

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5336664号
(P5336664)

(45) 発行日 平成25年11月6日 (2013. 11. 6)

(24) 登録日 平成25年8月9日 (2013. 8. 9)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 26/36 (2006. 01)

B 2 3 K 26/36

B 2 3 K 26/00 (2006. 01)

B 2 3 K 26/00

G

B 2 3 K 26/16 (2006. 01)

B 2 3 K 26/00

M

F 0 2 M 51/06 (2006. 01)

B 2 3 K 26/00

N

F 0 2 M 61/16 (2006. 01)

B 2 3 K 26/16

請求項の数 21 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-529113 (P2012-529113)
 (86) (22) 出願日 平成22年9月15日 (2010. 9. 15)
 (65) 公表番号 特表2013-504435 (P2013-504435A)
 (43) 公表日 平成25年2月7日 (2013. 2. 7)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2010/076940
 (87) 国際公開番号 W02011/032495
 (87) 国際公開日 平成23年3月24日 (2011. 3. 24)
 審査請求日 平成24年3月14日 (2012. 3. 14)
 (31) 優先権主張番号 200910173534. 3
 (32) 優先日 平成21年9月15日 (2009. 9. 15)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(73) 特許権者 501125231
 ローベルト ボッシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 7 0 4 4 2 シュトゥ
 ットガルト ポストファッハ 3 0 0 2
 2 0
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (74) 代理人 100128587
 弁理士 松本 一騎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザーマッチホーニング加工システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

完成した整合部分を有する第 1 の部品および対応する加工対象の整合部分を有する第 2 の部品からなる 1 組の機械的に整合する部品のうち 1 つを加工するレーザーマッチホーニング加工システムであって、

システムの操作を制御するシステム制御部と、

前記システム制御部と接続され、前記第 1 の部品の整合部分の寸法を測定し前記システム制御部に当該測定結果を送信するように構成された測定器と、

前記第 2 の部品を支持するように構成された支持部と、

光学系加工装置と前記システム制御部との間に接続され、前記システム制御部から命令を受けた場合に、前記光学系加工装置に対してレーザー光を照射するよう構成されたレーザー光源と、

前記光学系加工装置と前記システム制御部との間に接続され、当該光学系加工装置と前記第 2 の部品の整合部分との間の現在の距離を測定する前記光学系加工装置に測定光を照射するよう構成された光学式測定器と、

前記第 2 の部品の整合部分上にレーザー光および測定光を誘導するよう構成された前記光学系加工装置と、
 を備え、

前記システム制御部は、前記第 2 の部品の整合部分の、望ましい寸法および実際の寸法を、前記測定器および前記光学式測定器それぞれによる測定結果に基づいて計算し、前記

10

20

実際の寸法が前記望ましい寸法ではない状態のとき、前記第 2 の部品の前記整合部分をホーニング加工するための前記レーザー光を出射するために前記レーザー光源を操作する、レーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 2】

前記第 1 の部品は燃料噴射器の噴射器本体であり、前記第 2 の部品は前記燃料噴射器の噴射ニードルである、請求項 1 に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 3】

前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴と前記噴射ニードルの対応する誘導部分、前記噴射器本体の通り穴と前記噴射ニードルの対応する軸部分、または前記噴射器本体のニードル座と前記噴射ニードルの対応する座位部分のうちいずれか 1 つまたは 2 つ以上の組み合わせにより構成される、請求項 2 に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

10

【請求項 4】

前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴および前記噴射ニードルの対応する誘導部分から構成され、

前記測定器により測定される前記第 1 の部品の前記整合部分の前記寸法は、前記噴射器本体の前記誘導穴の内径であり、

前記第 2 の部品の前記整合部分の前記望ましい寸法および前記実際の寸法は、それぞれ、前記噴射ニードルの前記誘導部分の前記望ましい外径および前記実際の外径である、請求項 2 に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 5】

20

前記第 2 の部品は前記支持部により回転自在に支持される、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 6】

前記光学系加工装置は、前記レーザー光および前記測定光が前記第 2 の部品の中心軸に平行な方向に動くように移動可能である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 7】

前記光学系加工装置は、隙間のないリニアダイレクトドライブによって移動される、請求項 6 に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 8】

30

前記光学系加工装置はスキャナである、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 9】

前記光学系加工装置は、単軸スキャナ、二軸スキャナ、および三軸スキャナのグループから選択されたスキャナである、請求項 8 に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 10】

前記レーザーは、超短パルスレーザーである、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 11】

40

前記レーザーは、フェムト秒レーザーである、請求項 10 に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 12】

前記レーザー光および前記測定光は、前記光学系加工装置と前記第 2 の部品の前記整合部分との間で同軸である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 13】

前記第 2 の部品の前記整合部分付近に側面吸引器をさらに備える、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工システム。

【請求項 14】

50

完成した整合部分を有する第 1 の部品および対応する加工対象の整合部分を有する第 2 の部品からなる 1 組の機械的に整合する部品のうち 1 つを加工するレーザーマッチホーニング加工方法であって、

前記第 1 の部品の整合部分の寸法を測定するステップと、

光学系加工装置と前記第 2 の部品の整合部分との間の現在の距離を測定するステップと、

前記第 2 の部品の前記整合部分の望ましい寸法および実際の寸法を、前記測定した寸法および前記測定した距離それぞれに基づいて計算するステップと、

前記実際の寸法が前記望ましい寸法ではない状態のとき、前記第 2 の部品の前記整合部分をレーザー光によりホーニング加工するステップと、
を含む、レーザーマッチホーニング加工方法。

10

【請求項 15】

前記第 1 の部品は燃料噴射器の噴射器本体であり、前記第 2 の部品は前記燃料噴射器の噴射ニードルである、請求項 14 に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

【請求項 16】

前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴と前記噴射ニードルの対応する誘導部分、前記噴射器本体の通り穴と前記噴射ニードルの対応する軸部分、または前記噴射器本体のニードル座と前記噴射ニードルの対応する座位部分のうちいずれか 1 つまたは 2 つ以上の組み合わせにより構成される、請求項 15 に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

【請求項 17】

20

前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴および前記噴射ニードルの対応する誘導部分から構成され、

測定される前記第 1 の部品の前記整合部分の前記寸法は、前記噴射器本体の前記誘導穴の前記内径であり、

前記第 2 の部品の前記整合部分の前記望ましい寸法および前記実際の寸法は、それぞれ、前記噴射ニードルの前記誘導部分の前記望ましい外径および前記実際の外径である、請求項 15 に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

【請求項 18】

前記第 2 の部品は回転自在に支持される、請求項 14 ~ 17 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

30

【請求項 19】

前記レーザーは、超短パルスレーザーである、請求項 14 ~ 17 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

【請求項 20】

前記レーザーは、フェムト秒レーザーである、請求項 19 に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

【請求項 21】

前記レーザー光の力は、前記第 2 の部品の前記整合部分の外面の部分切除のために調整される、請求項 14 ~ 17 のいずれか 1 項に記載のレーザーマッチホーニング加工方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料噴射器の噴射器に嵌合された噴射ニードルなど、機械的に整合する 1 組の部品のうちの 1 つを加工するレーザーマッチホーニング加工システムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

2 つ 1 組で互いに嵌合するように部品を機械的に整合する技術は、様々な分野でよく知られている。例えば、噴射ニードルおよび噴射器本体で 1 対となる燃料噴射器などの噴射器、ピストンおよびシリンダで 1 対となるピストンポンプ等である。1 対になっている 2

50

つの部品には、両者間に所定の嵌合許容差またはズレを伴いながら互いに合わさっている整合部分がある。嵌合許容差の精度は、整合の補正機能に対して厳密に制御される。多くの場合、整合する１組に含まれる２つの部品はそれぞれ機械加工され、それぞれの整合部分に特定の寸法公差を有することが知られている。整合部分の寸法公差の相互作用から得られる、嵌合許容差補正やズレ補正を確保することは容易でない。

【０００３】

例えば、燃料噴射器を製造する際、嵌合許容差の要件を満たしたノズル本体及びノズルニードルが互いに嵌合するよう、ノズル本体およびノズルニードルは、研削後、整合部分の寸法精度に基づき等級分けされる。例えば、整合部分の内径が所定の範囲内の寸法公差であるノズル本体に対しては、対応する整合部分の外径が対応する範囲内の寸法公差であるノズルニードルのみが利用可能となる。すなわち、対応する整合部分の外径が対応する範囲外の寸法公差である他のノズルニードルは利用できず、それらに適した他のノズル本体に利用するために在庫として保管せざるを得ない。燃料噴射器のみならず、このように機械的に整合する部品からなる他の装置の製造において、等級分けを実施する例が見受けられる。さらに、嵌合補正を高い可能性で実現するため、各種類のノズルニードルについて、１２から１８の等級が必要となる。このことは、材料費、製造費、および在庫費用を著しく増大させ、特に、コモンレール噴射システムのコーティングされたニードルにおいて顕著である。それでも、毎回、嵌合を成功させることは不可能である。

【０００４】

コモンレール噴射器の製造分野では、上記の問題を軽減するためマッチング研削加工が採用されることが知られている。マッチング研削加工では、バルブ本体が最初に製造される。バルブ本体の嵌合部分の内径は、研削後、所定の寸法公差を有する。そして、内径が空気圧により測定される。この測定に基づき、嵌合するバルブニードルの外径は適応的に研削される。このように、バルブニードルはバルブ本体に適合し、余分なバルブニードルが作成されることがなくなる。しかし、この方法で組み立てられた噴射器では、バルブ本体とバルブニードルとの間の嵌合許容差またはガイドクリアランスが、噴射器ノズルが必要とするより大きな製作公差を有してしまう場合がある。

【０００５】

近年、フェムト秒レベルの超短パルスレーザーがレーザー切断に用いられるようになっている。一例として、チタンサファイアレーザーが低温物質切断に用いられており、切断された材料は直接、固体状態から気体状態に変化する。切断域近くの材料中には、熱影響域は発見されない。この目的のためのレーザーは市販されている。

【０００６】

レーザーホーニング加工は、内燃機関のシリンダの滑走面の成形に用いられることが知られている。

【０００７】

一方で、穿孔した噴射ディスク等、例えば、HDEVの製造に超短パルスレーザーが用いられることが知られている。しかし、これらのレーザーはピコ秒レベルのレーザーであり、冷温切断には不向きである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

本発明の目的とするところは、従来の技術に見られた上記課題を克服するために、燃料噴射器の噴射器本体および噴射ニードル等の機械的に整合する部品を、在庫が少なく、より効率的な方法で製造することが可能なシステムおよび方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上記課題を解決するために、本発明の一つの観点によれば、完成した整合部分を有する第１の部品および対応する加工対象の整合部分を有する第２の部品からなる１組の機械的に整合する部品のうち１つを加工するレーザーマッチホーニング加工システムであって、

システムの操作を制御するシステム制御部と、前記システム制御部と接続され、前記第 1 の部品の整合部分の寸法を測定し前記システム制御部に当該測定結果を送信するように構成された測定器と、前記第 2 の部品を支持するように構成された支持部と、光学系加工装置と前記システム制御部との間に接続され、前記システム制御部から命令を受けた場合に、前記光学系加工装置に対してレーザー光を照射するよう構成されたレーザー光源と、前記光学系加工装置と前記システム制御部との間に接続され、当該光学系加工装置と前記第 2 の部品の整合部分との間の現在の距離を測定する前記光学系加工装置に測定光を照射するよう構成された光学式測定器と、前記第 2 の部品の整合部分上にレーザー光および測定光を誘導するよう構成された前記光学系加工装置と、を備え、前記システム制御部は、前記第 2 の部品の整合部分の、望ましい寸法および実際の寸法を、前記測定器および前記光学式測定器それぞれによる測定結果に基づいて計算し、前記実際の寸法が前記望ましい寸法ではない状態のとき、前記第 2 の部品の前記整合部分をホーニング加工するための前記レーザー光を出射するために前記レーザー光源を操作する、レーザーマッチホーニング加工システムが提供される。

10

【 0 0 1 0 】

本発明のある実施形態によれば、前記第 1 の部品は燃料噴射器の噴射器本体であり、前記第 2 の部品は前記燃料噴射器の噴射ニードルである。

【 0 0 1 1 】

本発明の他の実施形態によれば、前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴と前記噴射ニードルの対応する誘導部分、前記噴射器本体の通り穴と前記噴射ニードルの対応する軸部分、または前記噴射器本体のニードル座と前記噴射ニードルの対応する座位部分のうちいずれか 1 つまたは 2 つ以上の組み合わせにより構成される。

20

【 0 0 1 2 】

本発明の他の実施形態によれば、前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴および前記噴射ニードルの対応する誘導部分から構成され、前記測定器により測定される前記第 1 の部品の前記整合部分の前記寸法は、前記噴射器本体の前記誘導穴の内径であり、前記第 2 の部品の前記整合部分の前記望ましい寸法および前記実際の寸法は、それぞれ、前記噴射ニードルの前記誘導部分の前記望ましい外径および前記実際の外径である。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の実施形態によれば、前記第 2 の部品は前記支持部により回転自在に支持される。

30

【 0 0 1 4 】

本発明の他の実施形態によれば、前記光学系加工装置は、前記レーザー光および前記測定光が前記第 2 の部品の中心軸に対して平行な方向に動くように移動可能である。

【 0 0 1 5 】

本発明の他の実施形態によれば、前記光学系加工装置は隙間のないリニアダイレクトドライブによって移動される。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の実施形態によれば、前記光学系加工装置はスキャナである。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の実施形態によれば、前記スキャナは、単軸スキャナ、二軸スキャナ、および三軸スキャナのグループから選択されたスキャナである。

40

【 0 0 1 8 】

本発明の他の実施形態によれば、前記レーザーは、超短パルスレーザーである。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の実施形態によれば、前記超短パルスレーザーは、フェムト秒レーザーである。

【 0 0 2 0 】

本発明の他の実施形態によれば、前記レーザー光および前記測定光は、前記光学系加工装置と前記第 2 の部品の前記整合部分との間で同軸である。

50

【 0 0 2 1 】

本発明の他の実施形態によれば、前記レーザーマッチホーニング加工システムは、前記第 2 の部品の前記整合部分付近に側面吸引器をさらに備える。

【 0 0 2 2 】

本発明の他の観点によれば、完成した整合部分を有する第 1 の部品および対応する加工対象の整合部分を有する第 2 の部品からなる 1 組の機械的に整合する部品のうち 1 つを加工するレーザーマッチホーニング加工方法であって、前記第 1 の部品の整合部分の寸法を測定するステップと、光学系加工装置と前記第 2 の部品の整合部分との間の現在の距離を測定するステップと、前記第 2 の部品の前記整合部分の望ましい寸法および実際の寸法を、前記測定した寸法および前記測定した距離それぞれに基づいて計算するステップと、

10

前記実際の寸法が前記望ましい寸法ではない状態のとき、前記第 2 の部品の前記整合部分をレーザー光によりホーニング加工するステップと、を含む、レーザーマッチホーニング加工方法が提供される。

【 0 0 2 3 】

本発明の他の実施形態によれば、前記第 1 の部品は燃料噴射器の噴射器本体であり、前記第 2 の部品は前記燃料噴射器の噴射ニードルである。

【 0 0 2 4 】

本発明の他の実施形態によれば、前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴と前記噴射ニードルの対応する誘導部分、前記噴射器本体の通り穴と前記噴射ニードルの対応する軸部分、または前記噴射器本体のニードル座と前記噴射ニードルの対応する座位部分のうちいずれか 1 つまたは 2 つ以上の組み合わせにより構成される。

20

【 0 0 2 5 】

本発明の他の実施形態によれば、前記整合部分は、前記噴射器本体の誘導穴および前記噴射ニードルの対応する誘導部分から構成され、測定される前記第 1 の部品の前記整合部分の前記寸法は、前記噴射器本体の前記誘導穴の前記内径であり、前記第 2 の部品の前記整合部分の前記望ましい寸法および前記実際の寸法は、それぞれ、前記噴射ニードルの前記誘導部分の前記望ましい外径および前記実際の外径である。

【 0 0 2 6 】

本発明の他の実施形態によれば、前記第 2 の部品は回転自在に支持される。

【 0 0 2 7 】

本発明の他の実施形態によれば、前記レーザーは超短パルスレーザーである。

30

【 0 0 2 8 】

本発明の他の実施形態によれば、前記超短パルスレーザーは、フェムト秒レーザーである。

【 0 0 2 9 】

本発明の他の実施形態によれば、前記レーザー光の力は、前記第 2 の部品の前記整合部分の外面の部分切除のため調整される。

【発明の効果】

【 0 0 3 0 】

本発明によれば、噴射ニードルは噴射器本体の計測値に基づき、レーザーによりマッチホーニング加工される。こうして、従来技術による研削工程は省かれ、部品在庫は大幅に削減される。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

以下の図面を参照しながら、本発明を詳細に説明する。

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による燃料噴射器の噴射器本体および噴射ニードルの概略図である。

【図 2】図 2 は、本発明の同実施形態によるレーザーマッチホーニング加工システムおよびその操作原理の概略図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 2 の実施形態による、光学系加工装置としてスキャナを使用

50

する、レーザーマッチホーニング加工システムおよびその操作原理の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

図1に示すように、燃料噴射器は噴射器本体1および噴射ニードル2により構成される。

【0033】

前記噴射器本体1は、そのベース端から先端にかけて、順に、誘導穴12、通り穴14、ニードル座16、および噴射口18から構成される。前記噴射ニードル2は、誘導穴12にスライド可能に挿入および装着する誘導部分22と、通り穴14の内部に位置し、通り穴14との間の隙間を形成している軸部分24と、ニードル座16の上もしくはそれ以上離れて座位するように構成された座位部分26と、を備える。

10

【0034】

噴射器本体1と噴射ニードル2の間には、2つの幾何学的な接合部分がある。1つめは、誘導穴12と誘導部分22との間に形成され、2つめは、ニードル座16と座位部分26との間に形成される。

【0035】

誘導部分22は、後者のガイドに従い、誘導穴12にスライド可能である。座位部分26およびニードル座16は互いに協働して噴射器を開け閉めするバルブを形成する。

【0036】

誘導穴12の寸法精度と誘導部分22の寸法精度とは、修正ガイドに対してかなり高くすべきである。例えば、誘導穴12の内径は、約 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ の製作公差があってもよく、また、誘導部分22の外径は、約 $\pm 0.25 \mu\text{m}$ の製作公差があってもよい。

20

【0037】

従来の製造工程では、噴射ニードルは、まず棒状の物質を旋盤にかけて製作され、次に2段階の研削工程、すなわち、粗い研削工程と精密な研削工程により製造する。嵌合許公差の要件を満たすために、噴射ニードルについて研削工程の一方は実施する必要がある。

【0038】

本発明によると、前記2つの研削工程は、噴射ニードルの誘導部分22に所定の製作公差を持つ、少なくとも1つの誘導面を形成するレーザーホーニング加工の工程で置き換えることができる。軸部分24および座位部分26も同様のレーザーホーニング加工の工程でホーニング加工しても良い。

30

【0039】

図2は、本発明の好適な実施形態による、噴射器本体をホーニング加工するレーザーマッチホーニング加工システムを示す。レーザーマッチホーニング加工システムは、データの読み取りおよび当該レーザーマッチホーニング加工システムの操作制御を行うシステム制御部100を備える。

【0040】

計測器20は、噴射器本体1の様々な内側部分の寸法、特に、誘導穴12の内径を計測する。計測器20は当該分野で知られているどのような種類のものであってもよく、例えば、従来技術で用いられている空気マイクロメーターであってもよい。計測器20は、測定台30を備えており、その上には、噴射器本体1が「Y」方向、すなわち垂直方向に往復運動可能に支持されている。噴射器本体1が移動しているときに噴射器本体1の寸法が測定され、測定されたデータは計測器20によりシステム制御部100に送られる。前記測定されたデータは、噴射器本体1の、誘導穴12、通り穴14およびニードル座16の寸法、特に誘導穴の内径を含む。これらのデータに基づき、システム制御部100は、噴射ニードル2の、誘導部分22、軸部分24および座位部分26のそれぞれに対応する望ましい寸法、特に誘導部分22の外径を決定し、これらの加工パラメータが噴射ニードル2に適用される。

40

【0041】

操作インタフェース90は、例えば、ガラススケールであって、レーザーマッチホーニ

50

ング加工システムの操作を制御するシステム制御部 100 に接続されていてもよい。

【0042】

レーザー光源 40 および光学式測定器 50 は、一方でシステム制御部 100 と接続されており、他方で光学系加工装置 60 と接続されている。レーザー光源 40 は、システム制御部 100 から指示を受け、光学系加工装置 60 に向かってレーザー光を放射する。

【0043】

光学系加工装置 60 は、レーザー光源 40 と接続された加工光学系 61 一式と、光学式測定器 50 と接続された測定光学系 62 一式とにより構成される。

【0044】

レーザー光源 40 から出射されたレーザー光は光学系加工装置 60 へ出力され、光学系加工装置 60 から集光して出射されるように、加工光学系 61 により集光され、反射される。出射された集光レーザー光は、噴射ニードル 2 の外面、特に誘導部分 22 の外面をホーニング加工する支持部 80 の中で回転自在に支持された、当該噴射ニードル 2 の外面上の焦点に対して焦点が合わせられる。

10

【0045】

測定光学系 62 一式は、光学式測定器 50 から測定光を受け、当該測定光を噴射ニードル 2 の外面、特に誘導部分 22 の外面上のある一点に向ける。この一点は、レーザー光の焦点と一致する。測定光は反射して、逆経路を通して光学式測定器 50 に向かう。こうして、光学系加工装置 60 と噴射ニードル 2 の外面との間の距離が測定可能となる。当該点の噴射ニードル 2 の実際の寸法または外径は、システム制御部 100 により計算可能である。実際の寸法または外径（許容差を除く）が、望ましい寸法または外径より大きい場合は、超短パルスレーザーが、噴射ニードルの材料の一部を取り除くことにより切断点を形成するために、できるだけ短い時間内に当該点に送られる。

20

【0046】

側面吸引器 70 は、光学系加工装置 60 と支持部 80 との間の噴射ニードル 2 の外面上のホーニング加工位置近くに配置され、噴射ニードル 2 から材料を取り除き、光学系加工装置 60 の光学系をその取り除かれた材料から保護する。

【0047】

噴射ニードル 2 は自動的にまたは手動で支持部 80 に載置される。噴射ニードル 2 の縦中心軸は、好ましくは水平方向となるように置かれる。噴射ニードル 2 はレーザー光によりホーニング加工されている間、回転される。噴射ニードル 2 の外面上のホーニング加工位置は、ケーシングにより、外部から到達されないよう保護される。ケーシングは、例えば、噴射ニードルの中心軸の周囲約 120 度によりホーニング加工位置をシールドしてもよい。支持部 80 は、留め具、例えばチャックなどを用いて噴射ニードル 2 を保持してもよい。また、支持部 80 は、チャックまたは 1 つ以上のフリクションローラを用いて、噴射ニードル 2 を、中心軸の周囲を図 2 に示す「R」方向に回転駆動してもよい。セラミックの転がり軸受けもまた、噴射ニードルを支持するために使用されてもよい。

30

【0048】

光学系加工装置 60 は、支持部 80 内にある噴射ニードル 2 の中心軸に対して平行な「X」方向に移動可能である。「X」方向は、例えば、水平方向であってもよい。

40

【0049】

隙間のないリニアダイレクトドライブを、光学系加工装置 60 の移動のための駆動に用いてもよい。

【0050】

噴射ニードルから材料を取り除く超短パルスレーザーとしては、フェムト秒レーザーを用いてもよい。この条件では、切断域近くの材料中には熱影響域は発見されない。

【0051】

噴射ニードルの回転中、噴射ニードルと支持部との間で摺動させてもよい。しかし、ホーニング加工のばらつきは、本発明によるシステムにより均一にされる。

【0052】

50

白色光干渉分光法を光学式測定器 50 で使用してもよい。レーザー光および測定光が、光学系加工装置 60 と噴射ニードル 2 との間で同軸上に位置するように、ホーニング加工用レーザーの波長と光学式測定器 50 の測定光の波長は、有利に、互いに適合するもしくは互いに同等になるように構成される。

【0053】

噴射ニードル 2 の回転速度およびレーザー光のパルス周波数は同期してもよいが、同期することは必須ではない。支持部 80 は、望ましくは、噴射ニードル用の高定速駆動装置により構成される。いずれの場合でも、切除点は微細グレーディングが形成されるように十分な密度が必要である。切除点のグレーディングの品質は、主には回転スピード、切除点の形状（加工痕）およびレーザー光の長手方向の焦点送り分解能に依存する。

10

【0054】

本発明によれば、噴射ニードルは研削の代わりに、レーザーホーニング加工により微細に加工される。その結果、より高い表面精度が確保される。さらに、異なる留め具を異なる研削工程で使用していた従来技術とは異なり、同一の留め具をホーニング加工中に使用するので噴射ニードル部分の同心性の向上に寄与する。

【0055】

加工するのに十分な厚みがある、または十分な加工能力のあるコーティングを施された噴射ニードルの状態で、コーティング後に一度レーザー切断を実行してもよい。あるいは、レーザー切断を二度、うち一度はコーティング前、もう一度はコーティング後に行ってもよい。必要ならば、レーザー切断は、噴射器本体への割当要件が合致するように、噴射ニードルに対して数回行ってもよい。

20

【0056】

レーザー切断を切断加工として用い、その後精密加工として用いるように、レーザー切断を複数の動作モードで実行させてもよい。異なる動作モードについて、平均パルス電力、最大パルス電力、切除点のグレーディングの間隔等の調整が必要である。

【0057】

光学系加工装置としては、単軸スキャナを使用してもよい。

【0058】

あるいは、二軸スキャナを使用し、第 1 の噴射ニードルが搭載されるときに、第 2 の噴射ニードルがレーザーによりホーニング加工されるようにしてもよい。

30

【0059】

あるいは、三軸スキャナを使用し、第 3 の軸をレーザー切断の角度を均一にする f - レンズの代わりとして用いてもよい。

【0060】

レーザーの出力は、ある特定の外径の噴射ニードルに適した部分切除に合わせて調整してもよい。この方法では、必要なパルス数を削減でき、生産サイクルを短縮できる。理想的には、噴射ニードルを 1 回、180 度回転させることのみを必要とできればよい。

【0061】

さらに、レーザー切断を、噴射ニードルの外径上に、望ましい特徴や構成を形成するために使用してもよい。例えば、油圧流量に影響する特徴、圧力の進行の開始、半径方向運動を達成する機能、等である。

40

【0062】

図 3 は、本発明の別の好ましい実施形態による、噴射器本体をホーニング加工するレーザーマッチホーニング加工システムを示している。図 3 に示すレーザーマッチホーニング加工システムは、基本的に図 2 に示すものと同様であるため、両者の違いについてののみ以下に説明する。

【0063】

図 3 に示すレーザーマッチホーニング加工システムでは、光学系加工装置 60 がスキャナ 110 に置き換わり、接合光学系 63 がレーザー光源 40 とスキャナ 110 との間のレーザー光路に設けられている。光学式測定器 50 は、接合光学系 63 とシステム制御部 1

50

00との間に結合されている。これにより、測定光の光路が、共通のスキャナ110に到達する前に、レーザー光路と統合される。スキャナ110と支持部80との間のレーザー光路および測定光が「X」方向に移動できるよう、スキャナ110は回転可能となっている。

【0064】

図3に示すレーザーマッチホーニング加工システムの他の外観は、図2に示すものと同様である。

【0065】

燃料噴射器の噴射ニードルを生産する、本発明の好ましい実施形態によるレーザーマッチホーニング加工方法について以下に説明する。

10

【0066】

まず、噴射ニードルに嵌合する噴射器本体が製作される。

【0067】

次いで、棒状の材料から噴射ニードルが旋盤にて作成される。旋盤工程ではできるだけ多くの材料を取り除く。噴射ニードルは、旋盤にかけられた後、支持部80に支持され、回転するようにその中に装着される。

【0068】

そして、図2または図3のいずれかに示されるレーザーマッチホーニング加工システムにより、噴射器本体が測定台30の上に載置され、噴射器本体の様々な整合部分の距離、特に誘導穴12の内径が、計測器20によって計測される。計測器20は計測データをシステム制御部100に送信する。システム制御部100は、噴射ニードルの対応する整合部分の望ましい距離、特に噴射ニードルの誘導部分22の外径を決定する。

20

【0069】

次いで、システム制御部100は、光学式測定器50を操作し、噴射ニードルの対応する整合部分の実際の寸法、特に誘導部分の外径を計測する。そして、システム制御部100は実際の寸法を望ましい寸法と比較する。実際の寸法が望ましい寸法より大きい場合、システム制御部100は光学系加工装置60またはスキャナ110に命令して、レーザーにより噴射ニードルの整合部分をホーニング加工させる。

【0070】

上記の光学式測定およびレーザーホーニング加工は、噴射ニードルの整合部分の望ましい寸法、特に誘導部分の望ましい外径が得られるまで繰り返される。

30

【0071】

本発明のレーザーマッチホーニング加工システムおよびその方法を利用することにより、従来技術による等級分けの工程および粗い研削工程を省略できる。さらに、この方法で製作された噴射ニードルは、特定の製作公差を持つ噴射器本体に割り当てることができる。こうして、余分な噴射ニードルの在庫の発生を防ぐことができる。あわせて、本発明の結果、大幅なコスト削減が実現する。

【0072】

さらに、研削装置により引き起こされる典型的な諸問題、例えば、時間を消耗する研削装置間の移動、砥石車および操作媒体の消費、油霧の発生、冷却水による汚染、新たな硬化域または軟化域の形成などを、本発明により解消することができる。

40

【0073】

さらにまた、本発明によれば、光学系加工装置60と噴射ニードルとの間の距離は、本システムの稼働中に、人手による修正や調整をすることなく自動的に計測される。これにより、調整時間を省き、磨耗した部品の取替え時間を短縮し、また、製造効率を向上することができる。システム全体を改善することができる。

【0074】

本発明は、上記に記載の噴射ニードルの加工に限定されるものではないと考えられる。むしろ、本発明は、機械的に整合する1組の部品であればどのような部品の加工に応用されてもよい。

50

【 0 0 7 5 】

本発明は、本明細書中に記載された特定の実施形態の範疇に限定されるものではない。実際、当業者が前述の説明および付随する図面を見れば、本明細書中に記載のものに加え、本発明の様々な変形例については明らかである。それらの変形例は、本請求の範囲に含まれることを意図している。

【 図 1 】

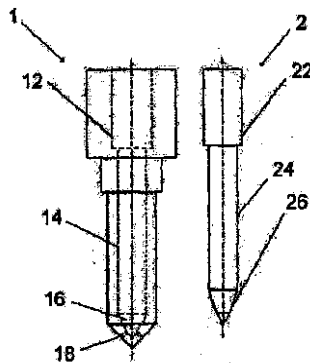


Figure 1

【 図 3 】

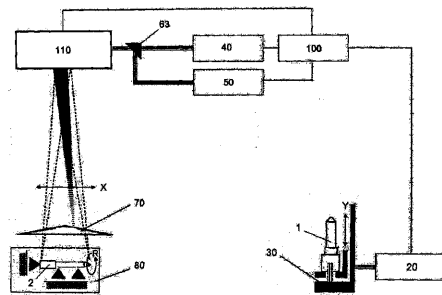


Figure 3

【 図 2 】

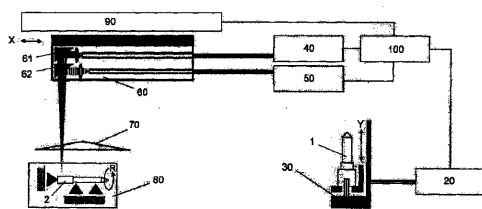


Figure 2

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 M 51/06

U

F 0 2 M 61/16

P

(72)発明者 シュテンマン、ヤニス

ドイツ連邦共和国 7 2 1 8 1 シュタルザッハ ブルメンシュトラッセ 2 5

(72)発明者 メイヤー、フランク

ドイツ連邦共和国 7 6 3 3 7 ワルドブロン カール - ベンツ - シュトラッセ 4

(72)発明者 ロヤス、フェルナンダ

ドイツ連邦共和国 9 6 0 4 9 バンベルグ ストリシュトラッセ 7

(72)発明者 スタンプ、ハラルド

ドイツ連邦共和国 7 0 4 9 9 シュトゥッツガルト - ベルグハイム グルベナッカー 1 2 3

審査官 大屋 静男

(56)参考文献 特開2002 - 113641 (JP, A)

特開昭55 - 011798 (JP, A)

特開2008 - 006506 (JP, A)

特開平06 - 031469 (JP, A)

特開平03 - 146284 (JP, A)

国際公開第2009/069577 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 4 2

B 2 4 B 4 9 / 0 0

F 0 2 M 5 1 / 0 6

F 0 2 M 6 1 / 1 6