

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-522835

(P2008-522835A)

(43) 公表日 平成20年7月3日(2008.7.3)

(51) Int.Cl.

B23K 26/20 (2006.01)
A61M 15/00 (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01)
B23K 26/40 (2006.01)

F 1

B 23 K 26/20
A 61 M 15/00
B 23 K 26/38
B 23 K 26/00
B 23 K 26/40

3 1 O W
Z
3 3 O
G
B 23 K 26/40

テーマコード(参考)

4 E 0 6 8
4 F 0 3 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-546772 (P2007-546772)
(86) (22) 出願日 平成17年12月7日 (2005.12.7)
(85) 翻訳文提出日 平成19年8月13日 (2007.8.13)
(86) 國際出願番号 PCT/US2005/044619
(87) 國際公開番号 WO2006/065650
(87) 國際公開日 平成18年6月22日 (2006.6.22)
(31) 優先権主張番号 0427281.1
(32) 優先日 平成16年12月14日 (2004.12.14)
(33) 優先権主張国 英国(GB)

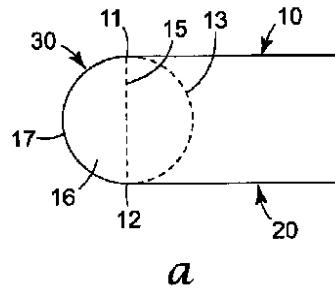
(71) 出願人 599056437
スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニー
アメリカ合衆国、ミネソタ 55144-
1000, セント ポール, スリーエム
センター
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人 100102819
弁理士 島田 哲郎
(74) 代理人 100112357
弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

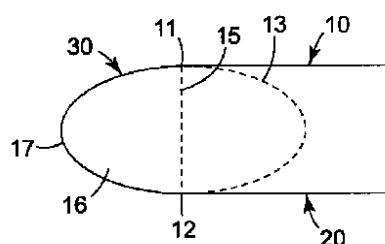
(54) 【発明の名称】スルーホールを有する医薬用金属部品を提供する方法

(57) 【要約】

金属部品、特に薬剤エアゾール送出装置等の医薬用装置の金属部品であって、その部品の第1面(10)から第2面(20)まで軸線に沿って延在しあつ側壁を有するスルーホールを有する金属部品であり、側壁(30)が第1面および第2面(10)を通る上記軸線に沿った平面断面において、円、卵形または橢円の切片(16)の弦(17)の端点(11、12)が、側壁(30)(「湾曲側壁」)の第1面(10)および第2面(20)との交差点に位置する、金属部品。金属部品に湾曲側壁を有するスルーホールを提供する方法であって、第1面のホールの入口に、ホールに近接する材料を溶融するために十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを向けるステップであって、そのレーザ光が集束され、その集束レーザ光の焦点面が、そのレーザ光の光源と第1面との間でスルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直に配置され、一方で、スルーホールを通るガスの流れを提供する、ステップ、を含む方法。



a



b

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属部品の第1面から第2面まで軸線に沿って延びるスルーホールであって、湾曲側壁を有し、該側壁が、該第1面および該第2面を通る該軸線に沿ったその平坦断面において、円、卵形または橍円の切片の弧に略対応する幾何学形状を有するとともに、該切片の弦の端点が該側壁の該第1面および該第2面との交差点に位置ようになっている、スルーホールを設ける方法において、該第1面における該スルーホールの入口に、該スルーホールの近傍の材料を溶融させるに十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを方向付けるステップであって、該レーザ光が集束され、該集束したレーザ光の焦点面が、該レーザ光の光源と該第1面との間で該スルーホールの該軸線に対して実質的垂直に配置されて、該スルーホールを通るガスの流れを提供するようにするステップ、を含む方法。

10

【請求項 2】

金属部品を製造する方法であって、
 a) 第1面および第2面を有する金属部品ワークを用意するステップと、
 b) それら面の一方からそれら面の他方まで軸線に沿ってスルーホールを形成するステップと、
 c) 該第1面における該スルーホールの入口に、該スルーホールの近傍の材料を溶融させるに十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを方向付けるステップであって、該レーザ光が集束され、該集束したレーザ光の焦点面が、該レーザ光の光源と該正面との間で該スルーホールの該軸線に対して実質的垂直に配置されて、該スルーホールを通るガスの流れを提供するようにする、ステップと、
 を含む方法。

20

【請求項 3】

前記スルーホールを形成する前記ステップが、深絞りにより、または前記面の一方から前記面の他方までの打抜き、機械穴あけ若しくはレーザ穴あけにより実施され、該前者の面が入口面であり、該後者の面が後面である、請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記入口面が前記第1面であり、後面が前記第2面である、請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記スルーホールを形成する前記ステップが、レーザ穴あけによって実施され、気体または液体が、前記後面に対して保持されて、レーザ穴あけ中に、前記レーザが前記後面を貫通してそこから出る時点まで、気体または液体の過圧が該後面に加わるようになっている、請求項3または4に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記スルーホールを形成する前記ステップが、レーザ穴あけによって実施され、レーザ光の少なくとも1つのパルスが前記入口面に向けられ、該レーザ光が集束され、該集束したレーザ光の焦点面が、実質的に該入口面に配置されるとともに、形成されるスルーホールの前記軸線に対して実質的垂直に配置される、請求項3～5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記金属部品が、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、真鍮または金を含む材料から作製される、請求項1～6のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記金属部品の、前記スルーホールの近傍における前記第1面から前記第2面までの厚さが、約1.0mm以下である、請求項1～7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記スルーホールの前記入口にレーザ光のパルスを方向付ける前記ステップの後に、該スルーホールの径は3.0mm以下である、請求項1～8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記スルーホールの前記側壁の少なくとも一部またはすべてがコーティングされるよう

50

にするコーティングステップをさらに含み、該コーティングステップが、前記第1面における前記スルーホールの前記入口にレーザ光のパルスを方向付ける前記ステップの後に実施される、請求項1～9のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】

前記コーティングステップで使用される材料が、低表面エネルギーを有するかまたは付与する材料または材料混合物である、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記金属部品が、医薬用装置の金属部品である、請求項1～11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

前記金属部品が、薬剤エアゾール送出装置の金属部品である、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記金属部品が、加圧式送出装置の金属部品である、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記金属部品が、定用量吸入器の金属部品である、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記金属部品が、計量弁またはノズルインサートの金属部品である、請求項14または15に記載の方法。

【請求項17】

請求項1～16のいずれか一項に従って得られる医薬用装置のための金属部品。

【請求項18】

請求項1～16のいずれか一項に従って得ることが可能な医薬用装置のための金属部品。

【請求項19】

金属部品であって、該部品の第1面から第2面まで軸線に沿って延びるスルーホールを有するとともに側壁を有し、該側壁が、該第1面および該第2面を通る該軸線に沿ったその平面断面において、円、卵形または橢円の切片の弧に略対応する幾何学形状を有するとともに、該切片の弦の端点が該側壁の該第1面および該第2面との交差点に位置する、金属部品。

【請求項20】

ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、真鍮または金を含む材料から作製される、請求項19に記載の金属部品。

【請求項21】

前記スルーホールの近傍における前記第1面から前記第2面までの前記金属部品の厚さが、約1.0mm以下である、請求項19または20に記載の金属部品。

【請求項22】

前記スルーホールの径が約3.0mm以下である、請求項19～21のいずれか一項に記載の金属部品。

【請求項23】

前記スルーホールの前記側壁の少なくとも一部またはすべてが、コーティング層を備える、請求項19～22のいずれか一項に記載の金属部品。

【請求項24】

前記コーティング層が、低表面エネルギーを有するかまたは付与する、材料または材料混合物を備える、請求項23に記載の金属部品。

【請求項25】

医薬用装置の金属部品である、請求項19～24のいずれか一項に記載の金属部品。

【請求項26】

薬剤エアゾール送出装置の金属部品である、請求項25に記載の金属部品。

【請求項27】

10

20

30

40

50

加圧式送出装置の金属部品である、請求項 2 6 に記載の金属部品。

【請求項 2 8】

定用量吸入器の金属部品である、請求項 2 7 に記載の金属部品。

【請求項 2 9】

計量弁またはノズルインサートの金属部品である、請求項 2 7 または 2 8 に記載の金属部品。

【請求項 3 0】

請求項 1 7 ~ 2 9 のいずれか一項に記載の金属部品を備える医薬用装置。

【請求項 3 1】

薬剤エアゾール送出装置である、請求項 3 0 に記載の装置。 10

【請求項 3 2】

加圧式送出装置である、請求項 3 1 に記載の装置。

【請求項 3 3】

定用量吸入器である、請求項 3 2 に記載の装置。

【請求項 3 4】

薬剤と、HFA 134a、HFA 227 およびそれらの混合物から選択される噴射剤とを具備するエアゾール配合物を収容する、請求項 3 2 または 3 3 に記載の装置。

【請求項 3 5】

前記エアゾール配合物が、エタノールをさらに含む、請求項 3 4 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、広くは金属部品、特に医薬用装置の金属部品に関し、より詳細には、薬剤エアゾール送出装置（たとえば定用量吸入器）に、望ましい構造品質を有するスルーホールを提供する方法に関する。本発明はまた、特に、薬剤エアゾール送出装置等の医薬用装置のための金属部品（たとえば、定用量吸入器の計量弁部品またはノズルインサート）であって、有利な構造品質を備えるスルーホールを有する金属部品の製造および提供に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

数十年にわたり、エアゾール、および薬剤を投与する加圧式送出装置（たとえば定用量吸入器（metered dose inhalers））等の薬剤エアゾール送出装置の使用が知られてきた。 30

【0 0 0 3】

加圧式送出装置で使用されるエアゾール配合物は、一般に、薬剤と、1つまたは複数の噴射剤（たとえば、クロロフルオロカーボン類またはより最近では、推進剤 134a（CF₃CH₂F）および推進剤 227（CF₃CHFCF₃）等の水素含有フルオロカーボン）と、任意にエタノール等の界面活性剤および／または溶剤と、を含む。

【0 0 0 4】

たとえば吸入、経鼻または舌下投与のための薬剤加圧式送出装置は、一般に、エアゾール配合物で充填されかつ定量分配弁が備えられた容器または小瓶を備える。容器は、任意にノズルインサートまたはプレートおよび特定のタイプの投与のための適当な出口（たとえば吸入投与のためのマウスピース）を有するノズルを含む、ハウジングまたはアダプタに挿入されることが多い。多くの異なる設計の定量弁があるが、プレスアンドブリーズ（press-and-breathe）タイプのアダプタにおける典型的な定量エアゾールディスペンサの垂直断面を示す図1を参照すると、主に、計量チャンバ（52）を画定する計量タンク（51）と、ダイアフラム（54）を通じて計量チャンバ内に摺動する弁棒（53）と、を含む。弁は、任意に、計量チャンバの周囲に延在する保持カップ（55）を含んでもよく、保持カップの壁は、保持チャンバ（56）と、保持チャンバと容器（60）によって画定される配合物チャンバ（59）内のエアゾール配合物（58）との間の

10

20

30

40

50

開放連通を可能にする開口（57）と、それを画定する。弁がその非分配位置にある時（図1に示すように）、ダイアフラムが弁棒の周囲に閉鎖封止を維持し、たとえば弁棒に溝（61）を設けることにより、通常、計量チャンバと保持チャンバとの間に（計量チャンバと配合物チャンバとの間に保持カップがない場合）、開放連通がある。弁棒は、弁棒内部の通路内と連通するサイドポート（62）を含む。弁が作動されると、たとえば溝（61）の下端がタンクシール（63）内に進むに従い、計量チャンバが密閉され、続いて、サイドポートがダイアフラムを越えて計量チャンバ内に摺動し、次いで、計量チャンバの中身が、サイドポートおよび通路を通過し、心棒出口（64、不可視）を出て、通常はその後、ノズルインサート（66）を含む場合があるノズル（65）とアダプタ（68）の出口（67）とを通過する。

10

【0005】

図2は、定用量吸入器の別のタイプの定量弁を示し、閉鎖またはプライミング位置にある、米国特許第5,772,085号明細書に開示されておりかつ参考により本明細書に援用されるタイプの一例としてのシャトル型定量弁の垂直断面図を示す。かかる弁は、通常、弁本体（70）を備え、弁本体（70）は、エアゾール容器または小瓶（図示せず）の首部に係合する環状ガスケットシール（80）を有し、かつ、通常、エアゾール容器の首部の周囲に圧着される任意の適当な手段、たとえば従来の外部ケーシングまたはフェルール（81）によってエアゾール容器または小瓶に固定される。弁本体（70）は、たとえば加圧された医薬用エアゾール配合物を分配するための出口通路（73）を有するチャンバ（72）を画定する。弁棒（74）は、チャンバを通って延在し、閉鎖またはプライミング位置（図2に示すような）と分配位置との間で移動可能である。弁棒は、弁棒から外側に放射状に延在しあつ弁棒とチャンバの内壁との間に流体密封環状シールを提供する、内部シール（75）および外部シール（76）を含む。その閉鎖またはプライミング位置では、弁棒の周囲のシール間の空間は、エアゾール配合物を収容する貯蔵器（図示せず）内に延在する。（弁棒の位置合せを、エアゾール配合物の自由な流れ（図2においてシールの間の弁棒の周囲に矢印によって示すような）を妨げないリブ（図示せず）によって確実にしてもよい。弁棒がその分配位置まで下方に移動するに従い、外部シール（76）はチャンバ（72）を下って移動し、それによりエアゾール配合物のチャンバ内への自由なアクセスが可能になる。弁棒のさらなる移動により、内部シール（75）がチャンバ（72）に入り、それによってシールとチャンバの内壁との間に定量のエアゾール配合物が閉じ込められる。チャンバ（72）と、弁棒（74）の外部寸法と、シール（75および76）の位置と、は、チャンバ内においてシール間の所定の定量を画定するように配置される。弁棒がその分配位置に達すると、外部シール（76）は出口通路（73）を通過し、それにより定量の配合物が出口通路から、その後通常はアダプタ（図示せず）の出口から分配されることが可能になる。図示する弁では、弁は、弁棒が、ディスペンサの容器内に収容される加圧されたエアゾール配合物によって生成される蒸気圧によって、その分配位置に向かって外側に付勢されるように配置される。

20

30

30

【0006】

薬剤エアゾール送出装置の部品は、そこに収容されるエアゾール配合物と同様に、各々、その製品から最適な薬剤特性を取得するために重要な役割を果たすということが理解されよう。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

実際には、エアゾール送出装置の金属部品、特に金属部品のスルーホールに関して多くの問題がある。金属部品およびスルーホールの例には、特に、金属弁棒のサイドポート、金属保持カップの開口、金属ノズルインサートのオリフィス、ならびに金属弁本体の出口通路および/または入口通路がある。

【0008】

これらの問題には、薬剤が堆積または蓄積するシード面の存在が含まれる場合があり、

50

それにより装置が閉塞する可能性がある。たとえば、打抜きによってスルーホールが形成される金属部品、たとえば定量弁のための中空金属弁棒のサイドポートの場合、この操作により、打抜きの出口側のスルーホールの縁の周囲に円周方向の突起またはバリが形成される。加圧エアゾール送出装置の場合、かかる薬剤堆積または蓄積の問題は、HFA 134a および / または HFA 227 を含む医薬用エアゾール配合物、特にエタノールも含む配合物の場合、特に配合物が弁および / またはアダプタを通過する際、薬剤がエアゾール配合物から堆積する傾向があるという事実により、悪化する。

【0009】

別の問題は、たとえば、薬剤エアゾール送出装置において金属部品およびそのスルーホールがエラストマーシールと相互作用することである場合もある。この場合もまた、弁棒サイドポートの例に戻ると、弁棒内のバリの形成を最小限にするために、サイドポートを打抜きする前にダイを挿入することが可能であると言われている。しかしながら、この技法では、弁棒の内面と外面との両方においてサイドポートの周囲に鋭利な縁が残り、外面の鋭利な縁は、弁棒に関連するダイアフラムシールに損傷を与える傾向にある。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

薬剤エアゾール送出装置、特に定用量吸入器等の加圧式送出装置に対する、たとえば耐閉塞性および / またはシールとの最適な相互作用に対して望ましい構造品質を有するスルーホールを備える、金属部品を提供することが目下必要とされている。

20

【0011】

本発明者らは、薬剤エアゾール送出装置の金属部品の第1面から第2面まで軸線に沿って延在するスルーホールの入口に、スルーホールの近傍の材料を溶融させるに十分なエネルギーを有する集束レーザ光のパルスを方向付けし、上記集束レーザ光の焦点面は、スルーホールの上記軸線に実質的に垂直に配置されかつスルーホール入口を含む面から隔離され、同時にスルーホールを通してガスの流れを加えることにより、側壁が望ましくは曲線状であるスルーホールを提供することが可能であり、側壁は、第1面および第2面を通る上記軸線に沿ったその平面断面において、円、卵形 (oval) または橢円 (elliptical) の切片の弧に略対応する幾何学形状を有し、その切片の弦の端点は側壁の第1面および第2面との交差点に位置する、というものであることが分かった。

30

【0012】

意外なことに、第1面から第2面までのスルーホールの近傍の材料を溶融させるに十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを加えることにより、上述したような湾曲側壁を有するスルーホールを、通常、スルーホールの近傍で壁厚さが約 1.0 mm 以下（たとえば約 0.05 mm まで）の、薬剤装置金属部品の周囲構造または壁の、歪みまたは座屈なしに得ることができる。さらに、スルーホールが部品の後壁に面する金属部品、たとえば弁棒の通路または弁本体の出口通路へのサイドポートの場合、意外なことに、レーザ光の上記パルスを加えることにより、下の後壁に望ましくない損傷はもたらされない。

【0013】

このように、本発明の第1態様によれば、スルーホールを提供する方法であって、スルーホールが金属部品の第1面から第2面まで軸線に沿って延在し、湾曲側壁を有し、側壁が、第1面および第2面を通る軸線に沿ったその平面断面において、円、卵形または橢円の切片の弧に略対応する幾何学形状を有し、上記切片の弦の端点が側壁の第1面および第2面との交差点に位置する、方法であり、第1面のスルーホールの入口に、スルーホールの近傍の材料を溶融させるに十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを方向付けるステップであって、上記レーザ光が集束され、その集束レーザ光の焦点面が、そのレーザ光の光源と第1面との間でスルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直に配置されて、スルーホールを通るガスの流れを提供する、ステップを含む、スルーホールを提供する方法が提供される。

40

【0014】

後により詳細に論ずる結果としてのスルーホールの望ましい構造品質のために、本方法

50

は、特に、医薬用装置、特に薬剤エアゾール送出装置、より詳細にはネプライザまたは加圧式送出装置、もっとも詳細には加圧定用量吸入器の金属部品のスルーホールの処理に対して有利である。

【0015】

本方法は、たとえば打抜き、機械穴あけ、レーザ穴あけまたは妥当な場合は深絞りによって得られるスルーホールの処理に有利である。本方法は、特に、打抜きまたは機械穴あけによって作製されるスルーホールの処理に有利である。それは、上述したような望ましい湾曲側壁を提供する上に、この処理により、同時に実質的にまたは完全に、打抜きまたは機械穴あけからもたらされる任意の鋭利な縁または円周方向の突起もしくは他のタイプの突起（バリ）がなくなるためである。また、最初レーザ穴あけによって作製されるスルーホールの場合、本方法により、望ましくは実質的にまたは完全に、レーザ穴あけされたスルーホールに近接する突起（ドロスまたは他の噴出材料の形態）がなくなる。

10

【0016】

本方法は、望ましくは、ルーホールの径（最小で）が約3.0mm以下（たとえば0.05mmまで）である湾曲側壁を有するスルーホールを提供することに適している。

【0017】

本方法の利便性のために、それを、金属部品の製造に続く後処理方法として適用することができ、または別法として、金属部品の製造中のプロセスステップとして適用してもよい。したがって、本発明の第2態様では、金属部品を製造する方法であって、

20

a) 第1面および第2面を有する金属部品ワークを提供するステップと、

b) 上記面の一方から上記面の他方まで軸線に沿ってスルーホールを形成するステップと、

c) 第1面のホールの入口に、ホールに近接する材料を溶融するために十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを向けるステップであって、上記レーザ光が集束され、その集束レーザ光の焦点面が、そのレーザ光の光源と正面との間においてスルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直に配置され、一方でスルーホールを通るガスの流れを提供する、ステップと、

を含む、金属部品を製造する方法が提供される。

【0018】

上述したような湾曲側壁を備えたスルーホールを有する、金属部品、特に医薬用装置（たとえば薬剤エアゾール装置）部品は、多数の理由で有利である。まず、スルーホールは、好適な平滑かつ湾曲面を示し（上述したように、鋭利な縁および／または突起が望ましくは本質的にならないかまったくない）、そのため、たとえば薬剤の堆積または蓄積に対し最小限のあり得るシード面を呈する。さらに、スルーホールは、第1面および第2面に対して窪んでいることが望ましく、それは、たとえば、特にノズルインサート、出口通路を有する弁本体、弁棒等の金属部品に対し、スルーホールを通る望ましい流体（たとえばエアゾール配合物）流特性に対して好都合である。また、窪み付けは、使用中に部品のスルーホールがシールに接触する（たとえばそれを貫通する）金属部品に対しても好都合である。窪み付けのために、シールに対する損傷は最小限になる。最後に、第1面および第2面との交差部分におけるスルーホールの側壁は、堅いコーナを呈さない。これは、特に、望ましい場合または必要と考えられる場合、たとえば、フルオロポリマー、シリコーンまたはフルオロシリコーンベース材料もしくは低表面エネルギーを有するコーティングを提供する別の材料または材料混合物による任意の後続するコーティングに関して有利である。さらに、スルーホールを有する部品、特に定用量吸入器の計量弁またはノズルインサートの金属部品のコーティングにおいて、コーティングは、スルーホールの比較的堅いコーナにおいて不規則性を示す可能性があり、コーティングは、堅いコーナにおいて不完全であるか蓄積し、コーティング材料の望ましくない拡張部分またはビードが形成される、ということが認識された。この場合もまた、側壁の好都合な平滑な湾曲形態のために、スルーホール側壁またはその一部の一様かつ平滑なコーティングが容易になる。

30

【0019】

40

50

本発明のさらなる態様では、金属部品、特に医薬用装置の金属部品（より詳細には薬剤エアゾール送出装置）の金属部品であって、その部品の第1面から第2面まで軸線に沿って延在するスルーホールを有しあつ側壁を有する金属部品であり、側壁が、第1面および第2面を通り上記軸線に沿ったその平面断面において、円、卵形または橜円の切片の弧に略対応する幾何学形状を有し、上記切片の弦の端点が側壁の第1面および第2面との交差点に位置する、金属部品が提供される。

【0020】

本発明の別の態様は、金属部品を備える、医薬用装置、特に薬剤エアゾール送出装置である。有利には、薬剤エアゾール送出装置は、ネブライザまたは加圧式送出装置、特に定量吸入器であってもよい。

10

【0021】

従属請求項は本発明のさらなる実施形態を定義する。

【0022】

本発明、その実施形態およびさらなる利点について、以下の図面または図を参照して以下に説明する。

【0023】

本発明は、本明細書で説明する本発明の特定の望ましい利点および好ましい態様のすべての組合せを包含するということが理解されるべきである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

図3(b)および図4(b)は、シャトル型計量弁のアルミニウム深絞り弁本体部品の第1面から第2面まで軸線に沿った例示的なスルーホールの輪郭の顕微鏡写真を示し、図3(c)および図4(c)は、それぞれ第1面および第2面を通る軸線に沿った例示的なスルーホールの側壁の断面を示す。

20

【0025】

それぞれ図3(c)および図4(c)に示すような例示的なスルーホールの側壁の平面断面の概略かつ絵画図を示す図5(a)および図5(b)を参照すると、側壁(30)は、円、卵形または橜円(13)の切片(16)の弧(17)に略対応する幾何学形状を有することが有利であることを理解することができ、そこでは、上記切片の弦(15)の端点(11、12)は、側壁(30)の第1面(10)および第2面(20)との交差点に位置する。また、図3(c)および図4(c)ならびに図5(a)および図5(b)から理解することができるよう、上記円、卵形または橜円の切片(16)は、半円、半卵形または半橜円であるかもしくは略半円、半卵形または半橜円であることが望ましい。本発明による方法の適用において、弦を通過する中心線の上方および下方の切片の二等分は、互いの正確な鏡像でなくてもよいということが理解されるべきである。

30

【0026】

上記においてかつ以下において、「湾曲(roundered)側壁」という用語は、側壁が第1面および第2面を通るその平面断面において、円、卵形または橜円の切片の弧に略対応する幾何学形状を有し、切片の弦の端点が、側壁の第1面および第2面との交差点に位置し、より詳細には上記切片が半円、半卵形または半橜円であるかまたは略半円、半卵形または半橜円であることを意味するものとして理解されなければならない。

40

【0027】

第1面におけるスルーホールの入口に、ホールに近接する材料を溶融させるに十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを方向付けるステップであって、上記レーザ光は集束され、その集束レーザ光の焦点面は、上記レーザ光の光源と第1面との間のスルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直に配置され、一方でスルーホールを通してガスの流れを提供する、ステップ、を簡略化するために、このステップを、「スルーホールの入口にレーザ光のパルスを方向付ける」ステップ、ということにする。

【0028】

スルーホールの入口にレーザ光のパルスを方向付けるステップを含む方法は、本質的に

50

ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、真鍮または金、特にステンレス鋼またはアルミニウム、より詳細にはアルミニウムを含むかまたはそれからなる材料から作製される金属部品に湾曲側壁を有するスルーホールを提供するために適している。

【0029】

スルーホールの入口にレーザ光のパルスを方向付けるステップを含む方法は、有利には、湾曲側壁を有するスルーホールを提供するために適しており、そこでは、スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けた後、スルーホールは約3.0mm以下の径（最小で）を有する。約2.00mm以下の径がより望ましく、約1.50mm以下がさらに望ましく、約1.25mm以下がさらに望ましく、約0.75mm以下が最も望ましい。最小径（最小で）が約0.05mmであることが適当な場合もある。約0.10mm以上の径がより望ましく、約0.20mm以上がさらに望ましく、0.30mm以上が最も望ましい。したがって、本発明による金属部品は、かかるスルーホール径を示す。10

【0030】

上述したように、金属部品のスルーホールに近接する第1面から第2面までの厚さは、通常約1.0mm以下である。本方法は、望ましくは約0.80mm以下、より望ましくは約0.70mm以下、最も望ましくは0.60mm以下の厚さに適している。最小厚さが約0.05mmであることが適当な場合もある。最小厚さは約0.10mm以上がより望ましく、約0.15mm以上がさらに望ましく、0.20mm以上が最も望ましい。20

【0031】

好みいパルスレーザ源は、Nd:YAG（ネオジム・イットリウム・アルミニウム・ガーネット）レーザである。20

【0032】

スルーホールの上記入口に向けられるレーザ光をスルーホールの上記軸線に実質的に沿って集束させ、スルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直に配置されている上記集束レーザ光の焦点面を上記レーザ光の光源と第1面との間に配置する（すなわち、焦点面は第1面になくかつ第1面に入射しない）ことにより、レーザエネルギーを、有利に、効率的かつ有効な溶融のためにスルーホールの側壁に向かって主に向けることができ、一方で、材料の蒸発を回避するかまたは最小限にし、かつ部品の隣接する構造の歪みまたは座屈と部品の後壁（存在する場合）に対する損傷を最小限にすることができる、ということが分かった。スルーホールの内周にわたって湾曲側壁が有利に一様であるために、集束レーザ光スポットは、スルーホールの上記入口に実質的に中心を置くことが望ましい。集束レーザスポットの径は、処理されるスルーホールの径の約75%から約140%であることが適当な場合もある。この範囲内で、集束レーザスポットの最小径が処理されるスルーホールの径の約90%であることが特に適当であり、100%が最も適当であることが分かった。この範囲内で、集束レーザスポットの最大径が、処理されるスルーホールの径の約125%であることが特に適当であり、115%であることが最も適当であることが分かった。焦点面の、上記レーザ光の光源と第1面との間の特定の位置決め、たとえば集束スポットの第1面までの距離は、概して、一部にはスルーホール径および第1面から第2面までの厚さによって決まり、一部にはレーザの集束レンズの焦点距離および集束レーザスポットの径によって決まる。たとえば、厚さが約0.2mm～約0.4mmの部品と径が約0.45mm～約0.60mmのスルーホールの場合、集束スポット（径がスルーホールの径の約105%～約115%）の第1面からの適当な距離は、120mm焦点距離集束レンズを使用する場合、約3mmである。相対的に小さいスルーホール（たとえば0.3mm（最小径において）以下）を有する部品を処理する場合、160mm焦点距離の集束レンズを適用することが有利であり得る。逆に、比較的大きいスルーホール（たとえば1.0mm（その最小径において）以上）を有する部品を処理する場合、60mm焦点距離の集束レンズを使用することが有利であり得る。30

【0033】

レーザ光のパルスは、スルーホールに近接する材料を溶融するために十分であるが材料を蒸発させない程度のエネルギーを有することが適当である。第1面から第2面までのス40

10

20

30

40

50

スルーホールに近接する材料を溶融するために十分なエネルギーを有するレーザ光のパルス、より好ましくは単一パルスを加えることが有利であることが分かった。第1面から第2面までのスルーホールに近接する材料を溶融するために加えられるレーザ光の特定のパルスエネルギーは、特に、金属部品の特定の金属材料と、スルーホールに近接する金属部品の特定の厚さと、一部にはスルーホールの径と、によって決まる。たとえば、アルミニウムから作製されかつ壁厚さが0.4mmである部品と初期径が約0.5mmであるスルーホールとの場合、約6~8Jのパルスエネルギー（たとえば、パルス幅が2.0ミリ秒でありピーク出力が3kWである単一矩形パルスか、またはパルス幅が2.0ミリ秒でありピーク出力が4kWである単一パルス）が、通常、第1面から第2面までのスルーホールに近接する材料を溶融するために十分であり、厚さが0.2mmのアルミニウム部品の場合、約4.5Jのパルスエネルギー（たとえばパルス幅が1.5ミリ秒でありピーク出力が3kWである単一パルス）が通常十分であることが分かった。レーザエネルギー井戸を、第1面から第2面までのスルーホールに近接する材料を溶融するために必要である量を超えて加えることにより、再凝固時にスルーホールが密閉されるように材料が著しく溶融することになる可能性がある。このため、レーザ光のパルス（好ましくは単一パルス）は、第1面から第2面までのスルーホールに近接する材料を溶融するために十分なエネルギーであるが、再凝固時にスルーホールが密閉される（すなわち、スルーホールの径が0である）ような材料の溶融をもたらすエネルギーの量より低いエネルギーを有することが望ましい。

10

20

【0034】

いかなる特定の理論への制限ともなることなく、溶融した材料は、表面張力の影響およびスルーホールを通るガスの流れ、望ましくは比較的低い流れの下で、通常「ビーディング」によってそれ自体を「再形成し」、その後、スルーホールを通るガスの流れの存在下で、溶融物は再凝固して、有利な曲線状形態（上述したように）を有する側壁を提供するようである。上述したガス流を加えることにより、溶融物の再形成とともに、溶融物が重力の影響下で変形するかまたは流れを開始する前に、ビーディング溶融物の有効かつ効率的な再凝固が容易になる。加えられる特定の流速は、特に、金属部品の特定の金属材料と、スルーホールに近接する金属部品の特定の厚さと、スルーホールの径と、によって決まる。流速は、スルーホールに曲線状の側壁を提供するような溶融物の再凝固を可能にするために有効な流速であることが適当である。ガスの流速は、溶融物がスルーホールの境界内で保持されるようなものであることが望ましい。言い換えれば、流速は、溶融した材料をスルーホールの末端まで移動させる流速より低いことが望ましい（たとえば、溶融した材料が、スルーホールから吹き出されるかもしくはスルーホール入口まで飛ばされるかまたは場合によってはそこから出る流速より低い流速）。概して、流速は約71/分以下であることが適当であり、約51/分以下であることがより望ましく、約41/分以下であることがさらにより望ましく、約31/分以下であることが最も望ましい場合がある。流速は、溶融物が重力によって流れる（たとえば、スルーホールの末端まで流れ（たとえば図8に示すように）かつ／または所望の湾曲側壁形状が得られないように流れる）前に再凝固するのを可能にするには不十分である流速より大きいことが望ましい。概して、流速は約0.101/分以上であることが適当であり、約0.251/分以上であることがより望ましく、約0.501/分以上であることがさらに望ましく、約11/分以上であることが最も望ましい。ホールを流れるガスの流れは第1面から第2面までであることが好ましく、より詳細には、レーザ光に対する同軸アシストガスとして提供されることが望ましい。ガスは部品の特定の金属に対して不活性であることが適当であり、たとえば金属のあり得る酸化を回避するために、ガスは、窒素、アルゴンまたはヘリウム、特に窒素またはアルゴン、より詳細には窒素等の無酸素不活性ガスであることが望ましい。

30

40

【0035】

溶融物のビーディングと続くその再凝固とのために理解することができるよう、スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップの後のスルーホールの径（最小で）は、通常、上記ステップの前のスルーホールの径より小さい。また、スルーホール径の減

50

少の程度は、第1面から第2面までの厚さとともに加えられるレーザエネルギーの量（たとえば、溶融する材料の量）に関連することを理解することができます。このため、処理の後（すなわち、スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップの後）の特定のスルーホール径（最小で）が望まれるかまたは必要であると考えられる場合では、処理の前のスルーホールの径を、相応じて、処理の後に望まれるかまたは必要な径を提供することができるような寸法にすべきである。

【0036】

有利には、スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップを含む方法は、径が（最小で）0.3mm以下（より詳細には0.25～0.50mm、最も詳細には0.2～0.1mm）である湾曲側壁を有するスルーホールを提供するために、スルーホールに近接して厚さが0.5mm以下（より詳細には0.3mm～0.05mm、最も詳細には0.20～0.50mm）である金属部品のスルーホールの処理のために適している。この理由のために、上記方法は、ノズルインサートまたはプレートの壁厚さが0.5mm以下である、径が0.3mm以下のスルーホールを有することが多い、定用量吸入器等の加圧薬剤送出装置のノズルインサートまたはプレートのスルーホールを処理するために特に有利である。また、有利には、本発明による方法は、径が（最小で）0.20mm以上（より詳細には0.25～3.00mm、最も詳細には0.30～1.5mm）の湾曲側壁を有するスルーホールを提供するために、スルーホールに近接して厚さが0.05mm以上（より詳細には0.1～1.00mm、最も詳細には0.20～0.8mm）である金属部品のスルーホールの処理に適している。またこの理由により、上記方法は、定用量吸入器等の加圧薬剤送出装置の金属部品、たとえば弁棒、保持カップ、弁本体および定量弁の他の金属部品のスルーホールを処理するために特に有利であり、上記部品は、通常、壁厚さが0.2mm以上であり、スルーホール径が0.20mm以上である。

10

20

30

40

【0037】

金属部品、特に医薬用装置（薬剤エアゾール送出装置、たとえば定用量吸入器）の金属部品を製造する方法において上述したように、上記方法は、

- a) 第1面および第2面を有する金属部品ワークを提供するステップと、
- b) 上記面の一方から上記面の他方まで軸線に沿ってスルーホールを形成するステップと、
- c) 第1面のスルーホールの入口に、ホールに近接する材料を溶融するために十分なエネルギーを有するレーザ光のパルスを向けるステップであって、上記レーザ光が集束され、上記集束レーザ光の焦点面が、上記レーザ光の光源と正面との間ににおいてスルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直に配置され、一方でスルーホールを通るガスの流れを提供する、レーザ光のパルスを向けるステップと、
を含む。

【0038】

スルーホールを形成するステップを、たとえば深絞りにより、または別法として、上記面の一方から上記面の他方への打抜き、機械穴あけまたはレーザ穴あけによって実施してもよい。後者の方法では、打抜き具、ドリルビットまたはレーザビームが入る面が入口面であり、打抜き具、ドリルビットまたはレーザビームが出る面が後面であることが理解される。上述したように、通常、打抜きまたは機械穴あけのプロセス中、後面のスルーホールの出口は、突起および/または鋭利な縁を有することが多い。スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップでは、入口面または後面のいずれもが第1面であり得る。これは、後面がアクセス不可能であることが多いために有利であり、そのため、スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップを、打抜き、機械穴あけまたはレーザ穴あけのための入口面に都合よくかつ首尾よく適用することができる。（これは、金属部品を製造する方法と、スルーホールに湾曲側壁を提供するステップと、の両方に当てはまる。）

【0039】

金属部品を製造する好ましい方法では、スルーホールを形成するステップは、レーザ穴

50

あけによって実施される。特に、スルーホールをレーザ穴あけする場合、レーザ光の少なくとも1つのパルス（より望ましくは1つまたは2つのパルス、最も望ましくはレーザ光の単一パルス）が入口面に向けられ、上記レーザ光は集束され、その集束レーザ光の焦点面は実質的に入口面に（入口面が湾曲している場合は、形成されるスルーホールの中心点の位置に）配置され（入射し）、上記焦点面は、形成されるスルーホールの上記軸線に対して実質的に垂直である。スルーホールをレーザ穴あけするために加えられるレーザ光のパルスの特定のエネルギーは、特に、金属部品の特定の金属材料と、穴あけするように意図された点における金属部品の特定の厚さと、によって決まる。たとえば、アルミニウムから作製されかつ壁厚さが0.2mmである部品の場合、スルーホールを穴あけするために、通常、約4.5Jのパルスエネルギー（たとえば、パルス幅が1.5ミリ秒でありピーク出力が3kWである単一パルス）が十分であり、壁厚さが0.4mmであるアルミニウム部品の場合、スルーホールを穴あけするために、通常約6~7Jのパルスエネルギー（たとえば、パルス幅が1ミリ秒でありピーク出力が6kWである単一パルス）が十分であった。

10

【0040】

集束レーザの焦点面を、穴あけされるワーク／部品の入口面に配置することは、特にレーザ光の単一パルスを加えることに関連して、スパッタの形成を最小限にするために有利であることが分かった。また、放出される材料をワークまたは部品から吹き飛ばすために、比較的高い流速で（たとえば25リットル／分以上、特に35~45リットル／分）でアシストガス（特に、窒素、アルゴンまたはヘリウム等の無酸素アシストガス）を使用することが有利であることが分かった。任意のスパッタの表面上への付着を最小限にするために、レーザ穴あけ中にワークまたは部品上に油または潤滑剤（たとえば深絞りからの残留絞り油）の薄層があることが好都合であることが分かった。

20

【0041】

レーザ穴あけの場合に後面（または出口面）に面する後壁がある部品の場合、レーザ光の突破時に後壁に対する損傷を防止するために、レーザ穴あけ中に、レーザが後面を貫通しそこから出る時点まで、流体の過圧（たとえば2バール以上、特に約3バールの圧力）が後面に加わるように、後面に対して流体が保持されることが望ましい。流体は、気体（窒素、アルゴンまたはヘリウム等の空気または不活性ガス）かまたは液体（特に水等の周囲温度の液体）であってもよいが、気体であることが好ましい。こうした流体の過圧はまた、レーザ穴あけされている壁の後面（出口面）に対するドロスの堆積を最小限にする役割も果たす。

30

【0042】

上述したように、スルーホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップを含む方法によって得られるスルーホールの湾曲側壁は、任意の後続するコーティングに関して望ましい構造品質を呈する。このため、好ましい実施形態では、本方法は、スルーホールの側壁の少なくとも一部またはすべてがコーティングされるようにコーティングするステップをさらに含み、このコーティングするステップは、第1面におけるホールの入口にレーザ光のパルスを向けるステップの後に実施される。コーティングするステップを、少なくともスルーホールに近接する第1面と、第1面に隣接するスルーホールの側壁の少なくとも一部（たとえば約半分）とがコーティングされるように、または少なくともスルーホールに近接する第2面と第2面に隣接するスルーホールの側壁の少なくとも一部（たとえば約半分）とがコーティングされるように、実施することが適当である場合もある。別法として、コーティングを、少なくともスルーホールに近接する第1面および第2面の両方がコーティングされるように、かつスルーホールの完全な側壁がコーティングされるように、実施してもよい。コーティングは、低表面エネルギー（たとえば18~25ダイン/cmの範囲）を有するかまたは付与する材料または材料の混合物によって行われることが望ましい。典型的な低表面エネルギー材料には、フルオロポリマー、シリコーンおよびフルオロシリコーン材料、たとえばPTFE、FEP、PFA、PVDFおよびPDMSがある。コーティングを、スプレーコーティング、ディップコーティング、静電コーティング、

40

50

化学気相成長、プラズマ化学気相成長および低温プラズマコーティングを含む、本技術分野において既知である任意のコーティングプロセスを通して施すことができる。

【0043】

本発明による湾曲側壁を備えるスルーホールを有する金属部品は、医薬用装置、特に薬剤エアゾール送出装置で使用するのに有益である。金属部品は、加圧式送出装置、ネブライザ、ドライパウダー吸入器、ポンプスプレー装置、ナザールポンプおよび他の非加圧式送出装置を含む薬剤エアゾール送出装置の部品であることが適当である場合もある。

【0044】

かかる金属部品の好適な構造品質のために、貯蔵または装置からの送出中に部品のスルーホールが薬剤または医薬用配合物に接触しかつ／またはシールに接触するかまたはシールを貫通する、薬剤エアゾール送出装置の金属部品は、特に有利である。これは、特に、定用量吸入器等の加圧医薬用送出装置の場合、特にHFA134aおよび／またはHFA227を含む医薬用エアゾール配合物、より詳細にはエタノールも含む配合物を収容するかかる装置に対して、有効である。したがって、加圧医薬用送出装置、特に定用量吸入器で使用される本発明による金属部品は、ノズルインサート、弁棒、保持カップおよび弁本体であってもよい。

【0045】

本発明を、以下の実施例によって例示する。

【実施例】

【0046】

全般

以下の実施例では、第1ステップにおいて、レーザ穴あけによってスルーホールを提供し、次いで第2ステップにおいて、このように作成されたスルーホールを、湾曲側壁を提供するように処理した。

【0047】

フリーランニングモードで動作しておりかつ $1.064\mu\text{m}$ 波長のレーザを放出している400WパルスNd:YAGレーザ（商品名エレクトロックス・スコーピオン（Electrox Scorpion）で英国レッチワースのエレクトロックス（Electrox（Letchworth, UK））によって提供される）を使用した。特に指定しない限り、使用したパルス形状は一時的に矩形であった。

【0048】

図6は、以下の実施例に使用したレーザシステムの構成の一部を概略的に表す。上述したレーザのレーザ源によって生成されるレーザビーム（100）を、調整可能な長さ（×）のファイバ出力管（110）に端接続された $600\mu\text{m}$ コア径の光ファイバ（109）によって伝送した。ファイバ出力ハウジングが、ファイバ出力管と、ファイバ出力管延長部（長さ（×）で調整可能）と、120mm焦点距離の集束レンズ（113）を含むレンズ（111、112、113）と、径が1mmの出口（119）を出るアシストガス（115）の同軸シースを提供する入力（114）を含むノズル（118）と、を収容した。ファイバ出力延長管およびレンズの長さを適当に調整することにより、レーザビームを集束スポット（122）に集束させた。アシストガスノズル出口の位置を、集束スポットの焦点面の1mm後方に隔置されるように調整した。ファイバ出力ハウジングを、特に軸線zに沿って移動可能なCNCテーブルの3軸線上に取り付けた。

【0049】

深絞りされたアルミニウム弁本体部品（米国特許第5,772,085号に開示されるタイプのシャトル型定量弁）非加工物（50）を固定して取り付けた（図示しない取付手段）。

【0050】

スルーホールのレーザ穴あけの場合、一連の予備実験において、スパッタおよびドロスの形成を最小限にするために、レーザ穴あけに単一パルスを使用することと、集束レーザの焦点面を穴あけされる非加工物の外面（入口面）（10）に（入射するように）配置す

10

20

30

40

50

ることが有利であることが分かった。また、表面のいかなるスパッタの付着も最小限にするためにワーク上に油または潤滑剤（たとえば深絞りからの残留絞り油）の薄層があることと、噴出される材料をワークから吹き飛ばすために（かつレーザシステムの光学系を噴出される材料から保護するために）比較的高い流速のアシストガスを使用することと、が有利であることも分かった。アシストに使用するガスのタイプに関して、アルミニウム部品のレーザ穴あけの場合、無酸素不活性アシストガス（窒素またはアルゴン）が好都合であることが分かった。以下の実施例のすべてにおいて、深絞りワークを、レーザ穴あけの前に洗浄しなかった（すなわち、その表面から絞り油を除去しなかった）。（レーザ穴あけの後に、残っている残留油を除去した。）また、集束スポットの焦点面を、入口面に配置し、レーザの単一パルスを使用し、レーザ穴あけ中に流速が391／分の同軸アシストガスとして窒素（特に指示しない限り）を使用した。

10

【0051】

さらに、レーザ穴あけの場合、予備実験において、中空アルミニウムワークの後壁（40）（レーザ穴あけされるスルーホールの反対側の出口）の損傷を防止するために、レーザ穴あけパルスに先立ってかつその間に、出口面（20）上にかつワーク内に過圧を生成するために二次ガスを提供することが有利であることが分かった。このため、ワークの一端を封止手段（116）によって適当に封止し、他端に、二次ガス（121）を供給するための管（117）を付着させた。特に指示しない限り、二次ガスとして空気を使用し、3バール圧力で加えた（ガスタンクの調節器によって確定されるように）。

20

【0052】

分析

スルーホール及び部品を、たとえば走査型電子顕微鏡（SEM）を使用することによって分析し検査するために、精密カッタを使用してワーク／部品試料を切断した。典型的に、スルーホールの入口／出口およびワーク／部品の後壁を検査するために、スルーホールとともに周囲壁の領域を含む部分を切り出した。スルーホール輪郭を概して検査するために、部品を、スルーホールの軸線に沿って垂直面で切断した。スルーホールの側壁輪郭を検査するために、別の試料を同様に切断し、次いで透明なポリマー樹脂に取り付け、中心を研削し（ホールの幾何学的中心と交差する面まで）、1ミクロンダイアモンドペーストを使用して研磨し、最後にケラー試薬（硝酸（2.5%）、塩酸（1.5%）、フッ化水素酸（1%）、水（95%））でエッティングした。

30

【0053】

実施例1～3ならびに参考実施例AおよびB

以下の実施例では、壁厚さが200μmであり内部通路径が5.1mmであるアルミニウム（グレード#5251、アドフォーマル（Adformal）EP130絞り油を使用して深絞りされた）弁本体部品・ワークを使用した。

【0054】

ファイバ出力延長部を62mmで設定し、集束スポットサイズを約0.52mmとした。

【0055】

実施例の各々におけるレーザ穴あけに対し、パルス持続時間が1.5ミリ秒でありピーク出力が3kWである単一パルスを使用した。径が最小で約0.49mmのスルーホールを提供了。

40

【0056】

湾曲側壁を提供するようにスルーホールを処理するステップに対し、予備実験において、集束スポットの焦点面の焦点面が入口面から3mmであるように、ファイバ出口ハウジングを軸線zに沿って移動させることができることが有利であることがわかったということが分かった。これにより、望ましくは、周囲壁の歪みまたは座屈なしにかつ後壁面に対する損傷なしに溶融が可能であった。

【0057】

また、1または1.5ミリ秒のパルス幅を使用するレーザの1または3または5パルス

50

(各パルスのピーク出力は3 kW)を使用する予備実験により、入口面から出口面までスルーホールに近接する材料を溶融させるために1.5ミリ秒の単一パルスが十分であることが分かった。また、各個々のパルスが、一方の面から他方の面までホールに近接する材料を溶融させるために不十分である(たとえば、各パルスのピーク出力が3 kWでありパルス幅が1ミリ秒である3または5パルス)である一連のパルスを加えることは、かかる連続したパルスにより、通常、入口面から出口面まで意図されたスルーホール軸線に沿った溶融を必ずしも提供することなく、入口面において連続した放射状に大きくなる溶融がもたらされるため、好都合でないことも分かった。最後に、各個々のパルスが、一方の面から他方の面までホールに近接する材料を溶融させるために十分である(たとえば、各パルスのピーク出力が3 kWでありパルス幅が1.5ミリ秒である3または5パルス)、一連のパルスを加えることができることが観察されたが、単一パルスを加えることが好都合であると考えられ、そのため以下の実施例では、レーザの単一パルスを使用した。

10

【0058】

試料のスルーホールを、以下の表に要約する条件に従うパルスによって処理した。実施例Aは前処理していない。

【0059】

【表1】

20

実施例番号	パルスの数	ピーク出力(kW)	パルス幅(ms)	第1面までの焦点面距離(mm)	同軸アシストガス/流速(l/min)
A	0	-	-	-	-
B	1	3	1.5	3	-
1	1	3	1.5	3	N ₂ / 3
2*	1	3	1.5	3	Ar / 3
3**	1	3	1.5	3	N ₂ / 3

* レーザ穴あけ中にアシストガスを使用した。

** この実施例では、漸進的に減少する初期高ピーク出力の形状を有するパルス形状を使用した。

30

【0060】

図7は、レーザ穴あけの第1ステップで形成される典型的なオリフィスを表す、参考実施例Aのスルーホールおよびその側壁の垂直断面の顕微鏡写真を示す(レーザビーム入口側が一番上)。

【0061】

図8は、参考実施例Bのスルーホール入口の顕微鏡写真を示す。

40

【0062】

図3および図4は、それぞれ実施例1および実施例2によって得られた、(a)スルーホールの入口、(b)スルーホールの垂直断面および(c)スルーホールの側壁の垂直断面のSEM写真を示す。

【0063】

図9は、実施例3によって得られたスルーホールの側壁の垂直断面のSEM写真を示す。

【0064】

実施例4～18

以下の実施例では、壁厚さが400 μmであり内部通路径が6.0 mmであるアルミニウム(グレード#5052、アドフォーマル(Adformal)EP130絞り油を使

50

用して深絞りされた)弁ハウジング部品ワークを使用した。

【0065】

ファイバ出力延長部を57mm、52mmまたは47mmで設定し、集束スポットサイズをそれぞれ約0.56mm、0.59mmまたは0.63mmとした。

【0066】

3つの条件のセットを適用した。

条件A - ファイバ出力延長部を57mmに設定し、集束スポットサイズを約0.56mmとした。レーザ穴あけに対し、パルス持続時間が1.2ミリ秒でありピーク出力が5kWである単一パルスを使用して、径が最小で約0.49mmのスルーホールを提供した。湾曲側壁を提供するようにスルーホールを処理するステップ(レーザ溶融)に対し、集束スポットの焦点面が入口面(10)から3mmであるように、ファイバ出口ハウジングを軸線zに沿って移動させ、以下の表に要約されるようなピーク出力および幅を有する単一パルスを加えた。

10

【0067】

条件B - ファイバ出力延長部を52mmに設定し、集束スポットサイズを約0.59mmとした。レーザ穴あけに対し、パルス持続時間が1.0ミリ秒でありピーク出力が6kWである単一パルスを使用して、径が最小で約0.53mmのスルーホールを提供した。この場合もまた、レーザ溶融に対し、集束スポットの焦点面が入口面(10)から3mmであるように、ファイバ出口ハウジングを軸線zに沿って移動させ、以下の表に要約されるようなピーク出力および幅を有する単一パルスを加えた。

20

【0068】

条件C - ファイバ出力延長部を47mmに設定し、集束スポットサイズを約0.63mmとした。レーザ穴あけに対し、パルス持続時間が1.4ミリ秒でありピーク出力が5kWである単一パルスを使用して、径が最小で約0.57mmのスルーホールを提供した。この場合もまた、レーザ溶融に対し、集束スポットの焦点面が入口面から3mmであるように、ファイバ出口ハウジングを軸線zに沿って移動させ、以下の表に要約されるようなピーク出力および幅を有する単一パルスを加えた。

【0069】

各場合においてかつすべての条件に対し、レーザ溶融のステップにおいて、同軸アシストガスとして31/分の流速で窒素を加えた。

30

【0070】

【表2】

実施例番号	ピーク出力 (kW)	パルス幅 (ms)	スルーホール径 (mm)
条件 A			
4	3	2.0	0.39
5	3	2.5	0.33
6	4	1.5	0.35
条件 B			
7	3	2.0	0.49
8	3	2.5	0.43
9	3	3	0.41
10	4	1.5	0.47
11	4	2.0	0.41
12	4	2.5	0.41
13*	3.5	5	0.47
条件 C			
14	3	2.5	0.49
15	3	3	0.47
16	4	1.5	0.49
17	4	2.0	0.47
18	4	2.5	0.47

*この実験で使用したパルス形状は矩形ではなく、パルス幅にわたって合計8Jのパルスエネルギーが加わるようにガウスであった。

10

20

30

40

50

【0071】

図10～12は、それぞれ実施例5、11および17で得られたスルーホールの垂直断面のSEM写真を示す。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】プレスアンドブリーズタイプのアダプタにおける典型的な定用量エアゾールディスペンサの垂直断面を示す。

【図2】定用量吸入器に対する別のタイプの定量弁を示し、米国特許第5,772,085号に開示されるタイプの、その閉鎖またはプライミング位置における例示的なシャトル型定量弁の垂直断面を示す。

【図3a】シャトル型計量弁の弁本体部品における、本発明の好ましい方法によって得られる（特に実施例1による）スルーホールの入口の走査型電子顕微鏡（SEM）写真を示す。

【図3b】本発明の好ましい方法によって得られる（特に実施例1による）スルーホールの垂直断面のSEM写真を示す。

【図3c】本発明の好ましい方法によって得られる（特に実施例1による）スルーホールの側壁の垂直断面のSEM写真を示す。

【図4a】シャトル型計量弁の弁本体部品における、本発明の別の好ましい方法によって得られる（特に実施例2による）スルーホールの入口のSEM写真を示す。

【図4b】本発明の別の好ましい方法によって得られる（特に実施例2による）スルーホ

ールの垂直断面の S E M 写真を示す。

【図 4 c】本発明の別の好ましい方法によって得られる（特に実施例 2 による）スルーホールの側壁の垂直断面の S E M 写真を示す。

【図 5 a】図 3 c に示す側壁輪郭の概略かつ絵画図を表す。

【図 5 b】図 4 c に示す側壁輪郭の概略かつ絵画図を表す。

【図 6】レーザシステムの例示的な構成の一部を概略的に表す。

【図 7】参考実施例 A によって得られるシャトル型計量弁の弁本体部品のスルーホールおよびその側壁の垂直断面の S E M 写真を示す。

【図 8】参考実施例 B によって得られるスルーホールの入口の S E M 写真を示す。

【図 9】本発明のさらなる好ましい方法によって得られる（特に実施例 3 による）スルーホールの側壁の垂直断面の S E M 写真を示す。 10

【図 10】本発明のさらなる好ましい方法によって得られるスルーホールの垂直断面の S E M 写真を示す（特に実施例 5 による）。

【図 11】本発明のさらなる好ましい方法によって得られるスルーホールの垂直断面の S E M 写真を示す（特に実施例 11 による）。

【図 12】本発明のさらなる好ましい方法によって得られるスルーホールの垂直断面の S E M 写真を示す（特に実施例 17 による）。

【図 1】

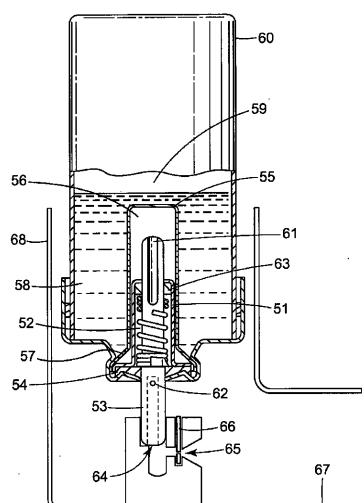


FIG. 1

【図 2】

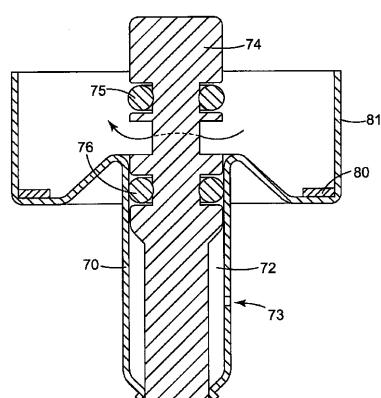


FIG. 2

【図 3 a】

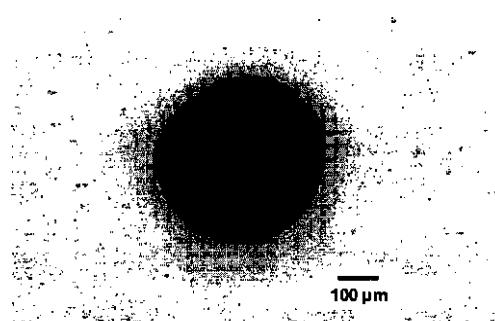


FIG. 3a

【図 3 b】

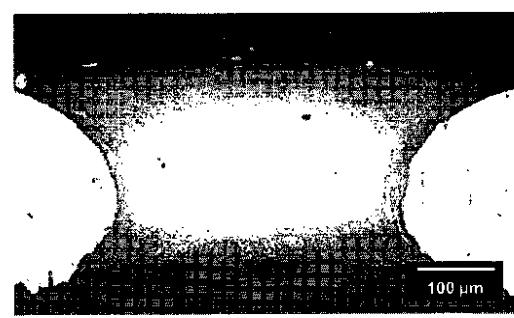


FIG. 3b

【図 3 c】

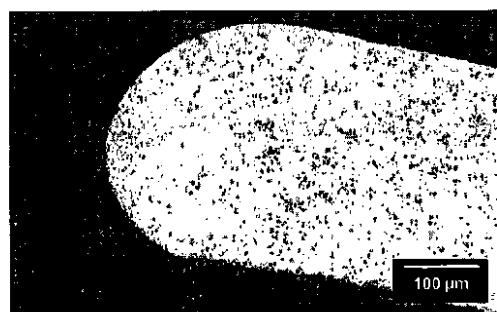


FIG. 3c

【図 4 a】

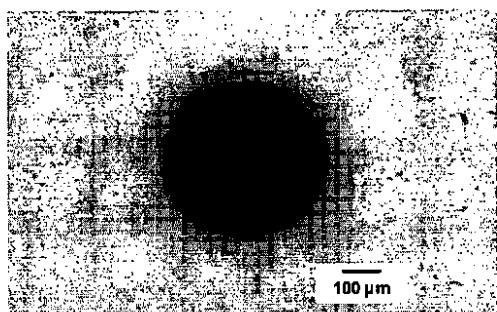


FIG. 4a

【図 4 b】

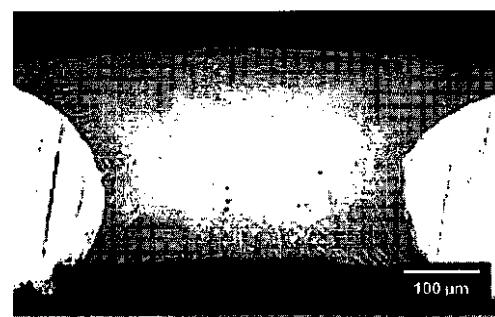


FIG. 4b

【図 4 c】

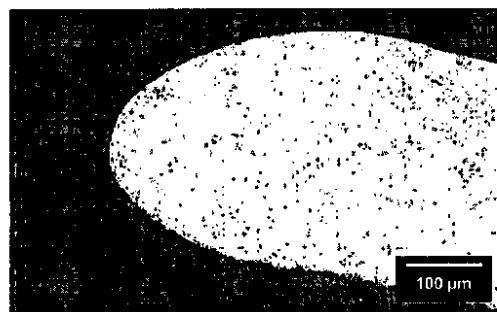


FIG. 4c

【図 5 a】

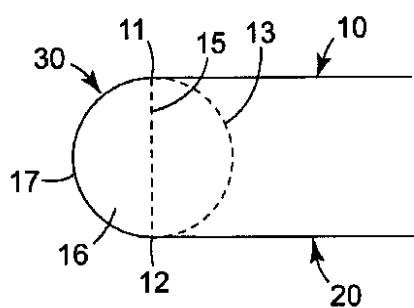


FIG. 5a

【図 5 b】

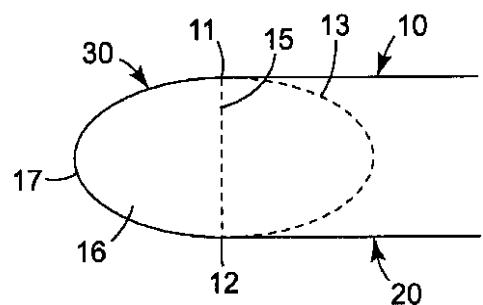


FIG. 5b

【図 6】

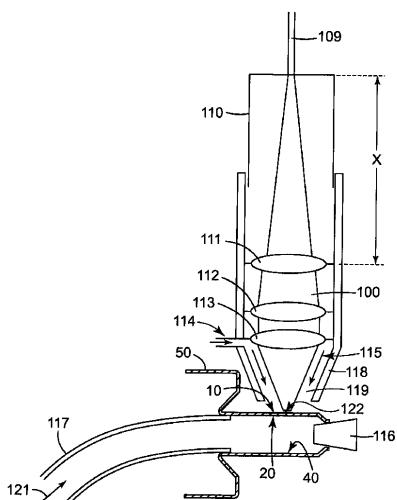


FIG. 6

【図 7】

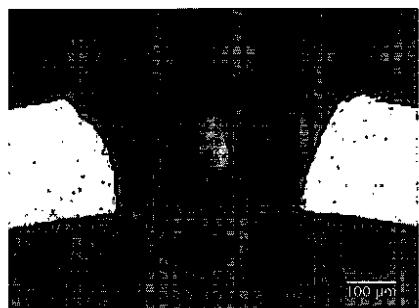


FIG. 7

【図 8】

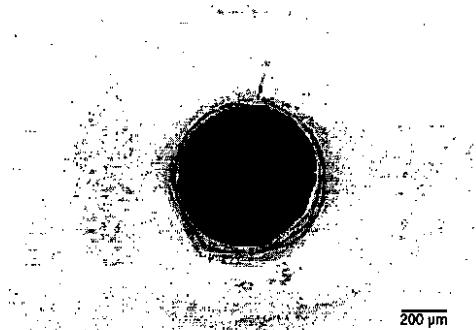


FIG. 8

【図 9】

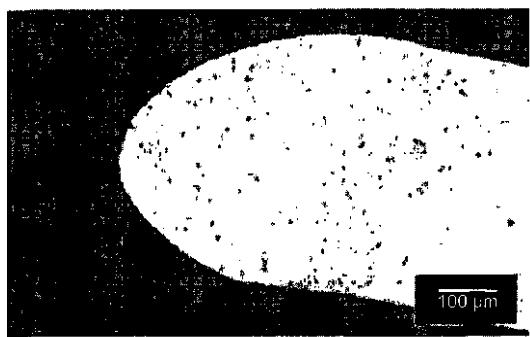


FIG. 9

【図 10】

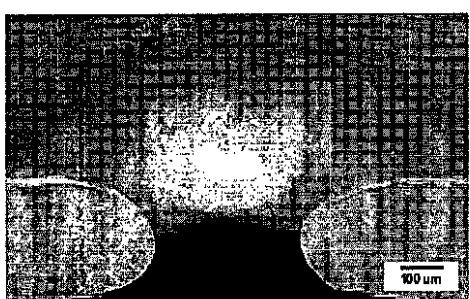


FIG. 10

【図 11】

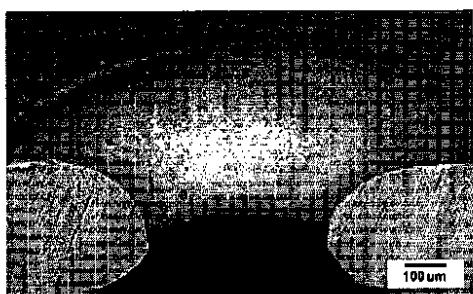


FIG. 11

【図 12】



FIG. 12

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte	nat application No
PCT/US2005/044619	

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K26/38 B23K26/14

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)

B23K

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

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 203 18 461 U1 (TRUMPF LASER GMBH + CO. KG) 11 March 2004 (2004-03-11) the whole document -----	1-7, 17-20 8-16, 21-29
X	US 5 772 085 A (BRYANT ET AL) 30 June 1998 (1998-06-30) cited in the application the whole document	17,19
Y	-----	8-16, 21-29
A	-----	1-4,19, 20

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 document 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
---	--

13 April 2006

25/04/2006

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5816 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016
--

Authorized officer

Aran, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte. application No
PCT/US2005/044619

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 20318461	U1	11-03-2004	NONE		
US 5772085	A	30-06-1998	AU 698364 B2 AU 5185396 A CA 2213442 A1 DE 69609315 D1 DE 69609315 T2 EP 0813490 A2 JP 11501892 T WO 9628367 A2	29-10-1998 02-10-1996 19-09-1996 17-08-2000 15-02-2001 29-12-1997 16-02-1999 19-09-1996	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 2 3 K 26/14 (2006.01)	B 2 3 K 26/14	A
B 0 5 B 9/04 (2006.01)	B 0 5 B 9/04	
B 2 3 K 103/04 (2006.01)	B 2 3 K 103:04	
B 2 3 K 103/08 (2006.01)	B 2 3 K 103:08	
B 2 3 K 103/10 (2006.01)	B 2 3 K 103:10	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 エヌジー , ゲーリー カー ライ

イギリス国 , チェシャー エスケー 8 6 イーエル , チードル ヒューム , ハイフィールド ロード 17

(72)発明者 リー , リン

イギリス国 , マンチェスター エム 6 0 1 キューディー , マンチェスター グレイター , ポスト オフィス ボックス 88

(72)発明者 ハドソン , ピーター ディー .

イギリス国 , バークシャー アールジー 1 2 8 エイチティー ブラックネル , カイン ロード

F ターム(参考) 4E068 AF02 AH01 CA03 CG01 CH03 CH06 DA00 DB01 DB02
4F033 RA02 RC03 RC15