

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635643号
(P7635643)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類 F I
 F 1 6 C 9/02 (2006.01) F 1 6 C 9/02
 B 2 3 K 26/352 (2014.01) B 2 3 K 26/352
 F 1 6 C 7/00 (2006.01) F 1 6 C 7/00

請求項の数 2 (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-97622(P2021-97622)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和3年6月10日(2021.6.10)	(74)代理人	110000110 弁理士法人 快友国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-196059(P2021-196059 A)	(72)発明者	脇 康浩 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43)公開日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(72)発明者	小松崎 徹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和6年1月25日(2024.1.25)	審査官	松江川 宗
(31)優先権主張番号	特願2020-102638(P2020-102638)		
(32)優先日	令和2年6月12日(2020.6.12)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コネクティングロッドの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コネクティングロッドの製造方法であって、
 クランクシャフトの貫通孔が形成された半製品を用意する工程と、
 前記半製品の
前記貫通孔の内面に、前記貫通孔の軸方向に沿って複数のレーザ痕を形成するレーザ加工工程と、

前記複数のレーザ痕を起点として、前記半製品を前記貫通孔の前記内面の一部を有するロッド部と、前記貫通孔の前記内面の他の一部を有するキャップ部とに分割する破断工程と、を備え、

前記レーザ加工工程では、前記軸方向における一部の範囲で、第1の加工条件を適用して前記レーザ痕を形成し、前記軸方向における他の一部の範囲では、前記第1の加工条件とは異なる第2の加工条件を適用して前記レーザ痕を形成するか、前記レーザ痕の形成を省略し、

前記複数のレーザ痕は、
 前記軸方向と直交する第1の方向における一方側において、前記内面上を第1の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、前記第1の方向における反対側において、前記内面上を第2の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、を備え、

前記第1の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記キャップ部側に変位する凸形状を有しており、

前記第2の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記ロッド部側に変位する凸形状を

有している、製造方法。

【請求項 2】

コネクティングロッドの製造方法であって、
クランクシャフトの貫通孔が形成された半製品を用意する工程と、
前記半製品の
前記貫通孔の内面に、前記貫通孔の軸方向に沿って複数のレーザ痕を形成するレーザ加工工程と、

前記複数のレーザ痕を起点として、前記半製品を前記貫通孔の前記内面の一部を有するロッド部と、前記貫通孔の前記内面の他の一部を有するキャップ部とに分割する破断工程と、を備え、

前記複数のレーザ痕は、

前記軸方向と直交する第 1 の方向における一方側において、前記内面上を第 1 の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、前記第 1 の方向における反対側において、前記内面上を第 2 の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、を備え、

前記第 1 の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記キャップ部側に変位する凸形状を有しており、

前記第 2 の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記ロッド部側に変位する凸形状を有している、製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書が開示する技術は、コネクティングロッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に下記の工程を備えているコネクティングロッドの製造方法が開示されている。

(1) クランクシャフトの貫通孔が形成された半製品(特許文献 1 では、母材と称している)を用意する工程。

(2) 半製品の貫通孔に、貫通孔の軸方向に沿って複数のレーザ痕(特許文献 1 では、穴と称している)を形成するレーザ加工工程。

(3) 複数のレーザ痕を起点として、半製品を貫通孔の内面の一部を有するロッド部と、貫通孔の内面の他の一部を有するキャップ部とに分割する破断工程。

(4) 破断工程で分割したロッド部とキャップ部をネジで固定する工程。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019-113145 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

レーザ加工工程における加工条件が変更されると、形成されるレーザ痕は変化する。形成されるレーザ痕が変化すると、破断工程で破断された後の破断面の表面形状は変化する。例えばレーザ痕が形成されるピッチが細かい場合には、破断面の表面は滑らかになる。一方、レーザ痕が形成されるピッチが大きい場合には、破断面の表面は粗くなる。

【0005】

破断面の表面が滑らかな場合には、キャップ部とロッド部とをネジで固定する際に、小さな軸力で両者を固定することができる。その一方で、キャップ部とロッド部との合わせ面(すなわち、破断面)に生じる摩擦力は小さくなるので、ネジ固定する際に、キャップ部がロッド部に対して回転しやすくなる。その結果、キャップ部の位置がロッド部の位置に対してずれやすく、組み付け精度の低下を招く。

【0006】

10

20

30

40

50

一方、破断面の表面が粗い場合には、上述した合わせ面に生じる摩擦力が大きくなるので、キャップ部がロッド部に対して回転しにくく、両者の間の位置ずれが抑制される。しかしながら、破断面の表面が粗くなるほど、キャップ部とロッド部とをネジ固定するのに大きな軸力が必要となる。

【0007】

本明細書では、ネジ固定時のキャップ部とロッド部との位置ずれを抑制しつつ、ネジ固定時の軸力を低減することができるコネクティングロッドの製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本明細書が開示するコネクティングロッドの製造方法は、クランクシャフトの貫通孔が形成された半製品を用意する工程と、レーザ加工工程と、破断工程と、を備えている。レーザ加工工程では、半製品の貫通孔の内面に、貫通孔の軸方向に沿って複数のレーザ痕を形成する。破断工程では、複数のレーザ痕を起点として、半製品を貫通孔の内面の一部を有するロッド部と、貫通孔の内面の他の一部を有するキャップ部とに分割する。レーザ加工工程では、軸方向における一部の範囲で、第1の加工条件を適用してレーザ痕を形成し、軸方向における他の一部の範囲では、第1の加工条件とは異なる第2の加工条件を適用して前記レーザ痕を形成するか、前記レーザ痕の形成を省略する。

10

【0009】

上述した製造方法では、レーザ加工工程において、軸方向の一部の範囲には第1の加工条件が適用され、他の一部の範囲では第1の加工条件とは異なる第2の条件が適用される。あるいは、当該他の一部の範囲では、レーザ痕の形成自体を省略してもよい。これにより、破断工程後の半製品に形成される破断面の表面形状を、一様ではなく、貫通孔の軸方向に沿って変化させることができる。即ち、破断面の一部の範囲では、その表面を比較的に滑らかに（あるいは、平坦に）しつつ、破断面の他の一部の範囲では、破断面の表面を比較的に粗く（あるいは、非平坦に）することができる。これにより、キャップ部とロッド部とをネジで固定する際に、それらの間の位置ずれを抑制しつつ、ネジ締めに必要なとされる軸力を低減することができる。

20

【0010】

上述した製造方法では、さらに、前記複数のレーザ痕は、前記軸方向と直交する第1の方向における一方側において前記内面上を第1の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、前記第1の方向における反対側において前記内面上を第2の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、備えてもよい。前記第1の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記キャップ部側に変位する凸形状を有していてもよく、前記第2の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記ロッド部側に変位する凸形状を有していてもよい。

30

【0011】

仮に、第1の軌跡と第2の軌跡とが、ともにキャップ部側に変位する凸形状であるとする。この場合、軸方向の両端部分では、破断工程後にキャップ部に形成される内面の周長が、ロッド部に形成される内面の周長よりも短く、半円の長さを下回る。前述したように、互いに分割されたキャップ部とロッド部とは、その後の工程でネジ等によって互いに固定される。このとき、キャップ部とロッド部との内面には、二つに分割されたすべり軸受がそれぞれ配置される。分割されたすべり軸受が、それぞれ半円筒形状を有するのに対して、キャップ部に形成された内面の周長が、半円の長さを下回っていると、すべり軸受の周方向における両端部分が、ロッド部に形成される内面に向かって同時に突出してしまう。このような状態では、キャップ部とロッド部とを互い固定するとき、キャップ部から突出するすべり軸受けの両端部分がロッド部と同時に接触することによって、すべり軸受けがダメージを受けるおそれがある。これに対して、上述した本技術に係る構成によれば、軸方向の位置にかかわらず、キャップ部とロッド部とのそれぞれでは、内面の周長が半円の長さとするることができる。これにより、キャップ部とロッド部とのいずれにおいても、分割されたすべり軸受の周方向における両端部分が、貫通孔の内面から同時に突出することがない。従って、例えばロッド部から突出するすべり軸受の一端がキャップ部に接触

40

50

した場合でも、すべり軸受けが受動的に回転することによって、すべり軸受けに対するダメージが回避又は低減される。

【 0 0 1 2 】

また、別の実施形態の製造方法は、クランクシャフトの貫通孔が形成された半製品を用意する工程と、前記半製品の前記貫通孔の内面に、前記貫通孔の軸方向に沿って複数のレーザ痕を形成するレーザ加工工程と、前記複数のレーザ痕を起点として、前記半製品を前記貫通孔の前記内面の一部を有するロッド部と、前記貫通孔の前記内面の他の一部を有するキャップ部とに分割する破断工程と、を備える。その場合に、前記複数のレーザ痕は、前記軸方向と直交する第 1 の方向における一方側において、前記内面上を第 1 の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、前記第 1 の方向における反対側において、前記内面上を第 2 の軌跡に沿って配列されるレーザ痕群と、を備え、前記第 1 の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記キャップ部側に変位する凸形状を有しており、前記第 2 の軌跡は、その両端から中央部に向かって前記ロッド部側に変位する凸形状を有していてもよい。

10

【 0 0 1 3 】

本明細書が開示する技術の詳細とさらなる改良は以下の「発明を実施するための形態」にて説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】実施例の製造方法によって製造されるコネクティングロッドの正面図を示す。

【図 2】実施例の製造方法のレーザ加工工程における半製品の正面図を示す。

20

【図 3】実施例の製造方法の破断工程におけるキャップ部とロッド部の正面図を示す。

【図 4】実施例の製造方法のレーザ加工工程によってレーザ痕群が形成された半製品の断面図と、破断後の平面図を示す。

【図 5】第 1 変形例のレーザ痕群が形成された半製品の断面図を示す。

【図 6】第 2 変形例のレーザ痕群が形成された半製品の断面図を示す。

【図 7】第 3 変形例のレーザ痕群が形成された半製品の断面図を示す。

【図 8】第 4 変形例のレーザ痕群が形成された半製品の断面図を示す。

【図 9】第 5 変形例のレーザ痕群が形成された貫通孔の内面の側面図を示す。

【図 10】第 6 変形例のレーザ痕群が形成された貫通孔の内面の側面図を示す。

【図 11】第 7 変形例のレーザ痕群が形成された貫通孔の内面の側面図を示す。

30

【図 12】第 8 変形例のレーザ痕群が形成された貫通孔の内面の側面図を示す。

【図 13】第 9 変形例のレーザ痕群が形成された貫通孔の内面の側面図を示す。

【図 14】第 2 実施例の製造方法のレーザ加工工程における半製品の正面図を示す。

【図 15】第 2 実施例のレーザ痕群が形成された貫通孔の内面の側面図を示す。

【図 16】図 15 の線 X V I - X V I に沿ったコネクティングロッドの断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

図面を参照して実施例のコネクティングロッドの製造方法（以下、単に製造方法と称することがある）について説明する。まず、図 1 を参照して、実施例の製造方法で製造されるコネクティングロッド 10 について説明する。なお、以下では、理解を助けるために、図中に示す座標における Z 軸方向正側を単に「上」と表現することがあり、その反対方向の Z 軸方向負側を単に「下」と表現することがある。

40

【 0 0 1 6 】

コネクティングロッド 10 は、キャップ部 10 c と、ロッド部 10 r と、を備えている。キャップ部 10 c は、2 本のボルト 2 によって上方からロッド部 10 r に固定されている。キャップ部 10 c とロッド部 10 r とは、合わせ面 4 で互いに当接している。コネクティングロッド 10 の上側の端部には、シャフト貫通孔 10 s が形成されている。コネクティングロッド 10 の下側の端部には、ピストン貫通孔 10 p が形成されている。コネクティングロッド 10 は、車両に搭載されるエンジンを構成する部品である。エンジンに組み込まれる際、シャフト貫通孔 10 s には、クランクシャフト（図示省略）が挿通する。

50

同様に、ピストン貫通孔 10 p には、ピストン（図示省略）が接続される。コネクティングロッド 10 は、ピストン貫通孔 10 p に接続されているピストンの往復運動を、シャフト貫通孔 10 s を挿通するクランクシャフトの回転運動に変換する。

【0017】

以下、図 2 および図 3 を参照して、コネクティングロッド 10 を製造するための製造方法について説明する。この製造方法は、準備工程と、レーザ加工工程と、破断工程と、組立工程と、を備えている。準備工程では、コネクティングロッド 10 の母材となる半製品 10 を用意する。図 2 に示されるように、半製品 10 には、準備工程の段階で既にシャフト貫通孔 10 s が形成されている。

【0018】

レーザ加工工程では、レーザ加工装置 20 によってシャフト貫通孔 10 s の内面にレーザ痕群 8 を形成する。レーザ痕群 8 は、複数のレーザ痕により構成されている。レーザ加工装置 20 は、シャフト貫通孔 10 s の軸方向（すなわち、図 2 の紙面奥手前方向）に沿って移動しながら複数のレーザ 22 をシャフト貫通孔 10 s の内面に照射する。レーザ加工装置 20 は、シャフト貫通孔 10 s の内面にシャフト貫通孔 10 s の軸方向に沿ってレーザ痕群 8 を形成する。レーザ加工装置 20 は、X 軸方向の両側（すなわち、図 2 の紙面左右側）にレーザ 22 を照射する。レーザ加工装置 20 は、シャフト貫通孔 10 s の内面の対向する 2 箇所に、レーザ痕群 8 を形成する。

【0019】

破断工程では、半製品 10 の下側（すなわち、ロッド部 10 r に相当する部分）を固定した状態で、半製品 10 の上側（すなわち、キャップ部 10 c に相当する部分）を上方に引っ張る。図 2 を参照して説明したように、シャフト貫通孔 10 s の内面には、レーザ加工工程において形成されたレーザ痕群 8 が形成されている。レーザ痕群 8 は、複数のレーザ痕によって構成されている。シャフト貫通孔 10 s の内面でレーザ痕群 8 が形成されている部位では、その強度が局所的に弱くなる。このため、半製品 10 の上側が上方に引っ張られると、レーザ痕群 8 を起点として半製品 10 が破断する。その結果、図 3 に示されるように、半製品 10 は、シャフト貫通孔 10 s の内面上側の一部を有するキャップ部 10 c と、下側の一部を有するロッド部 10 r に分割される。

【0020】

図 2 および図 3 に示されるように、半製品 10 には、上下方向に延びているボルト穴 2 h が形成されている。ボルト穴 2 h の上側の一部はキャップ部 10 c によって形成されており、下側の一部はロッド部 10 r によって形成されている。組立工程では、クランクシャフト（不図示）の一方側からロッド部 10 r を配置して、他方側からキャップ部 10 c を配置する。その結果、クランクシャフトがシャフト貫通孔 10 s に挿通する。その後、図 1 を参照して説明したように、2 本のボルト 2 によってキャップ部 10 c とロッド部 10 r とを固定する。このように、実施例の製造方法は、準備工程、レーザ加工工程、破断工程および組立工程によって、シャフト貫通孔 10 s にクランクシャフトが挿通されたコネクティングロッド 10（図 1 参照）を製造する。

【0021】

組立工程でボルト 2（図 1 参照）を締結する際、キャップ部 10 c は、ボルト 2 とともにシャフト貫通孔 10 s の軸方向に回転しようとする。先に述べたように、キャップ部 10 c とロッド部 10 r とは半製品 10 を破断することで形成される。このため、キャップ部 10 c のキャップ破断面 11 c およびロッド部 10 r のロッド破断面 11 r には、キャップ部 10 c の回転を規制する形状（例えば、位置決めボス）等を形成することができない。ボルト 2 によってキャップ部 10 c とロッド部 10 r とをボルト 2 で固定する際、キャップ部 10 c がロッド部 10 r に対して回転しやすい。すなわち、組立工程でキャップ部 10 c の位置が、ロッド部 10 r の位置に対してずれやすい。

【0022】

キャップ部 10 c とロッド部 10 r の位置ずれを抑制するための一つの方法として、キャップ部 10 c のキャップ破断面 11 c と、ロッド部 10 r のロッド破断面 11 r との表

10

20

30

40

50

面を粗くすることが考えられる。例えばキャップ破断面 1 1 c の表面が粗く、その表面に細かな突条が形成されている場合、破断したロッド破断面 1 1 r の表面には、キャップ破断面 1 1 c の突条と嵌合する凹部が形成される。すなわち、キャップ破断面 1 1 c とロッド破断面 1 1 r の表面が粗い場合は、キャップ部 1 0 c の位置が、ロッド部 1 0 r の位置に対してずれにくい。

【 0 0 2 3 】

しかしながら、キャップ破断面 1 1 c とロッド破断面 1 1 r との表面が粗くなると、組立工程でボルト 2 を締結する際、大きな軸力が必要となる。

【 0 0 2 4 】

図 4 を参照して、実施例の製造方法のレーザ加工工程において形成されるレーザ痕群と、そのレーザ痕群を起点として破断することで形成される破断面の表面の形状との関係について説明する。図 4 (A) は、レーザ加工工程でレーザ痕群 8 が形成された、ロッド破断面 1 1 r の位置における断面図である。図 4 (A) のハッチングは、半製品 1 0 の実断面を示している。

10

【 0 0 2 5 】

図 4 (A) に示されるように、レーザ痕群 8 は、第 1 レーザ痕群 8 a と、第 2 レーザ痕群 8 b と、を備えている。シャフト貫通孔 1 0 s の軸 1 0 a 方向で半製品 1 0 の中央部に設けられている第 1 レーザ痕群 8 a は、微小ピッチで各レーザ痕が形成されている。軸 1 0 a 方向で半製品 1 0 の両端部に設けられている第 2 レーザ痕群 8 b は、第 1 レーザ痕群 8 a よりも大きなピッチで各レーザ痕が形成されている。すなわち、レーザ痕群 8 は、軸 1 0 a 方向における一部の範囲では、微小ピッチで形成され、他の一部の範囲では、微小ピッチよりも大きいピッチで形成されている。

20

【 0 0 2 6 】

図 4 (B) は、図 4 (A) のレーザ痕群 8 が形成された半製品 1 0 を上述した破断工程で分割したロッド部 1 0 r を、図 3 の L 1 方向から観測したロッド破断面 1 1 r の表面の形状を示している。図 4 (B) に示されるように、ロッド破断面 1 1 r のうち第 1 レーザ痕群 8 a を起点に形成された第 1 破断面 1 1 a は、表面が滑らかとなっている。一方、ロッド破断面 1 1 r のうち第 2 レーザ痕群 8 b を起点に形成された第 2 破断面 1 1 b は、表面が粗くなっている。先に述べたように、表面が粗い第 2 破断面 1 1 b は、組立工程でキャップ部 1 0 c とロッド部 1 0 r の位置を規制するが、ボルト 2 の締結時の軸力を増加させる。一方、表面が滑らかな第 1 破断面 1 1 a は、ボルト 2 の締結時の軸力を低下させる。このように、実施例の製造方法は、ロッド破断面 1 1 r の軸 1 0 a 方向における一部の範囲でキャップ部 1 0 c (図 1 参照) とロッド部 1 0 r との位置を規制するとともに、軸 1 0 a 方向における他の一部の範囲を滑らかにすることで、軸力の増加を抑制することができる。実施例の製造方法は、図 4 (B) に示されるように、ロッド破断面 1 1 r のうち、ボルト 2 (図 1 参照) の締結時に軸力がかかるボルト穴 2 h の周辺部を滑らかにすることで、ボルト 2 の締結時の軸力の増加を効果的に抑制することができる。また、実施例の製造方法は、軸力への寄与が少ない半製品 1 0 の軸 1 0 a 方向の端部の表面を粗くして、キャップ部 1 0 c (図 1 参照) とロッド部 1 0 r の位置ずれを抑制することができる。

30

【 0 0 2 7 】

破断工程で起点となるレーザ痕群を形成するレーザ加工工程の加工条件は、図 4 (A) に示したものに限定されない。図 5 ~ 図 1 3 を参照して、レーザ加工工程の加工条件の変形例を説明する。

40

【 0 0 2 8 】

第 1 変形例のレーザ加工工程では、図 5 に示されるように、レーザ痕群 8 0 の端部に微小ピッチの第 1 レーザ痕群 8 a が形成されており、レーザ痕群 8 0 の中央部に第 1 レーザ痕群 8 a よりも大きなピッチで第 2 レーザ痕群 8 b が形成されている。これにより、第 1 変形例の製造方法は、例えばボルト 2 (図 1 参照) の例えば、締結時の軸力が大きい場合に、ロッド破断面 1 1 r のうち、ボルト 2 の締結時に軸力がかかるボルト穴 2 h の周辺部でキャップ部 1 0 c (図 1 参照) とロッド部 1 0 r の位置ずれを抑制することができる。

50

また、第1変形例の製造方法は、半製品10の軸10a方向の端部の表面を滑らかにして、ボルト2の締結時の軸力が必要以上に増加することを抑制することができる。

【0029】

第2変形例のレーザ加工工程では、図6に示されるように、レーザ痕群81の軸10a方向に2分割した一方側に微小ピッチの第1レーザ痕群8aが形成されており、他方側に第1レーザ痕群8aよりも大きなピッチで第2レーザ痕群8bが形成されている。図2を参照して説明したように、レーザ加工工程では、レーザ加工装置20が、軸10a方向に沿って移動しながら複数のレーザ22を照射する。このため、第2変形例のレーザ加工工程では、レーザ加工装置20は、レーザ22を照射するピッチを一度変更する。一方、上述した実施例と第1変形例のレーザ加工工程では、レーザ加工装置20は、レーザ22を照射するピッチを2度変更する。第2変形例の製造方法では、半製品10を軸10a方向に3つに分割してレーザ痕のピッチを変更するレーザ痕群8、80を形成するレーザ加工工程に比して、レーザ加工工程を簡略化することができる。なお、第2変形例のレーザ加工工程では、図6に示されるように、Y軸方向負側(すなわち、図6の紙面上側)に第1レーザ痕群8aが形成されており、Y軸方向正側(すなわち、図6の紙面下側)に第2レーザ痕群8bが形成されている。しかしながら、別の変形例では、Y軸方向負側に第2レーザ痕群8bが形成されており、Y軸方向正側に第1レーザ痕群8aが形成されていてもよい。

10

【0030】

第3変形例のレーザ加工工程では、図7に示されるように、軸10a方向におけるボルト穴2周辺にのみ微小ピッチの第1レーザ痕群8aが形成されており、軸10a方向における両端にはレーザ痕が形成されていない。すなわち、第3実施例の製造方法は、レーザ加工工程で、半製品10の軸10a方向における一部の範囲では第1レーザ痕群8aが形成され、軸10a方向における他の一部の範囲ではレーザ痕群が形成されない。このように軸10a方向の一部にレーザ痕群82が形成されている半製品10であっても、部分的に形成された第1レーザ痕群8aを起点として、半製品10をロッド部10rとキャップ部10c(図3参照)に分割される。このため、軸10a方向における他の一部の範囲では、レーザ痕群の形成を省略してもよい。

20

【0031】

レーザ痕群の形成が省略された範囲の破断面は、微小ピッチの第1レーザ痕群8aを起点に破断した破断面に比して表面が粗くなる。このため、レーザ痕群の形成が省略された範囲の破断面は、ボルト2(図1参照)締結時にキャップ部10cとロッド部10rの位置がずれることを抑制することができる。第3変形例のレーザ加工工程では、形成するレーザ痕群の軸10a方向の長さを短くすることで、レーザ痕群を形成する時間を短くすることができる。

30

【0032】

また、第4変形例のレーザ加工工程では、図8に示されるように、半製品10の軸10a方向の端部にのみ微小ピッチの第1レーザ痕群8aを形成し、ボルト穴2周辺のレーザ痕群の形成を省略してもよい。これにより、図5を参照して説明した第2変形例のレーザ痕群80と同様に、締結時の軸力が大きい場合に、ロッド破断面11rのうち、ボルト2の締結時に軸力がかかるボルト穴2hの周辺部でキャップ部10c(図1参照)とロッド部10rの位置ずれを抑制することができる。

40

【0033】

図9~図13を参照して、さらなる変形例の製造方法について説明する。図9~図13は、図2のL2方向から観測したシャフト貫通孔10sの内面に形成されたレーザ痕群の上下方向の位置を示している。図4~図8を参照して説明した実施例および変形例では、レーザ加工工程において、レーザ痕群はシャフト貫通孔10sの軸10a方向に沿って平坦に(すなわち、軸10a方向に平行に)形成されている。発明者らは、様々な加工条件で形成したレーザ痕群で破断実験を繰り返す中で、レーザ痕群を非平坦に(すなわち、軸10a方向に対して傾斜させて)形成した場合であっても、傾斜したレーザ痕群を起点に

50

半製品 10 を破断することができることを発見した。すなわち、本明細書では、「貫通孔の軸方向に沿って複数のレーザ痕を形成するレーザ加工工程」は、シャフト貫通孔 10 s の軸 10 a 方向に沿って平行なレーザ痕群を形成するレーザ加工工程と、シャフト貫通孔 10 s の軸 10 a 方向に沿って変化しているレーザ痕群を形成するレーザ加工工程と、を含む。

【0034】

第5変形例のレーザ加工工程では、図9に示されるように、レーザ痕群84が、第1レーザ痕群8aと、第3レーザ痕群8cと、を備えている。第1レーザ痕群8aと第3レーザ痕群8cとは、ともに微小ピッチで形成されている。第3レーザ痕群8cは、Y軸方向正側（すなわち、図9の紙面右側）ほど上側に傾斜するように形成されている。第1レーザ痕群8aは、軸10a方向（すなわち、Y軸方向）に平行に形成されている。すなわち、第5変形例のレーザ加工工程は、軸10a方向における一部の範囲で、軸10a方向に平行に微小ピッチの第1レーザ痕群8aを形成する。第5変形例のレーザ加工工程は、軸10a方向における他の一部の範囲では、軸10a方向に対して傾斜した微小ピッチの第3レーザ痕群8cを形成する。先に述べたように、第1レーザ痕群8aを起点として破断した破断面の表面は滑らかとなり、ボルト2（図1参照）の締結時の軸力増加を抑制する。一方、軸10a方向に対して傾斜した第3レーザ痕群8cを起点に破断した破断面は、軸10a方向に対して傾斜する。軸10a方向に対して傾斜している破断面は、ボルト2の締結時のキャップ部10c（図1参照）の回転を規制する。軸10a方向に対して傾斜している破断面は、キャップ部10cとロッド部10rの位置ずれを抑制することができる。なお、図9～図11では、理解を助けるため、第1レーザ痕群8aと軸10aとを、上下方向でずらして記載している。しかしながら、実際の第1レーザ痕群8aは、軸10aと上下方向で同じ位置に形成される。

10

20

【0035】

また、図10に示されるように、第6変形例のレーザ加工工程で形成されるレーザ痕群85は、第1レーザ痕群8aと、第3レーザ痕群8cに加えて、さらに第4レーザ痕群8dを備えてもよい。その場合、第4レーザ痕群8dは、微小ピッチで形成され、Y軸方向負側（すなわち、図10の紙面左側）ほど上側に傾斜して形成されてもよい。レーザ痕群85の中央部に軸10a方向と平行に形成されている第1レーザ痕群8aを起点に破断した破断面によりボルト2（図1参照）の締結時の軸力増加を抑制する。レーザ痕群85の軸10a方向の端部に形成されている第3レーザ痕群8cと第4レーザ痕群8dとを起点に破断した破断面は、軸10a方向に対して傾斜する。レーザ加工工程でレーザ痕群85を形成して、半製品10（図2参照）の軸10a方向の両端に傾斜している破断面を設けることで、キャップ部10cとロッド部10rの位置ずれを抑制することができる。

30

【0036】

さらに、図11に示されるように、第7変形例のレーザ加工工程で形成されるレーザ痕群86は、レーザ痕群85の第4レーザ痕群8dに代えて、軸10a方向におけるY軸方向負側（すなわち、図11の紙面左側）ほど下側に傾斜している第5レーザ痕群8eを備えてもよい。第5レーザ痕群8eも、第4レーザ痕群8dと同様に微小ピッチで形成されている。第5レーザ痕群8eを起点に破断した破断面は、軸10a方向に対して傾斜する。レーザ加工工程でレーザ痕群86を形成して、半製品10の軸10a方向の両端に傾斜している破断面を設けることで、キャップ部10cとロッド部10rの位置ずれを抑制することができる。

40

【0037】

また、図12に示されるように、第8変形例のレーザ加工工程で形成されるレーザ痕群87は、軸10a方向に対して傾斜している第6レーザ痕群8fと、第7レーザ痕群8gとを備えてもよい。第6レーザ痕群8fは、軸10a方向のY軸方向正側（すなわち、図12の紙面右側）ほど下側に傾斜している。第7レーザ痕群8gは、軸10a方向のY軸方向正側（すなわち、図12の紙面右側）ほど上側に傾斜している。第6レーザ痕群8fと、第7レーザ痕群8gとは、半製品10の軸10a方向の中央部で交わっている。レ

50

ーザ痕群 8 f は、軸 10 a 方向に平行なレーザ痕群を備えていない。第 6 レーザ痕群 8 f と、第 7 レーザ痕群 8 g とは、ともに微小ピッチで形成されている。第 6 レーザ痕群 8 f と第 7 レーザ痕群 8 g とを起点に破断した破断面は、軸 10 a 方向に対して傾斜する。レーザ加工工程でレーザ痕群 8 f を形成して、半製品 10 の軸 10 a 方向の両端に、傾斜している破断面を設けることで、キャップ部 10 c とロッド部 10 r の位置ずれを抑制することができる。

【0038】

さらに、図 13 に示されるように、第 9 変形例のレーザ加工工程で形成されるレーザ痕群 8 h は、軸 10 a 方向に対して傾斜している 3 個の第 7 レーザ痕群 8 h と、3 個の第 8 レーザ痕群 8 i とを備えてもよい。第 7 レーザ痕群 8 h は、軸 10 a 方向の Y 軸方向正側（すなわち、図 13 の紙面右側）ほど下側に傾斜している。第 8 レーザ痕群 8 i は、軸 10 a 方向の Y 軸方向正側（すなわち、図 12 の紙面右側）ほど上側に傾斜している。レーザ痕群 8 h には、第 7 レーザ痕群 8 h と第 8 レーザ痕群 8 i とが軸 10 a 方向で交互に配置されている。軸 10 a 方向に対して傾斜している複数のレーザ痕群を起点に破断した破断面は、軸 10 a 方向に対して傾斜する。レーザ加工工程でレーザ痕群 8 h を形成して軸 10 a 方向に傾斜している破断面の数を増やすことで、キャップ部 10 c とロッド部 10 r の位置ずれをさらに抑制することができる。

【0039】

（第 2 実施例）

以下、図 14 ~ 図 16 を参照して、第 2 実施例の製造方法について説明する。図 14 は、レーザ加工工程における半製品 10 の正面図を示す。第 2 実施例におけるレーザ加工工程は、基本的には図 2 で説明したレーザ加工工程と同様である。第 2 実施例の製造方法では、レーザ加工装置 20 は、複数のレーザ 22 の双方を、一直線上に照射する。すなわち、複数のレーザ 22 の双方は、レーザ加工装置 20 によって、軸 10 a に直交する方向に沿って照射される。レーザ加工装置 20 は、軸 10 a を中心に矢印 R に沿って回転しながら軸 10 a の方向（すなわち、図 14 の紙面奥手前方向）に沿ってシャフト貫通孔 10 s の内側を移動する。

【0040】

図 15 (A) は、シャフト貫通孔 10 s の内面の X 軸方向正側（すなわち、図 14 の矢印 L3 の方向側）にレーザ 22 によって配列されるレーザ痕群を示す。図 15 (B) は、シャフト貫通孔 10 s の内面の X 軸方向負側（すなわち、図 14 の矢印 L4 の方向側）にレーザ 22 によって配列されるレーザ痕群を示す。すなわち、図 15 (A) は、コネクティングロッド 10 の左右方向の右側において内面上にレーザ 22 が描く第 1 軌跡 90 a を示し、図 15 (B) は、左側において内面上にレーザ 22 が描く第 2 軌跡 90 b を示す。

【0041】

図 15 (A) に示されるように、第 1 軌跡 90 a は、第 1 傾斜部 91 と第 2 傾斜部 92 とを備える。第 1 傾斜部 91 は、軸 10 a のキャップ部 10 c 側に位置する端 P1 から第 1 軌跡 90 a の中央部に向かって軸 10 a に近づくように傾斜する。第 1 傾斜部 91 は、第 1 軌跡 90 a の中央部側の端において、第 2 傾斜部 92 と接続される。第 2 傾斜部 92 は、軸 10 a のキャップ部 10 c 側に位置する端 P2 から第 1 軌跡 90 a の中央部に向かって軸 10 a に近づくように傾斜する。その結果、第 1 軌跡 90 a は、軸方向の両端 P1, P2 から中央部に向かって下向きに変位する V 字形状を有する。別言すれば、第 1 軌跡 90 a は、ロッド部 10 r 側に変位する凸形状を有する。

【0042】

第 1 傾斜部 91 と軸 10 a との間には、第 1 傾斜角 θ_1 が形成される。第 2 傾斜部 92 と軸 10 a との間には、第 2 傾斜角 θ_2 が形成される。なお、本実施例では、第 1 軌跡 90 a は、半製品 10 の軸方向の中線 C1 を基準として軸 10 a の方向に対称形状を有している。その結果、第 1 傾斜角 θ_1 は、第 2 傾斜角 θ_2 と等しくなる。

【0043】

同様に、図 15 (B) に示されるように、第 2 軌跡 90 b は、第 3 傾斜部 93 と第 4 傾

10

20

30

40

50

斜部 9 4 とを備える。第 3 傾斜部 9 3 は、軸 1 0 a のロッド部 1 0 r 側に位置する端 P 3 から第 2 軌跡 9 0 b の中央部に向かって軸 1 0 a に近づくように傾斜する。第 3 傾斜部 9 3 は、第 2 軌跡 9 0 b の中央部側の端において、第 4 傾斜部 9 4 と接続される。第 4 傾斜部 9 4 は、軸 1 0 a のロッド部 1 0 r 側に位置する端 P 4 から第 2 軌跡 9 0 b の中央部に向かって軸 1 0 a に近づくように傾斜する。その結果、第 2 軌跡 9 0 b は、軸方向の両端 P 1 , P 2 から中央部に向かってキャップ部 1 0 c 側に変位する V 字形状を有する。別言すれば、第 2 軌跡 9 0 b は、上向きに突出する凸形状を有する。

【 0 0 4 4 】

第 3 傾斜部 9 3 と軸 1 0 a との間には、第 3 傾斜角 θ_3 が形成される。第 4 傾斜部 9 4 と軸 1 0 a との間には、第 4 傾斜角 θ_4 が形成される。なお、本実施例では、第 2 軌跡 9 0 b は、半製品 1 0 の軸方向の中線 C 1 を基準として軸 1 0 a の方向に対称形状を有している。その結果、第 3 傾斜角 θ_3 は、第 4 傾斜角 θ_4 と等しくなる。

10

【 0 0 4 5 】

図 1 4 を参照して説明したように、レーザ加工装置 2 0 は、その左右方向に一直線上に延びる複数のレーザ 2 2 を照射しながら矢印 R の方向に回転する。その結果、図 1 4 の矢印 L 3 の方向（すなわち、右方向）に照射されるレーザ 2 2 と矢印 L 4 の方向（すなわち、左方向）に照射されるレーザ 2 2 とは、軸 1 0 a を基準として点对称に変位する。このため、図 1 5 に示されるように、第 1 軌跡 9 0 a は、第 2 軌跡 9 0 b に対して、軸 1 0 a を基準とする対称形状を有する。別言すれば、第 1 軌跡 9 0 a が描く V 字形状と、第 2 軌跡 9 0 b が描く V 字形状とは変位する向きは互いに反対側であるものの、同様の形状を有している。そのため、第 1 傾斜角 θ_1 は、第 3 傾斜角 θ_3 と等しくなり、第 2 傾斜角 θ_2 は、第 4 傾斜角 θ_4 と等しくなる。

20

【 0 0 4 6 】

図 1 6 を参照して、本実施例の製造方法によって製造されたコネクティングロッド 1 0 について説明する。コネクティングロッド 1 0 のシャフト貫通孔 1 0 s の内側には、すべり軸受け 3 1 が配置される。すべり軸受け 3 1 は、シャフト貫通孔 1 0 s の軸 1 0 a に沿って延びる円筒形状を有している。すべり軸受け 3 1 の内側には、クランクシャフト 4 0 が配置される。すべり軸受け 3 1 は、クランクシャフト 4 0 を、コネクティングロッド 1 0 に対して回転可能に固定する部材である。すべり軸受け 3 1 とシャフト貫通孔 1 0 s の内面との間には、隙間 5 0 が設けられている。この隙間 5 0 には、オイルが充填され、シャフト貫通孔 1 0 s の内面と、すべり軸受け 3 1 の外面 3 1 s との間の摩擦を低減する。

30

【 0 0 4 7 】

すべり軸受け 3 1 は、円筒形状を半分に分割した、キャップ側部材 3 1 c とロッド側部材 3 1 r とで構成される。このため、各部材 3 1 c , 3 1 r は、半円筒形状を有する。クランクシャフト 4 0 に対してすべり軸受け 3 1 とコネクティングロッド 1 0 とを固定する際、クランクシャフト 4 0 の下方にロッド部 1 0 r 及びロッド側部材 3 1 r が配置される。次いで、クランクシャフト 4 0 の上方にキャップ部 1 0 c 及びキャップ側部材 3 1 c が配置される。その後、組立工程でボルト 2（図 1 参照）が上方から締結される。これにより、円筒形状を有するクランクシャフト 4 0 の全周を覆うように、すべり軸受け 3 1、コネクティングロッド 1 0 を固定することができる。

40

【 0 0 4 8 】

先に述べたように、キャップ部 1 0 c とロッド部 1 0 r とは半製品 1 0 を破断することで形成される。図 1 6 に示されるように、シャフト貫通孔 1 0 s の内面には、各部 1 0 c、1 0 r の合わせ面 4 の境界部 E 1 , E 2 が露出する。境界部 E 1 , E 2 には、破断工程で形成されるバリ、また、組立工程で生じる各部 1 0 c、1 0 r のずれにより、段差が生じやすい。当該段差は、すべり軸受け 3 1 の外面 3 1 s を損傷させるおそれがある。外面 3 1 s が損傷すると外面 3 1 s が粗くなる。その結果、隙間 5 0 を充填するオイルが流れにくくなり、クランクシャフト 4 0 の回転効率が低下するおそれがある。

【 0 0 4 9 】

仮に各軌跡 9 0 a、9 0 b が上方に突出する V 字形状を有する場合、各境界部 E 1 , E

50

2は、ともに中線C2に対して上方に距離D1だけ変位することになる。その場合、各境界部E1、E2同士のキャップ部10c側の周方向の距離は、シャフト貫通孔10sの内周の半分よりも短くなる。先に述べたように、シャフト貫通孔10sの内側には、すべり軸受け31が配置される。各境界部E1、E2同士の周方向のキャップ部10c側の距離が短くなると、すべり軸受け31の周方における両端は、シャフト貫通孔10sの内面のロッド部10r側に対して同時に突出することになる。この場合、すべり軸受け31の上部（特に、キャップ側部材31c）の外面31sが、ロッド部10rと干渉しやすい。特に、ロッド部10rが各境界部E1、E2と干渉すると、外面31sが傷つきやすい。すなわち、各軌跡90a、90bが上方に突出するV字形状を有する場合、すべり軸受け31の外面31sが損傷しやすい。

10

【0050】

本実施例の製造方法では、第1軌跡90aは、上方に突出するV字形状を有し、第2軌跡90bは、下方に突出するV字形状を有する。その結果、図16に示されるように、X軸方向正側（すなわち、図16の紙面右側）に位置する境界部E1は、軸10aを通過する中線C2に対して上方に距離D1だけ変位する。一方、反対側（すなわち、図16の紙面左側）に位置する境界部E2は、軸10aを通過する中線C2に対して下方に距離D2だけ変位する。すなわち、本実施例の製造方法によれば、各境界部E1、E2同士のキャップ部10c側の周方向の距離は、シャフト貫通孔10sの内周の半分に保持されやすい。

【0051】

さらに、先に述べたように、第1軌跡90a、第2軌跡90bに対して、互いに軸10aを基準とした点対称形状を有する。そのため、距離D1は距離D2と等しくなる。すなわち、各境界部E1、E2同士のキャップ部10c側の周方向の距離は、シャフト貫通孔10sの内周の半分に保持される。これにより、すべり軸受け31の一方の部材31c、31rが、各部10c、10rの一方の内面側から、他方の内面側に突出しにくい。すなわち、すべり軸受け31の外面31sと、各境界部E1、E2とが干渉しにくい。すなわち、本実施例の製造方法によれば、上述した各軌跡90a、90bがともにキャップ部10c側に変位するV字形状を有する構成に比して、すべり軸受け31の外面31sへの損傷を低減することができる。また、先に述べたように、各軌跡90a、90bが傾斜部を有することで、キャップ部10cとロッド部10rの位置ずれを抑制することができる。

20

【0052】

実施例および各変形例の留意点について以下に述べる。破断工程で形成されるキャップ破断面11c、ロッド破断面11rの表面形状は、半製品10を構成する材質、形状、環境温度等、破断工程における引っ張り荷重、速度等によって異なる。そのため、レーザ加工工程の加工条件は、上述した各変形例の加工条件を互いに組み合わせて適用してもよい。また、各レーザ痕群のシャフト貫通孔10sの軸10a方向の長さおよび軸10aに対して傾斜させる角度についても、変更可能である。

30

【0053】

第2実施例では、各軌跡90a、90bは、中線C1を基準として軸10a方向に対称な形状を有していたが、変形例では、各軌跡90a、90bは、非対称な形状を有してもよい。

40

【0054】

また、各軌跡90a、90bの形状は、V字形状に限定されず、例えばW字形状のように、中央部に向かってキャップ部10c側に変位する複数の傾斜部と、中央部に向かってロッド部10r側に変位する複数の傾斜部と、を備えてもよい。

【0055】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を

50

同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

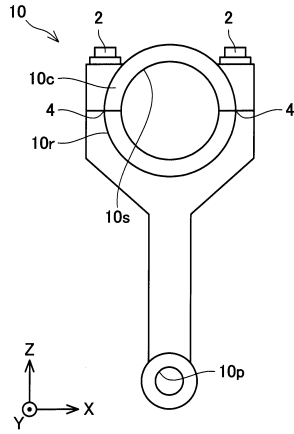
2	: ボルト	
2 h	: ボルト穴	
4	: 合わせ面	
8	: レーザ痕群	
1 0	: コネクティングロッド	
1 0 c	: キャップ部	10
1 0 p	: ピストン貫通孔	
1 0 r	: ロッド部	
1 0 s	: シャフト貫通孔	
1 0	: 半製品	
1 1 a	: 第 1 破断面	
1 1 b	: 第 2 破断面	
1 1 c	: キャップ破断面	
1 1 r	: ロッド破断面	
2 0	: レーザ加工装置	
2 2	: レーザ	20
3 1	: すべり軸受け	
3 1 c	: キャップ側部材	
3 1 r	: ロッド側部材	
3 1 s	: 外面	
4 0	: クランクシャフト	
5 0	: 隙間	
9 0 a	: 第 1 軌跡	
9 0 b	: 第 2 軌跡	
9 1	: 第 1 傾斜部	
9 2	: 第 2 傾斜部	30
9 3	: 第 3 傾斜部	
9 4	: 第 4 傾斜部	
E 1、E 2	: 境界部	
P 1 ~ P 4	: 端	

40

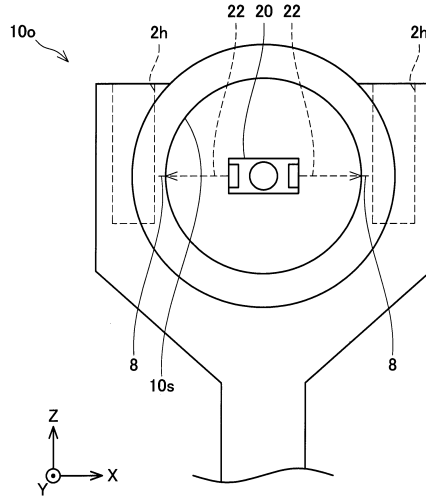
50

【図面】

【図 1】

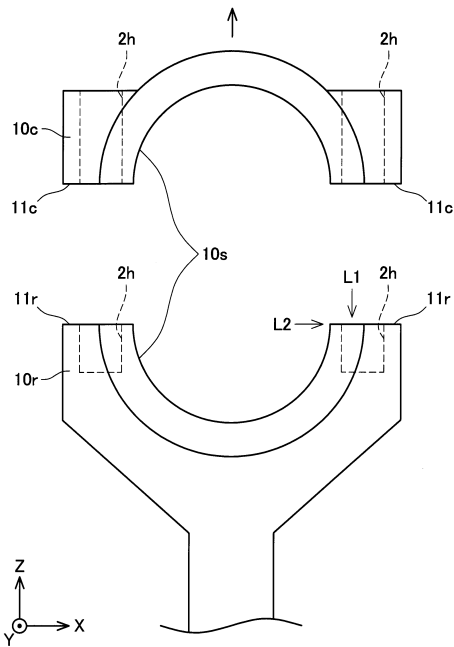


【図 2】

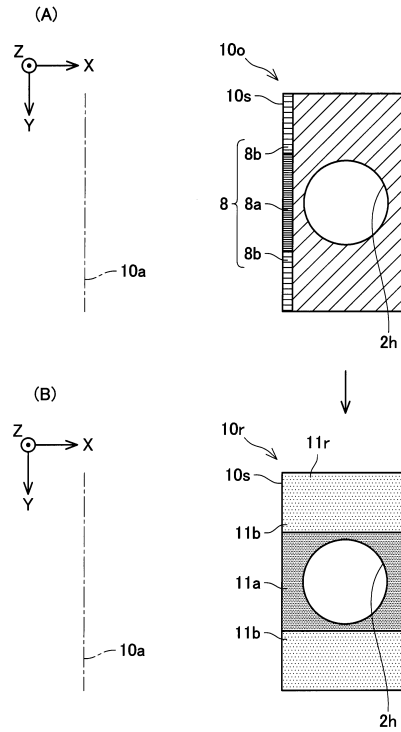


10

【図 3】



【図 4】



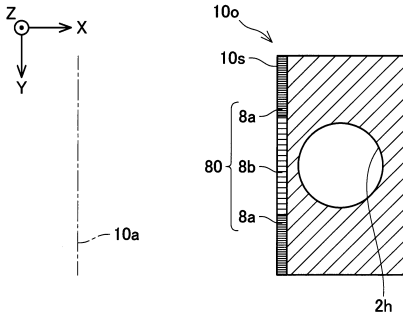
20

30

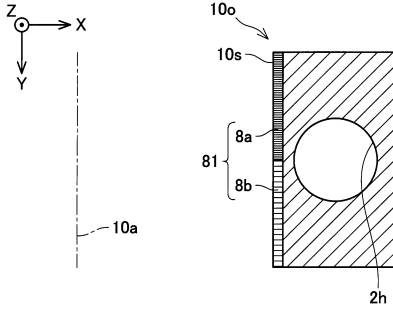
40

50

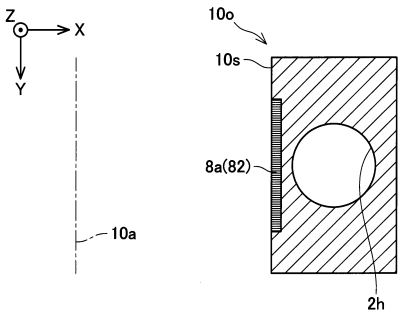
【 5 】



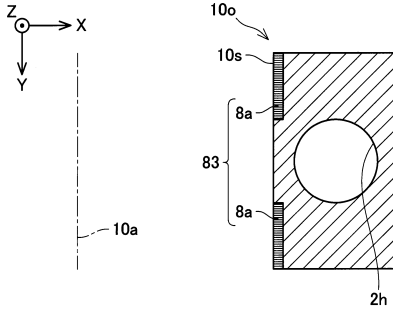
【 6 】



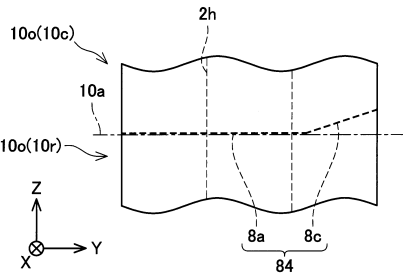
【 7 】



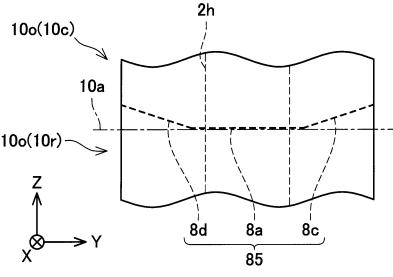
【 8 】



【 9 】



【 10 】



10

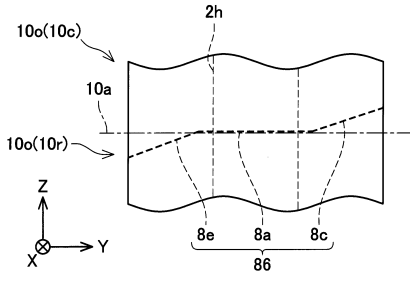
20

30

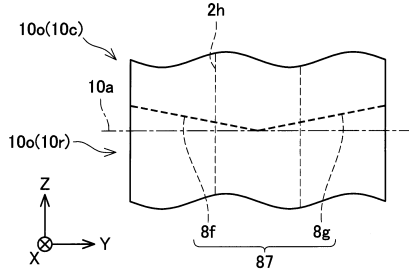
40

50

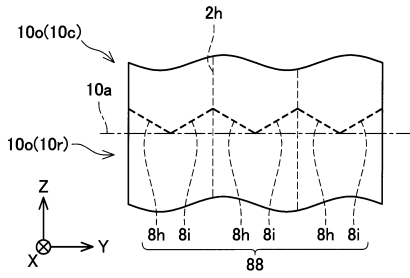
【図 1 1】



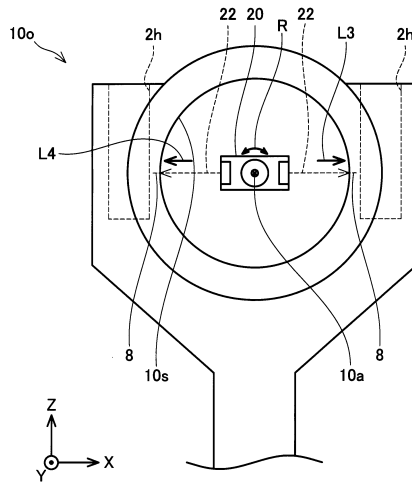
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

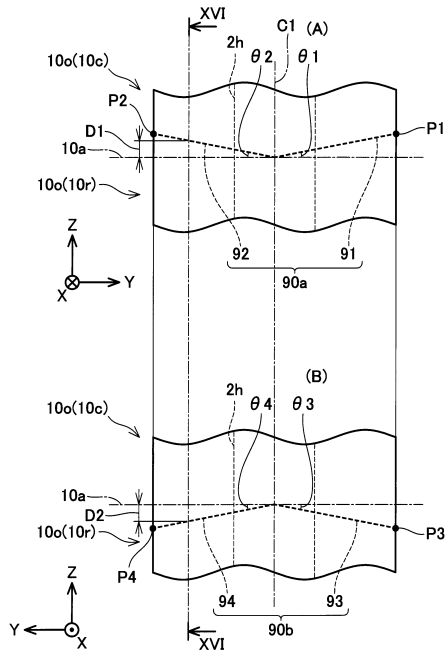
20

30

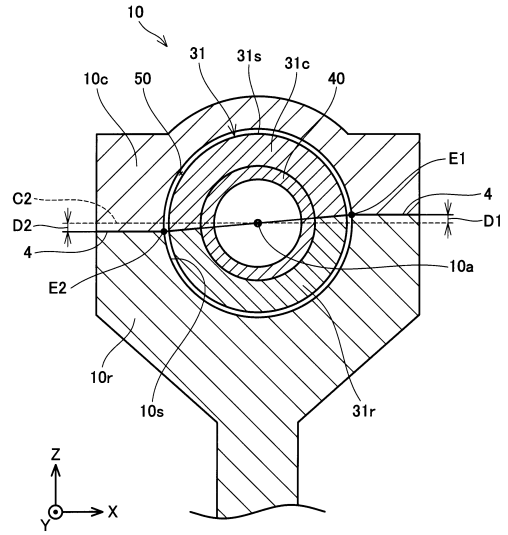
40

50

【 図 15 】



【 図 16 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2004/007980(WO, A1)
独国特許出願公開第102004026297(DE, A1)
特開2019-113145(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16C 3/00-9/06
B23K 26/00-26/70