範囲

[請求項1] 第１の板状部位と前記第１の板状部位に交差する方向に接続された第２の板状部位とを有する被加工部材に対し、前記第１の板状部位と前記第２の板状部位とに跨る切断線を設定し、

前記第２の板状部位に対し、前記第２の板状部位の先端部に開口し前記切断線に沿う切り込み部を、前記切り込み部を形成することで切り出される切り出し片が先端部と根元部とに分割されるように、レーザ光による切断加工で形成し、

前記第１の板状部位を、レーザ光を一方向から照射して前記切断線に沿って切断する

レーザ加工方法。

[請求項2] レーザ光を前記切断線に接近させる方向に移動させて、前記切り出し片を前記先端部と前記根元部とに分割し、

前記切断線に接近させる方向に移動させたレーザ光を、前記切断線から、前記切断線に沿って前記切り込み部を切断するときに照射するレーザ光のビームの半径以上の距離だけ離れた位置で停止させる

請求項１記載のレーザ加工方法。

[請求項3] レーザ光を射出する加工ヘッドと、

レーザ光の射出及び前記加工ヘッドの所定の経路上の移動を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、第１の板状部位と前記第１の板状部位に交差する方向に接続する第２の板状部位とを有する被加工部材をレーザ光によって切断するよう制御する際に、

前記第１の板状部位と前記第２の板状部位とに跨る切断線を設定し、

前記第２の板状部位に対し、前記第２の板状部位の先端部に開口し前記切断線に沿う切り込み部を、前記切り込み部を形成することで切

り出される切り出し片が先端部と根元部とに分割されるように、レーザ光の射出及び前記加工ヘッドの移動を制御して形成し、

前記第１の板状部位を、レーザ光を一方向から照射して前記切断線に沿って切断するように、レーザ光の射出及び前記加工ヘッドの移動を制御する

レーザ加工装置。

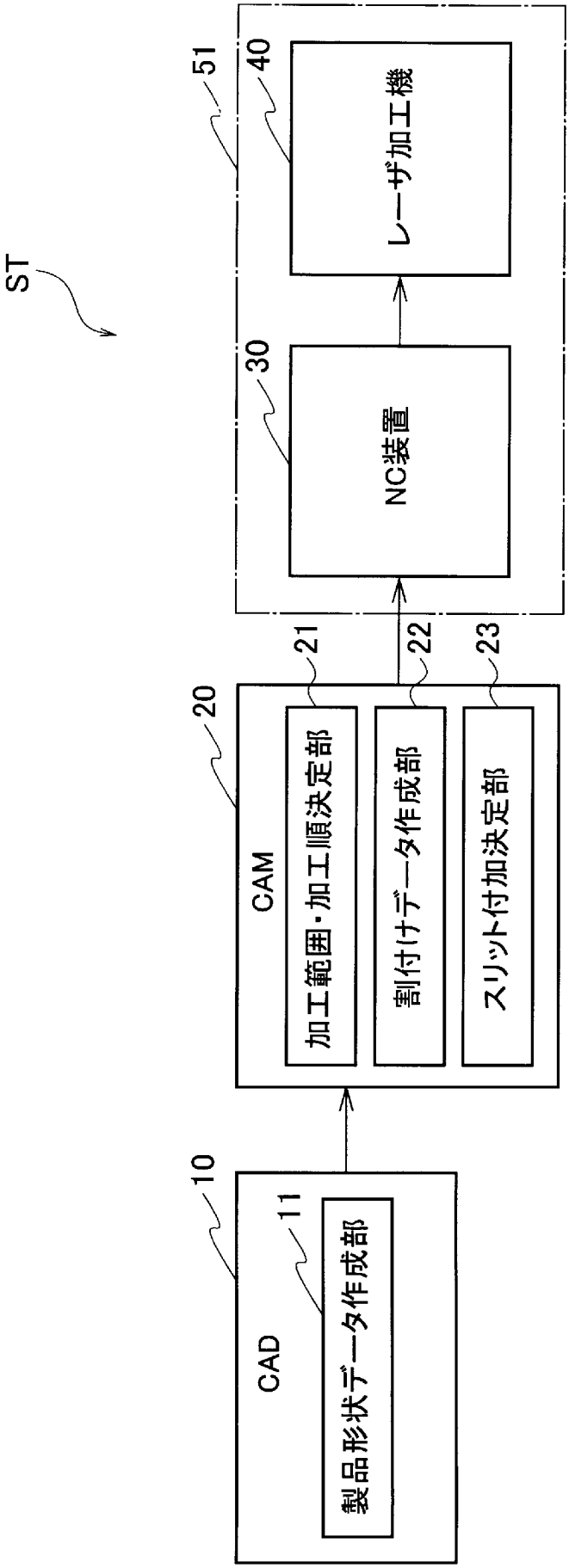
[請求項4] 第１の板状部位と前記第１の板状部位に交差する方向に接続された第２の板状部位とを有する被加工部材に対し、前記第１の板状部位と前記第２の板状部位とに跨る切断線を設定し、

前記第２の板状部位に対し、前記第２の板状部位の先端部に開口し前記切断線に沿う切り込み部を、前記切り込み部を形成することで切り出される切り出し片が先端部と根元部とに分割されるようにレーザ光による切断加工で形成し、

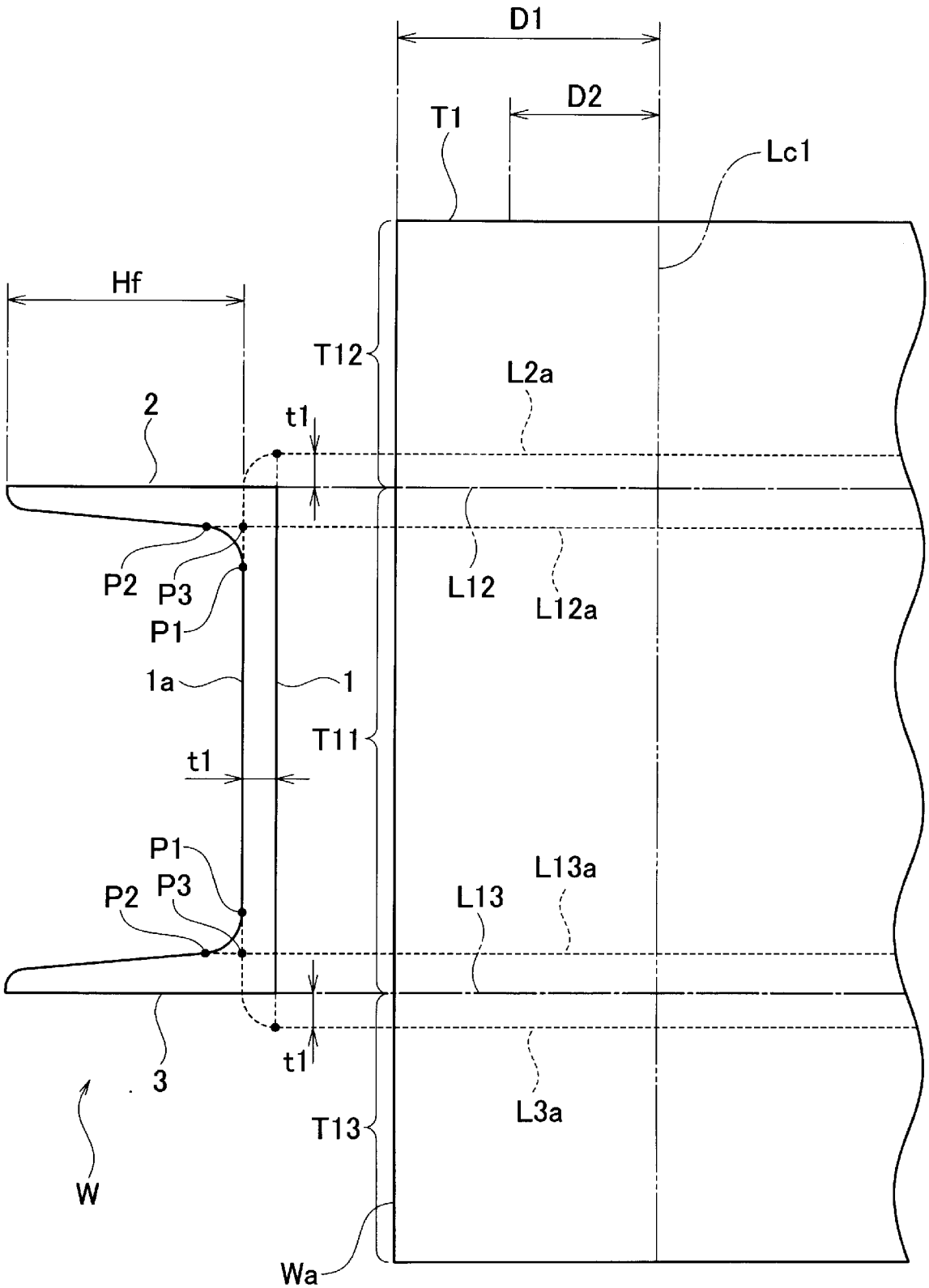
前記切り出し片の少なくとも前記根元部を除去した状態で、前記第１の板状部位を、レーザ光を一方向から照射して前記切断線に沿って切断して、レーザ加工品を製造する

レーザ加工品の製造方法。

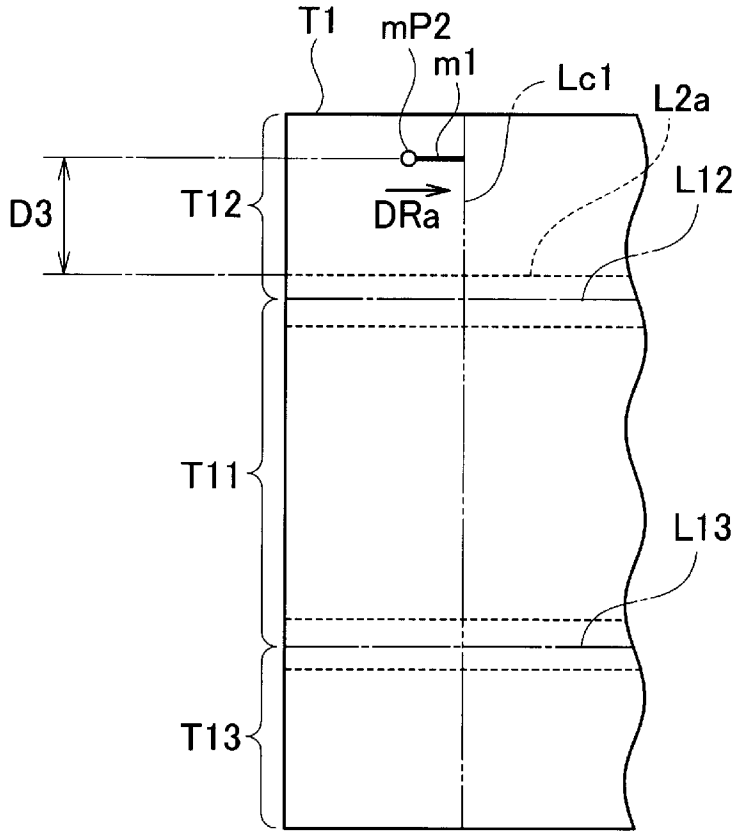
[図1]


ST
51
40
レーザ加工機
30
NC装置
21
22
23
20
CAM
加工範囲・加工順決定部
割付けデータ作成部
スリット付加決定部
10
CAD
11
製品形状データ作成部

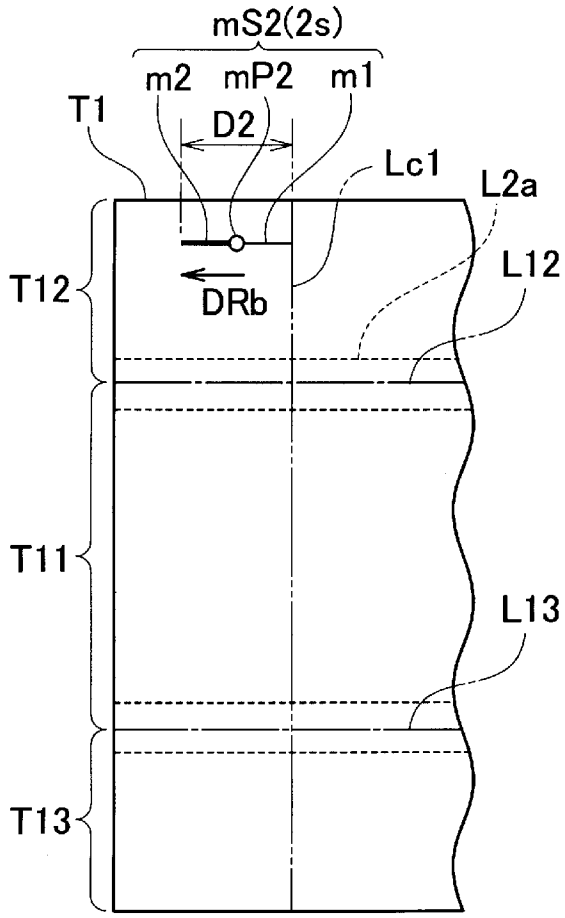
[図2]


D1
D2
T1
Lc1
Hf
T12
L2a
2
t1
P2
P3
P1
L12
L12a
1a
1
T11
t1
P1
P2
P3
L13
L13a
t1
3
L3a
T13
W
Wa

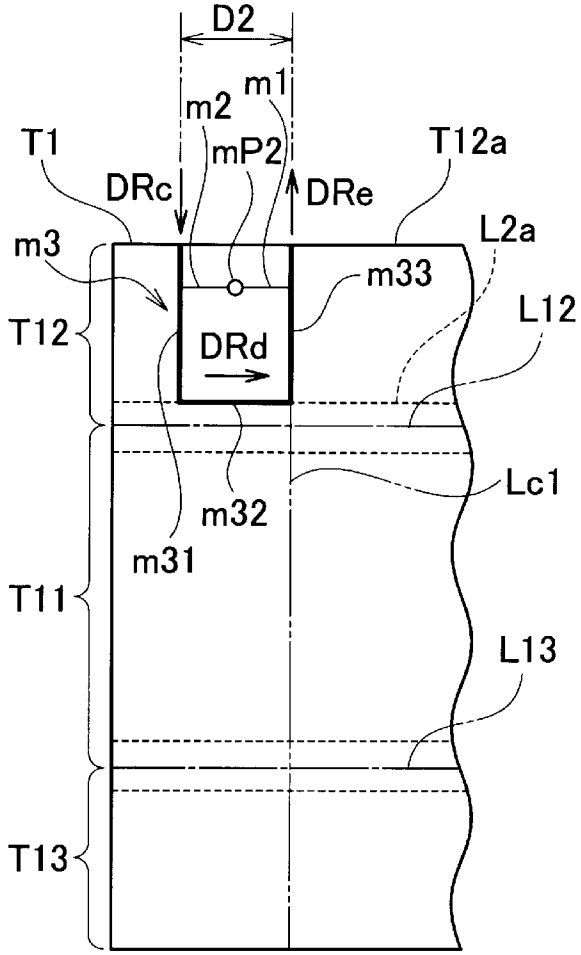
[図3]


T1
mP2
m1
Lc1
L2a
L12
D3
T12
DRa
T11
L13
T13

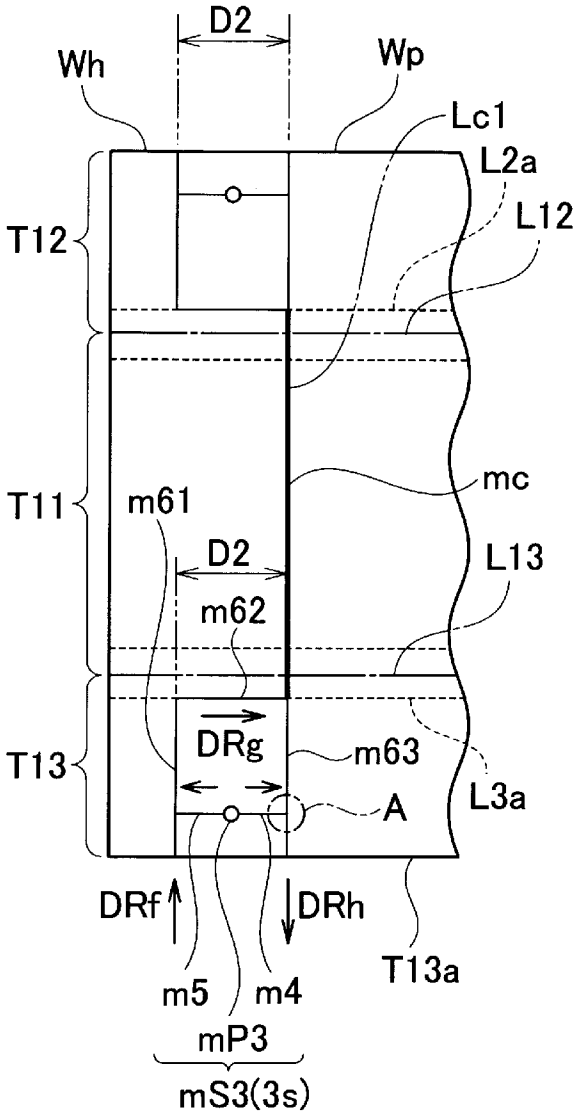
[図4]


mS2(2s)
m2
mP2
m1
T1
D2
Lc1
L2a
L12
T12
DRb
T11
L13
T13

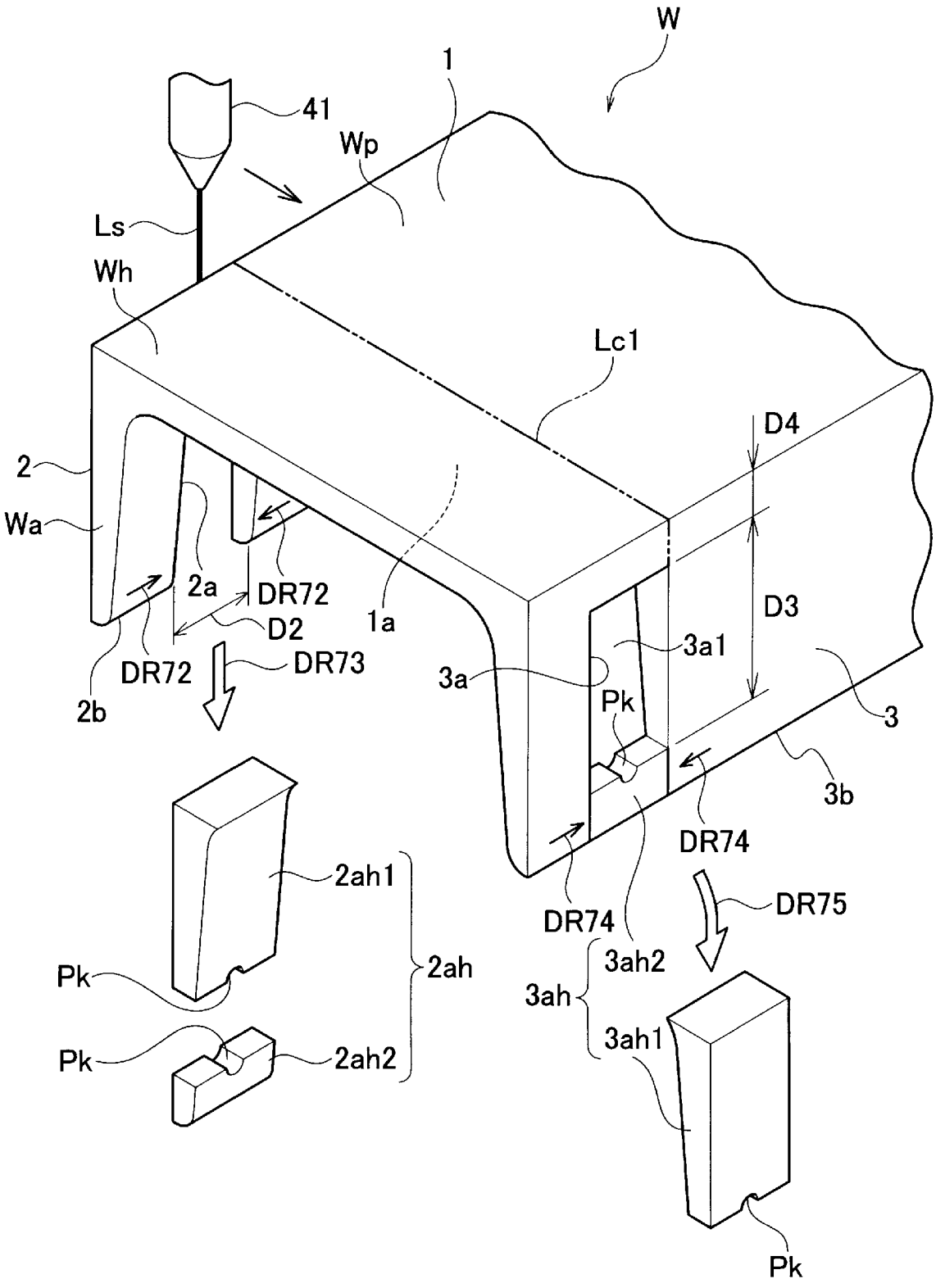
[図5]


D2
m1
m2
mP2
T1
T12a
DRc
DRe
L2a
m3
m33
L12
T12
DRd
Lc1
m32
m31
T11
L13
T13

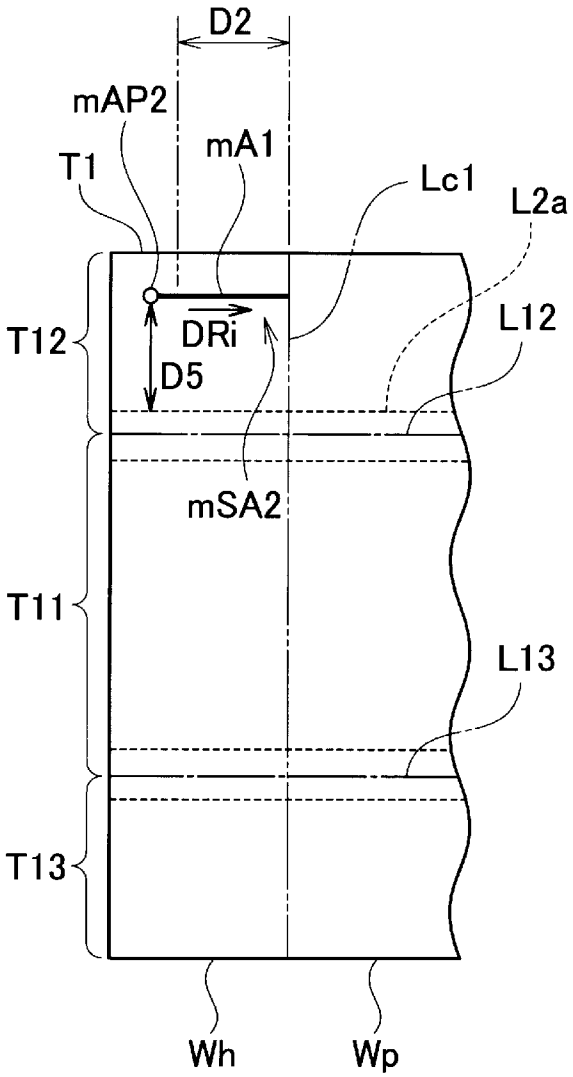
[図6]


D2
Wh
Wp
Lc1
L2a
L12
T12
T11
mc
m61
D2
L13
m62
T13
DRg
m63
A
L3a
DRf
DRh
T13a
m5
m4
mP3
mS3(3s)

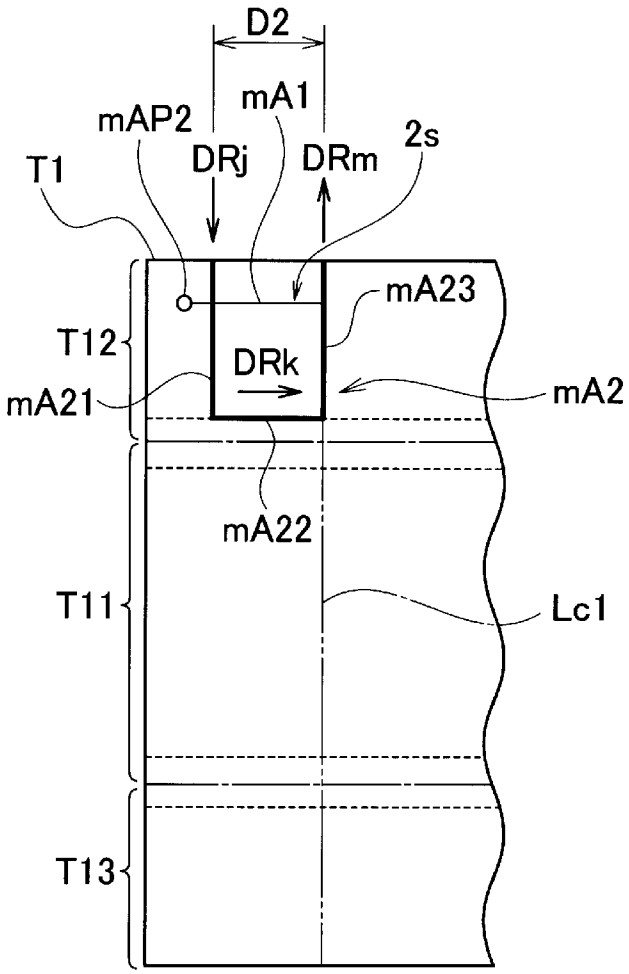
[図7]


W
1
41
Wp
Ls
Wh
Lc1
D4
2
Wa
2a
DR72
D2
1a
D3
3a1
DR72
DR73
3a
Pk
3
2b
3b
DR74
2ah1
DR74
DR75
Pk
2ah
3ah2
3ah
Pk
2ah2
3ah1
Pk

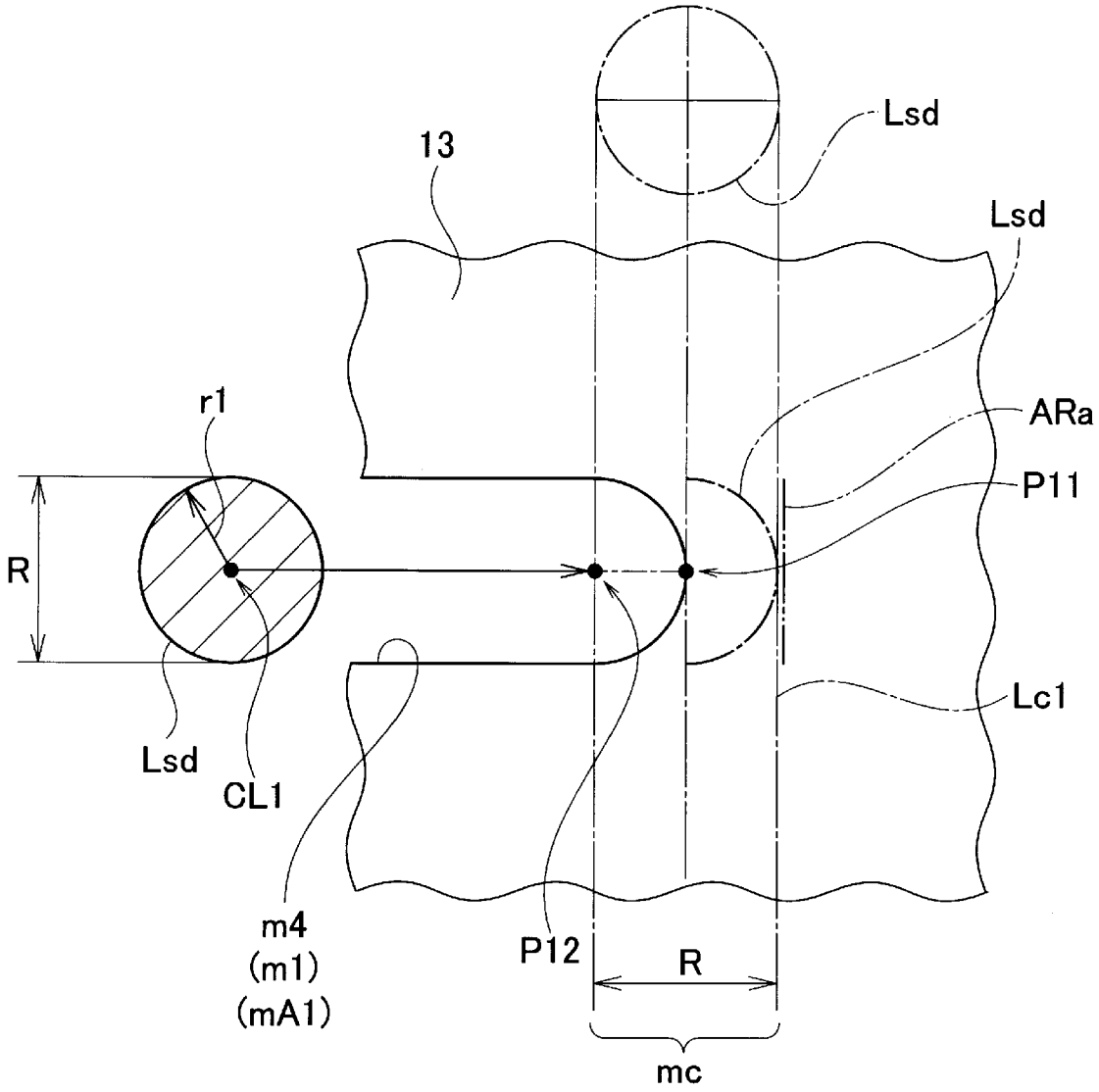
[図8]



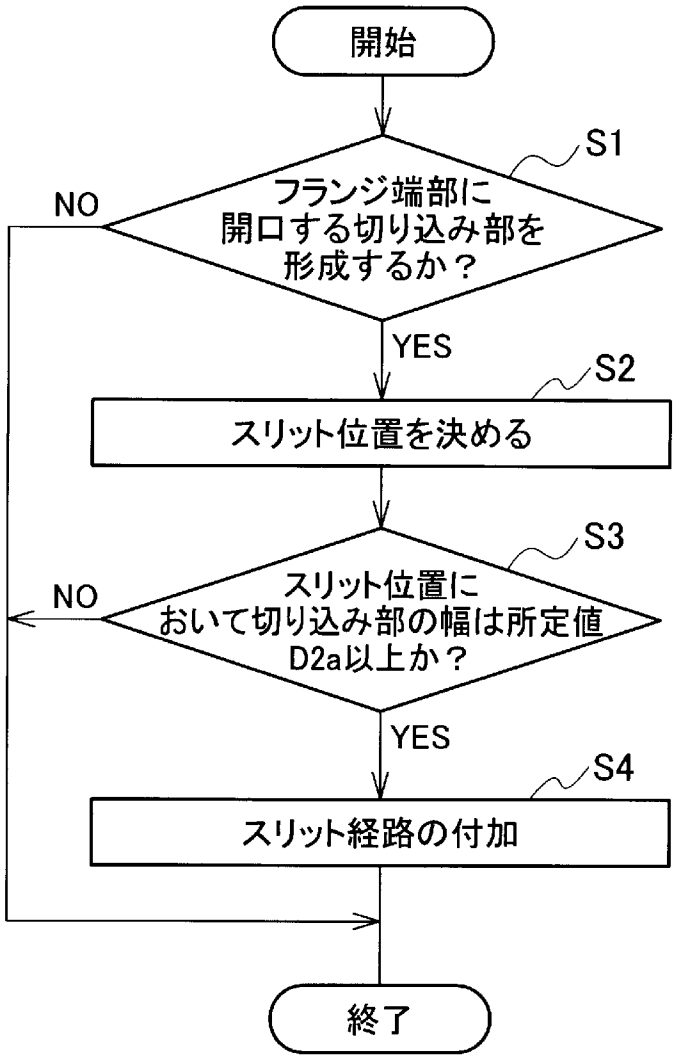
[図9]



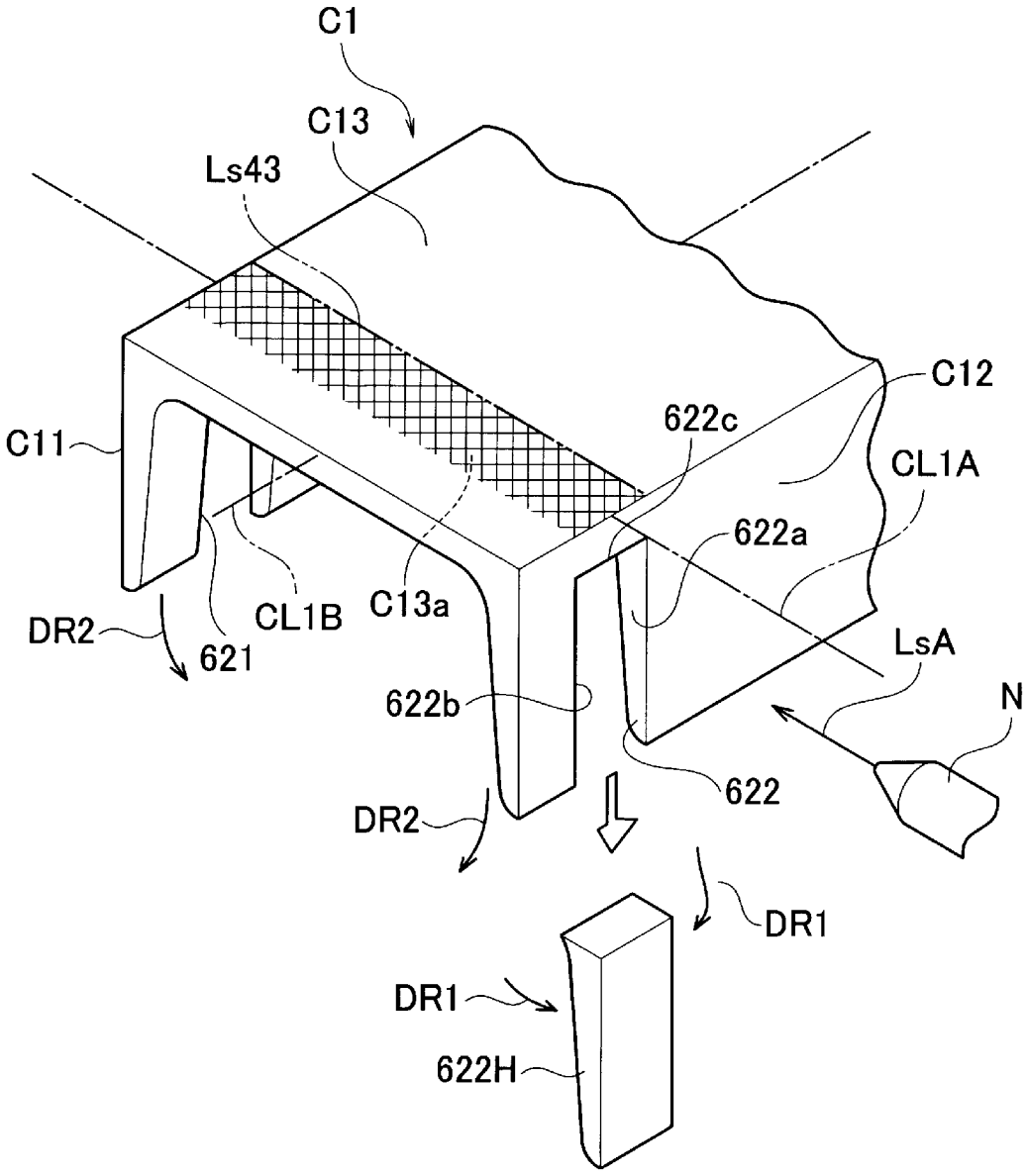
[図10]



[図11]


開始
S1
フランジ端部に
開口する切り込み部を
形成するか？
NO
YES
S2
スリット位置を決める
S3
スリット位置に
おいて切り込み部の幅は所定値
D2a以上か？
NO
YES
S4
スリット経路の付加
終了

[図12]


C1
C13
Ls43
C12
C11
622c
CL1A
622a
DR2
621
CL1B
C13a
LsA
N
622b
622
DR2
DR1
DR1
622H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/036269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B23K26/38(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)
Int.Cl. B23K26/38

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2015-123462 A (AMADA HOLDINGS CO., LTD.) 06 July 2015, claims, fig. 1-22 (Family: none)	1-4
A	JP 6-218550 A (MITSUI SHIPBUILDING & ENGINEERING CO., LTD.) 09 August 1994, claim 1, fig. 1-10 (Family: none)	1-4
A	JP 7-108373 A (TANAKA) 25 April 1995, claim 1, fig. 1-5 (Family: none)	1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
02 December 2019 (02.12.2019)	10 December 2019 (10.12.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/036269

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-22391 A (AMADA CO., LTD.) 02 February 2015, claims, fig. 1-10 (Family: none)	1-4
A	JP 2014-106761 A (AMADA CO., LTD.) 09 June 2014, claim 1, fig. 1-53 (Family: none)	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３６２６９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/38(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.　B23K26/38

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2015-123462 A（株式会社アマダホールディングス）2015.07.06, 特許請求の範囲，図１－図２２（ファミリーなし）	１－４
A	JP 6-218550 A（三井造船株式会社）1994.08.09, 請求項１，図１－図１０（ファミリーなし）	１－４
A	JP 7-108373 A（株式会社田中製作所）1995.04.25, 請求項１，図１－図５（ファミリーなし）	１－４

☑　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	国際調査報告の発送日
０２．１２．２０１９	１０．１２．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｐ　９５２７
黒石　孝志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３

Ｃ（続き）．　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 2015-22391 A（株式会社アマダ）2015.02.02，特許請求の範囲，図１－図１０（ファミリーなし）	１－４
Ａ	JP 2014-106761 A（株式会社アマダ）2014.06.09，請求項１，図１－図５３（ファミリーなし）	１－４