(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2012-509181
(P2012-509181A)
(43)公表日　平成24年4月19日(2012.4.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23K 26/14	(2006.01)	B23K	26/14	Z	4E068
B23K 26/38	(2006.01)	B23K	26/38	330	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 16 頁）

(21)出願番号	特願2011-536720 (P2011-536720)
(86)(22)出願日	平成21年11月20日 (2009.11.20)
(85)翻訳文提出日	平成23年6月29日 (2011.6.29)
(86)国際出願番号	PCT/CH2009/000372
(87)国際公開番号	WO2010/057328
(87)国際公開日	平成22年5月27日 (2010.5.27)
(31)優先権主張番号	08405287.7
(32)優先日	平成20年11月21日 (2008.11.21)
(33)優先権主張国	欧州特許庁 (EP)

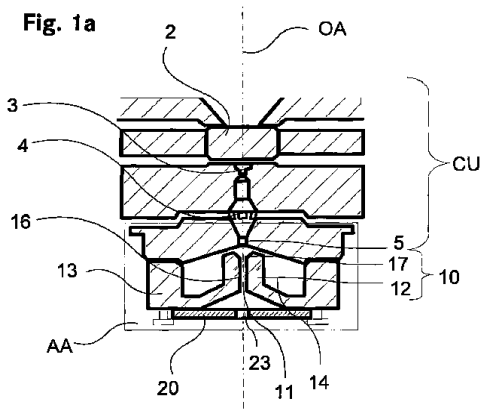
(71)出願人　511123717
シノバ・ソシエテ・アノニム
スイス国　エキユブラーン　シュマン・ドゥ・ラ・ダン・ドォーシュ　１０２４
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉
(72)発明者　バンジャマン・キャロン
スイス・１０７３・サヴィニー・ルート・ドゥ・ラ・ロシュ・１９

最終頁に続く

(54)【発明の名称】機械加工処理の信頼性を改良するための方法および装置

(57)【要約】
マシンヘッドにおける損傷に対する保護に寄与するための工程であって、マシンヘッドは、透明な液体ジェットにガイドされたレーザー光線ＬＢを、工作物の処理のために光軸に沿ってノズル３を利用して発射する工程が特許請求されている。工程は以下のステップを含んでいる。第１に、穴のない鋼プレート（保護プレート２０）が、液体ウォータージェット（ＷＪ）の発射前に保護チャンバ（１０）の前面に固定される。その後、透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）が発射され、穴のない鋼のプレートブランクに衝突し、穴のない鋼のプレートブランクに通過穴を加工する。通過穴（２３）は、透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）の断面にほぼ一致したサイズを有する。通過穴（２３）を備えた鋼プレート（２０）は光軸上に正確に配置された通過穴（２３）を備えた保護プレートを提供する。したがって、さらなる位置合わせは必要ない。さらに、透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を利用して工作物を処理するための装置が特許請求されている。装置は

Fig. 1a



【特許請求の範囲】
【請求項１】
工作物のための機械加工工程の信頼性を改良するための方法であって、前記機械加工工程は、
ａ）　マシンヘッド（ＬＨ）のノズル（３）を通じて液体を排出することを利用して、光軸（ＯＡ）に沿って工作物に透明な液体ジェット（ＷＪ）を発射するステップと、
ｂ）　連結ユニットを利用して前記液体ジェット内にレーザー光線（ＬＢ）を結合させ、液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を生成するステップと、
ｃ）　前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を利用して工作物を機械加工するステップと、を含んだ工程であって、
前記信頼性を改良するための方法は、
ｄ）　前記透明な液体ジェット（ＷＪ）を発射する前に、穴のない保護シールドブランク（２０）を前記マシンヘッド（ＬＨ）に固定するステップと、
ｅ）　前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を生成し、前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を前記穴のない保護シールドブランク（２０）に作用させるステップと、
ｆ）　前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を利用して前記穴のない保護シールドブランク（２０）に通過穴（２３）を加工するステップと、を含み、前記通過穴（２３）は、前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）が妨害されることなく通過することが可能な最小のサイズを備えていることを特徴とする方法。
【請求項２】
前記工作物の機械加工ステップは、実質的に妨害されることがない前記通過穴（２３）を加工するステップに続いて行われることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記連結ユニット内の前記レーザー光線（ＬＢ）を集光する集光レンズシステムを冷却するステップを含み、これによって前記液体ジェット（ＷＪ）に対する前記レーザー光線（ＬＢ）を安定させていることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記方法は、
ａ）　前記透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を前記ノズル（３）の後の第１チャンバ（４）においてガスジェットで取り囲むステップと、
ｂ）　前記ガスジェットで取り囲まれた前記透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を、第２チャンバ（１０）を通じて移送するステップと、を含んでいることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項５】
液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を利用して工作物を機械加工するための装置であって、該装置は、
ａ）　レーザー光線（ＬＢ）を液体ジェット（ＷＪ）内に結合して前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を生成するための連結ユニットを備えたマシンヘッド（ＬＨ）と、
ｂ）　前記マシンヘッド内の開口部（５）であって、該出口を通じて前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）が前記工作物を機械加工するために前記マシンヘッド（ＬＨ）を離れる開口部（５）と、
ｃ）　前記マシンヘッド（ＬＨ）に交換可能に固定され、前記開口部（５）から離間されて組み付けられ、前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を通すための通過穴（２３）を備えた保護シールド（２０）と、
を具備した装置において、
ｄ）　前記通過穴（２３）は前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）が妨害されることなく通過することを可能とするための最小のサイズを備えているこ

とを特徴とする装置。
【請求項６】
前記保護シールド（２０）は鋼、好適にはステンレス鋼から形成されており、前記保護シールド（２０）は好適に保護プレートであり、最大厚さは０．３ｍｍであることを特徴とする請求項５に記載の装置。
【請求項７】
前記マシンヘッド（ＬＨ）は前記液体ジェット（ＷＪ）を生成するためのノズル（３）を具備し、２０～１５０μｍの直径であり、好適には約６０μｍよりも小さい直径であることを特徴とする請求項５または６に記載の装置。
【請求項８】
前記保護プレート（２０）はネジ（２１，２２）によって前記マシンヘッド（ＬＨ）に固定されていることを特徴とする請求項５～７のいずれか一項に記載の装置。
【請求項９】
前記連結ユニットは液体ジェットノズル（３）と、該液体ジェットノズル（３）に隣接し且つ下流に組み付けられた第１チャンバ（４）と、を具備し、
該第１チャンバ（４）は前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）のための入口と、ガスのための流入口と、前記液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）をガスジャケットで取り囲むためのガスノズル流出口と、を備えていることを特徴とする請求項５に記載の装置。
【請求項１０】
前記連結ユニットは、前記レーザー光線のための入口窓を備えた液体チャンバと、前記液体ジェット（ＷＪ）を生成するための所定の直径を伴った液体ジェットノズル（３）と、を具備し、該液体ジェットノズル（３）は前記入口窓に向かい合って配置されていることを特徴とする請求項５に記載の装置。
【請求項１１】
前記装置は前記第１チャンバ（４）に隣接し且つ下流に配置された保護チャンバ（２０）を具備し、該保護チャンバ（２０）は平坦で且つ周壁に穴が設けられていることを特徴とする請求項５に記載の装置。
【請求項１２】
前記保護チャンバ（２０）は漏斗部を備え、該漏斗部の狭小端は前記透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）に関して上流に向けられており、該漏斗部の拡張端は下流に向けられ且つチャネル１１が続いていることを特徴とする請求項９に記載の装置。
【請求項１３】
前記保護チャンバ（２０）は１０ｍｍよりも小さい、好適に５～１０ｍｍの深さを有し、該深さの方向は前記透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）の方向に平行であることを特徴とする請求項１０に記載の装置。
【請求項１４】
前記保護チャンバ（２０）の前端面（１５）は円錐形状であり、前記保護プレートは開放端に固定されて、開放空間が前記保護プレートの側に設けられていることを特徴とする請求項５に記載の装置。
【請求項１５】
前記ノズル（３）の開口部内に前記レーザー光線（ＬＢ）を集光するための集光レンズシステム（２）には、冷却システムが設けられていることを特徴とする請求項５に記載の装置。
【請求項１６】
前記冷却システムは、前記レンズシステム（２）の周囲および／または前面の温度安定に寄与していることを特徴とする請求項１５に記載の装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、工作物の機械加工の信頼性を改良するための工程に関する。その工程は、
ａ）　マシンヘッドのノズルを通じた液体の排出を利用して、光軸に沿って工作物に透明な液体を発射するステップと、
ｂ）　連結ユニットを利用して液体ジェット内にレーザー光線を結合させ、液体ジェットにガイドされたレーザー光線を生成するステップと、
ｃ）　液体ジェットにガイドされたレーザー光線を利用して工作物を機械加工するステップと、を含んでいる。
【０００２】
さらに、本発明は機械加工の工程を実施するための装置に関する。その装置は、
ａ）　レーザー光線を液体ジェット内に結合して液体ジェットにガイドされたレーザー光線を生成するための連結ユニットを備えたマシンヘッドと、
ｂ）　マシンヘッド内の開口部であって、開口部を通じて液体ジェットにガイドされたレーザー光線が工作物を処理するためにマシンヘッドを離れる開口部と、
ｃ）　マシンヘッドに交換可能に固定され、流出口から離間されて組み付けられ、レーザー光線にガイドされた液体ジェットを通すための通過穴を備えた保護シールドと、を具備している。
【背景技術】
【０００３】
材料を除去（特に異なったタイプの材料を切断）するための十分に高いエネルギを備えたレーザーが、ウォータージェット（または任意の適切な透明な液体媒体のジェット）内に連結されることを可能とする方法が、特許文献１から公知である。レーザー光はウォータージェット内に光ファイバ内の光線と同じ方法において光学的にガイドされており、ウォータージェットの直径に略一致した効果的な直径を伴って工作物に衝突する。
【０００４】
いわゆるＬＭＪ（登録商標）技術の主要素はレーザー光線を集光するレンズシステム、比較的薄い高圧水チャンバ（連結ユニットとも称される）および小さい直径を有するノズルにある。典型的なノズル径は２０～５０μｍである。その指針となる特性に加えて、ウォータージェットは工作物の加工された部分に関して冷却媒体として寄与し、除去された材料を非常に効果的に排除し、非常に良好な機械加工品質を導く。
【０００５】
ウォータージェットの安定性が、良好な切断品質および効果的な機械加工処理を達成するために重要な役割を担うことが、特許文献２から公知である。ウォータージェットの重要な特性の１つはその可干渉距離、すなわち、ジェットが層流にとどまる間の移動距離である。これは、ウォータージェットがその光ガイド特性を備えている領域でもある。機械加工は、工作物がノズルと可干渉距離との間に配置されている限り可能である。
【０００６】
加工距離はノズル径の約１０００倍であると知られている。ノズル径が２０～５０μｍの範囲であるので、加工距離は約２０～１５０ｍｍの間で変化する。そのような距離が最大の機械加工特性のために適切であるが、いくつかの固有の応用があり、それはノズルに近接した工作物の配置を必要とする。理論的観点から、ノズルから工作物までの最小距離に関する制限はない。しかしながら、経験的には時々以下の事象が発生することが判明している。
１．　工作物との相互作用の結果としてのフィードバック効果によるウォータージェットの安定性の摂動。ウォータージェットの摂動は表面波（振動）に発生に部分的に関与し得る。これらの振動は垂直方向に伝播し得る。ノズル開口部に到達することさえもある。
２．　除去された材料の吸引およびノズル後方へのその堆積。衝突したウォータージェットは非常に高速であり、ジェットの周囲に負圧を生成し、除去された材料から粒子の吸引を引き起こす。除去された材料からの粒子はノズル開口部領域にも到達し得る。
３．　工作物の機械加工工程の際のレーザー光およびプラズマ光の後方反射。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】米国特許第５，９０２，４９９号明細書
【特許文献２】国際公開第２００６／０５０６２２号パンフレット
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
これらの事象のために、ノズルの寿命はより長い加工距離に比較してしばしば減少され、ウォータージェットの安定性は短い加工距離のために期待されたよりも小さくなる。これらの効果は、高い光学エネルギを備えたレーザー光線が必要とされる場合に、特に問題となる。
【０００９】
本発明の目的は、先行技術における上述の課題を克服することであり、液体ジェットにガイドされたレーザー光線の高い安定性を備えた向上されたレーザー出力レベルにおける加工する方法および装置、ならびにより良好なノズルの寿命を提供する。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
課題の解決は、以下のステップにより請求項１にしたがって達成される。
ａ）　透明な液体ジェットを発射する前に、穴のない保護シールドブランクをマシンヘッドに固定するステップ。
ｂ）　液体ジェットにガイドされたレーザー光線を生成し、液体ジェットにガイドされたレーザー光線を穴のない保護シールドブランクに作用させるステップ。
ｃ）　液体ジェットにガイドされたレーザー光線を利用して穴のない保護シールドブランクに通過穴を加工するステップであって、通過穴は、液体ジェットにガイドされたレーザー光線が妨害されることなく通過することが可能な最小のサイズを備えている。
【００１１】
第１に、穴のない保護シールドブランクは、透明な液体ジェットを発射する前に、マシンヘッドの正面に固定される。「穴のない」とは、保護シールドが液体ジェットのための通過穴を備えていないことを意味している。（それにもかかわらず、保護シールドブランクは他の目的のためのいくつかの穴または開口部を備えていてもよい。）保護シールドはマシンヘッドの正面に固定され、ヘッドとシールドとの間の良好且つ安定な機械的接続を実現している。機械的接続は、マシンヘッドの急速な動作、振動または同種のものが保護シールドとマシンヘッドとの間の幾何学的関係を変化不可能なものとすることを確実にしている。
【００１２】
第２に、透明な液体ジェットにガイドされたレーザー光線が発射される（すなわち、機械が加工のための起動される）。保護シールドは液体ジェットのための通過穴を備えていないために、液体ジェットにガイドされたレーザー光線は穴のない保護シールドブランクに衝突する。液体は、液体によるレーザー光線の吸収を最小化するために、レーザー光線の波長のために透明である。液体は好適に水または小さい吸収係数を備えた液体であり、レーザー光線はほぼ出力を損失することなく液体ジェット内を移動する。
【００１３】
第３に、通過穴が液体ジェットにガイドされたレーザー光線を利用して穴のない保護シールドブランクに加工される。保護シールドの位置はマシンヘッドに対して（したがって液体ジェットにガイドされたレーザー光線に対して）固定されているので、通過穴は透明な液体ジェットの断面にほぼ一致したサイズとなる。通過穴を備えた保護シールドは、低コストおよび精密な液体ジェットの保護シールドを提供する。通過穴は、液体ジェットにガイドされたレーザー光線が妨害されることなく通過することが可能な最小の断面を有している。

【００１４】
この工程はコスト効率の良い方法を提供し、工作物の除去された材料がマシンヘッドの前面に堆積される危険性、およびそのような除去された材料がマシンヘッド内に移送され、ノズルに定着するかもしれない危険性を減少させている。通過穴が加工された位置にある（すなわち通過穴がプレートをマシンヘッドに固定した後にのみ生成される）ので、通過穴は液体ジェットの軸と自動的に一致する。通過穴がウォータージェットとほとんど同じ大きさであっても、調整機構を設ける必要はない。
【００１５】
保護シールドの厚さが十分に薄い場合、穴加工は非常に早い。シールドは時折交換されてもよい。交換はユーザに特別な調整技能を必要としない。
【００１６】
工作物の処理は、通過穴が完成される穴加工のステップとほぼ同時に阻害されることなく開始してもよい。穴加工は１秒よりも短い（例えば１０分の数秒）しかかからないだろう。
【００１７】
特に、液体ジェットは、穴加工が完了した後に、停止されない必要がある。通常の周囲環境の下において、マシンヘッドを所望の動作位置に移動させるために、レーザー光線のみが遮られる。
【００１８】
本発明の好適な実施形態によれば、レーザー光線をノズル内に集光して液体ジェットを生成する集光レンズシステムは冷却されている。これは透明な液体ジェットに対するレーザー光線の焦点位置を安定させる。レーザー焦点面は、高出力レーザーを使用する場合の操作の際に、その位置を変化させても良いことがわかる。細かい調整不良は液体ジェットの不安定性を引き起こし、最終的には長時間の運転でノズルに損傷を与える。
【００１９】
レーザー光線をガイドする透明な液体ジェットは好適にガスジャケットで取り囲まれており、これは特許文献２から公知である。これはノズルの後の第１チャンバを利用して達成される。ガスは側壁（すなわち周壁）内の流入口を通じて第１チャンバ内に吹き込まれ、一方で液体ジェットはチャンバの中心を通って移動し、ガスと共にガスノズルを通じて出て行く。本発明の好適な実施形態によれば、透明な液体ジェットにガイドされたレーザー光線は（ガスジャケットで取り囲まれ）、第２チャンバ（保護チャンバ）を通じて移送される。第２チャンバは大体閉鎖されているが、液体ジェットノズルへの破片の逆戻りを誘起し得る圧力差を回避するために、周囲に放出する。保護チャンバは破片（すなわち除去された材料等）のためのバッファとして作用し、また、同様にウォータージェットをかく乱するかもしれないたび重なる水滴に対する保護としても作用する。
【００２０】
透明な液体ジェットにガイドされたレーザー光線を利用して工作物を処理するための装置は、レーザー光線を液体ジェット内に連結して液体ジェットにガイドされたレーザー光線を生成するための連結ユニットを具備したマシンヘッドを備えている。マシンヘッドは流出口を示し、そこを通じて液体ジェットにガイドされたレーザーは工作物を機械加工するためにマシンヘッドから流出する。保護プレートはマシンヘッドに交換可能に固定され、流出口から離間して組み付けられ、液体ジェットにガイドされたレーザー光線の通路のための通過穴を備えている。通過穴は加工された位置にあり、したがって、液体ジェットにガイドされたレーザー光線が妨害されることなく通過することを可能にするための最小のサイズを有している。
【００２１】
連結ユニットは基本的に透明な液体チャンバから成り、チャンバはレーザー光線のための入口窓と、透明な液体ジェットを生成するための所定の直径を有するノズルと、を備えていてもよい。ノズルは入口窓に向かい合って配置され、レーザー光線はノズルの通路に入る前に液体チャンバを通じて短い距離を移動するのみである。

【００２２】
好適に、第１チャンバはノズルに隣接して且つ下流に組み付けられている。第１チャンバは液体ジェットにガイドされたレーザー光線のための入口と出口（マウスピース）とを備えている。このチャンバは保護チャンバとして、またはガスジャケットによって液体ジェットを取り囲むためのチャンバとして使用されてもよい。
【００２３】
保護シールドは第１チャンバ（すなわちチャンバの前面）に交換可能に固定されている。「交換可能」は、工作物の機械加工の際に保護プレートを所定の位置に保持するためのネジ、ボアまたは強力なクランプがあることを意味し、ネジ、クラム（clams）等が手もしくは工具（ドライバー等）によって開閉されて、使用された保護プレートを新しい穴のないプレートに置き換えることを意味している。保護シールドは第１チャンバの流出口から離間して組み付けられ、透明な液体ジェットにガイドされたレーザー光線の通路、および処理された工作物から飛散した破片からノズルを保護するための穴を備えている。保護シールドは、より良好な機械化高品質（高精度）に帰結する液体ジェットの安定性の効果を備えている。
【００２４】
保護シールド内の穴は、ノズル径の範囲内の直径を有している。使用している間に、通過穴はゆっくりと大きくなるかもしれない。一般的には、ノズルの径の３倍よりも大きくならない。穴加工されたあとすぐに、通過穴は一般的に直径の１０％よりも大きくなる。（液体ジェットの径は通常はノズルの径よりもわずかに小さい。）ある時間の後、保護シールドがそれほど重厚ではないために、穴は徐々に摩耗するだろう。本来なら、通過穴は液体ジェットの径の１．５～２．０倍大きい径を有していてもよい。しかし、この場合でさえも、保護シールドの効果は顕著である。通常は、保護シールドはノズルが交換されるときに同時に交換される。
【００２５】
保護シールドは好適にステンレス鋼から形成されており、最大で０．３ｍｍの厚さ、より好適に約０．１～０．２ｍｍの厚さである。鋼は高品質である必要はない。保護シールドの材料およびその好適な厚さはレーザーの出力に依存している。レーザーの出力に関連して厚さおよび品質を選択することが対称とされるべきであり、通過穴は１秒よりも短い時間で、好適に０．５よりも短い時間で、最も好適には約０．１～０．２秒またはそれよりも短い時間で穴加工されることが可能である。平均出力２００Ｗのレーザーが使用される場合、穴のない保護シールドは０．３ｍｍの厚さであってもよい。
【００２６】
保護シールドの厚さは、より耐久性の高い保護が望まれるのであれば、より厚くてもよい。アルミニウム（Ａｌ２０３）のような異なった材料を選択することも可能である。また、十分な耐熱性が与えられた非金属材料を選択することも可能である。例えば、ＰＥＥＫのような耐熱プラスチックである。さらに、保護プレートはプ繊維生地が使用されるか、またはラスチックと同様に繊維強化金属製のものが使用され得る。
【００２７】
保護シールドは好適に保護プレートであり、特に鋼プレートである。保護プレートは平坦であるという利点を備えている。したがって、そのような保護プレートの生産は単純且つ低コストである。
【００２８】
代替的な保護シールドは湾曲しているか、または平坦とは異なった幾何形状を備えている。その保護シールドは板状のシールドであると考えられ、平坦または湾曲しており、異なった厚さである。厚さは段階的にまたは連続的に変化してもよい。ノズルは一般的に１５０μｍより大きくない、好適に１００μｍよりも小さい直径を有している。本発明は、ノズル径が約８０μｍ以下の範囲である場合に最も有用である。なぜならば、従来の保護測定器は小さい直径に応用することがより困難であるか、または効果がより小さいからである。（支持されたノズル径からの例えば約１５％の偏差は、まだ「約８０μｍ」の範囲

内である。）

【００２９】

保護シールドは、シールドとマシンヘッドとの間で剛的接続を提供する任意の方法において固定されてもよい。例えばパンチ穴が形成された穴のない保護シールドを設けることは最も有利である。穴はマシンヘッドに取り付けられたボルト（例えば２つのボルト）によって取り付けられるようにデザインされている。マシンヘッドは適切なボアを備え、挿入またはボルトもしくはネジによって固定してもよい。その後、シールドは正確な位置合わせの必要なくネジによって固定されてもよい。パンチ穴は数ミリの直径を有し、穴とボルトとの間には１０分の数ミリのクリアランスがあってもよい。ポイントは、シールドが初期的に固定されたときシールドには穴がなく、液体ジェットに対してあらゆる特別な調整または位置合わせを必要とせず、シールドが任意の位置においてネジによって固定されることが可能であるということである。

【００３０】

ノズルが（摩耗のために）交換される場合、保護シールドも交換される。本発明の好適な実施形態によれば、マシンヘッドは、保護シールドが（固定された後に）ノズルに治して剛的な幾何学的位置にあるように構成されている。通過穴は非常に狭いので、液体ジェットの通路のわずかな変化は、通過穴の境界の一部が（強力な）レーザー光線によって取り除かれることを引き起こす。

【００３１】

好適な第１チャンバはガスチャンバであり、チャンバは液体ジェットノズルに隣接して且つ下流に組み付けられている。ガスチャンバは液体ジェットにガイドされたレーザー光線のための入口、ガスのための入口、および液体ジェットにガイドされたレーザー光線をガスジャケットで取り囲むためのガスノズル流出口を備えている。

【００３２】

初期的に保護シールド内に加工された穴は、ウォータージェットの直径よりも約１０％大きい直径を有している。ガス（例えばヘリウム）の「層」、すなわちガスノズルから発散されたウォータージェットを取り囲んだガスの円筒形状の流れは、約２０～４０μｍの厚さである。機械加工処理の間、穴の直径は徐々に増加する。意外にも、保護シールド内の穴は液体ジェットの動力学に大きな衝撃を与えないことが分かった。

【００３３】

装置は第１チャンバに隣接し且つ下流に配置された保護チャンバを具備してもよい。保護チャンバは比較的平坦で、周壁に穴が開けられている。保護チャンバの厚さは約１０ｍｍであるが、より薄く（５から０ｍｍ）てもよい。

【００３４】

保護チャンバは好適に漏斗部を備え、液体ジェットにガイドされたレーザー光線に関して上流に向けられた狭小端を備えている。漏斗部の拡張端は下流に向けられて、チャネルがその後に続いている。漏斗部のデザインは補助ガスによって取り囲まれたウォータージェットの安定した動作を確実にしている。（「上流」はノズルに向かうことを意味し、「下流」は工作物に向かうことを意味している。）

【００３５】

保護チャンバは大きくて約１０ｍｍの深さ（すなわち、透明な液体ジェットにガイドされたレーザー光線の方向に平行な寸法）を有している。チャネルのデザインは、補助ガスによって取り囲まれたウォータージェットの安定した動作を確実にしている。

【００３６】

保護チャンバの前端面は有利に円錐形状であり、凹部またはくぼみを形成している。保護シールドは円錐形状の凹部のリムに固定され、保護シールドと円錐形状の凹部との間には通路（自由空間）が存在している。通路は保護シールドの両側に形成され、通過穴の加工の際に、水が容易に流出してもよい。

【００３７】

集光レンズシステムのための冷却システムを使用する場合、温度安定機構はレンズシス

テムの周囲および／または前面に設けられる。
【００３８】
好適な実施形態に以下の記載および特許請求の範囲の組み合わせは、本発明のさらに有利な特徴および効果を含んでいる。
【００３９】
図は本発明のより詳細な説明に使用され、以下の態様を示している。
【図面の簡単な説明】
【００４０】
【図１ａ】保護シールドに取り付けられた保護シールドの断面を示した図であり、保護チャンバ自身はレーザーをガイドしたウォータージェット技術において使用される連結ヘッドに取り付けられている。
【図１ｂ】図１ａのセクションの拡大図を示している。
【図２ａ】保護プレートがない状態の保護チャンバの底側部を示した図である。
【図２ｂ】保護シールドが取り付けられた連結ユニットの底側部を示した図である。
【図３ａ】本発明による保護シールド内に穴を加工する工程を示した図である。
【図３ｂ】本発明による保護シールド内に穴を加工する工程を示した図である。
【図３ｃ】本発明による保護シールド内に穴を加工する工程を示した図である。
【発明を実施するための形態】
【００４１】
図において、同一の参照符号は同一の部品を示している。
【００４２】
図１ａは保護プレート２０の形状の保護シールドと、ウォータージェット技術を使用する連結ユニットＣＵに組み付けられた本発明の保護チャンバ１０と、を示している。この連結ユニットＣＵの詳細な記述は特許文献２の特に図６に見ることができる。より良い理解のために、カップリングユニットＣＵの概略的な要約が与えられている。光軸ＯＡに沿って伝播するレーザー光線は窓２を介して放出され、ノズル３によって生成された薄いウォータージェット内に結合される。ウォータージェットはガラスファイバと類似した全反射によってレーザー光線をガイドしている。ウォータージェットはノズル３によって生成され、その軸は同様に光学軸ＯＡと一列になっている。ノズル３の後、ウォータージェットにガイドされたレーザー光線はガスチャンバ４を通り、そこでガスジャケットがウォータージェットの周囲に、（円筒形の）ウォータージェットの面のより良好な安定性のために追加される。ガスジャケットに囲まれたウォータージェットは、連結ユニットＣＵの開口部５を通じてレーザー光線をガイドする。
【００４３】
図１ｂは図１ａのＡＡで囲まれた領域のより詳細な拡大図を示している。その図は保護チャンバ１０と保護プレート２０とを主に示している。
【００４４】
保護チャンバ１０は主にその中心において円筒チャネル１１を備えたディスク形状とされている。チャネル１１は回転対称の軸を備え、その軸は光軸ＯＡと一致している。保護チャンバ１０は連結ユニットＣＵの開口部５の正面に組み付けられ、チャネル１１はウォータージェットと一致している。チャネル１１は内側パイプ１２によって形成されている。上流、すなわち連結ユニットＣＵに向かって、チャネル１１は、ウォータージェットにガイドされたレーザー光線の入口１７として作用する小さい漏斗内において終端となっている。反対側の端部である下流において、チャネル１１は、チャネル１１の円錐形出口１５を備えたより広い漏斗において終端となっている。保護チャンバ１０は外側円筒壁１３によって連結ユニットＣＵに取り付けられている。外側円筒壁１３と内側パイプ１２との間に、連結ユニットＣＵに向かった開口部を備えたキャビティ１４が存在している。そのようにして、キャビティ１４とレーザーＬＨとは空のチャンバを形成している。連結ユニットＣＵと接触した外側壁の反対側において、内側パイプは連結ユニットＣＵに接触していない。したがって、パイプ１２と連結ユニットＣＵとの間にはギャップ１８が存在して

いる。このギャップ１８はキャビティ１４とチャネル１１との間の減圧を可能にしている。

【００４５】

ウォータージェットにガイドされたレーザー光線は入口１７を通じてチャネル１１に入る。チャネル１１を通るとき、ウォータージェットはチャネル１１の壁１６には触れず、ガスジャケットが損なわれることなくチャネル１１の出口１５によって保護チャンバを離れる。チャネル１１の直径はウォータージェットを生成するノズルの直径よりも概略大きく、連結ユニットＣＵの開口部５と同じサイズであってもよい。チャネル１１は約２００～６００μｍの直径であり、好適には約５００μｍである。ノズルの直径とチャネル１１の直径との間に直接的な関連はない。チャネル１１に加えて出口１５は連結ユニットＣＵを除去された小さい粒子から保護し、その粒子は連結ユニットＣＵの開口部５内に堆積され得る。さらに、チャネル１１はウォータージェットの摂動を排除しており、その摂動はウォータージェットの工作物（図示略）との相互作用の結果としてフィードバック効果に起因している。

【００４６】

保護プレート２０は長方形の薄い金属プレートであり、保護チャンバ１０の正面（すなわち保護チャンバの下流）に組み付けられ、光軸ＯＡと直交している。保護プレート２０の上側主平面は保護チャンバ１０の外側壁１３の下端１３ａと接触している。保護プレート２０の下側主平面は工作物（図示略）に向かって面している。保護プレート２０はステンレス鋼で形成されており、好適に約２０μｍの厚さである。保護プレート２０は長方形領域の各々の側部を、保護チャンバ１０の外側壁１３の下端１３ａ内にねじ込まれた２つのネジ２１および２２によって所定の位置に保持されている。穴２３が保護プレート２０の中心に形成されており、光軸ＯＡと一致している。穴はウォータージェットにガイドされたレーザー光線によって形成されたままの位置であり、ウォータージェットの直径よりもわずかに大きい直径を有している。このようにして、ウォータージェットにガイドされたレーザー光線は穴２３を通じて阻害されることなく保護プレート２０を通過する。

【００４７】

図２ａは、保護プレート２０が取り付けられていない状態の保護チャンバ１０の底側を示している。保護プレート２０を保持するためのネジ２１、２２は、保護チャンバ１０の外側壁１３の下端１３ａにすでにねじ込まれている。２つのネジ２１および２２の間の距離は、チャネル１１の円錐流出口１５よりも大きい。

【００４８】

図２ｂは図２ａと同一の視点における保護チャンバ１０の図であるが、保護チャンバには保護プレート２０が取り付けられている。保護プレート２０の寸法は、保護プレート２０の長方形の長辺２０ａがチャネル１１の円錐形出口１５よりも大きく、短辺２０ｂがチャネル１１の円錐形出口１５よりも小さくなっている。したがって、保護プレート２０と円錐形出口１５との間に形成された開放空間には、保護プレート２０の長辺２０ａの両側に２つの開口部１５ａおよび１５ｂが設けられている。２つのネジ２１および２２は、保護プレート２０の短辺２０ｂにおいてクランプ作用によって保護プレート２０を所定の位置に保持している。

【００４９】

ウォータージェットの非常に高い速度はウォータージェット周囲に負圧を引き起こし、除去された材料からの粒子の吸引を誘導する。保護プレート２０の穴２３の小さい直径のために、負圧によってウォータージェットに向かって吸引された空気は、２つの開口部１５ａおよび１５ｂを通じて流れるが、穴２３を通じて流れない。しかし、除去された材料はこれらの開口部１５ａおよび１５ｂを押し分けて進むことはなく、したがって、連結ユニットＣＵの開口部５またはチャネル１１の円錐形出口１５に到達することができない。

【００５０】

図３ａ～３ｃは、保護プレート２０内の穴２３を形成するステップを示している。図３ａに示されたように、保護プレートが保護チャンバ１０に組み付けられたとき、保護プレ

ート２０は初期的には穴のない薄いプレートであり、その中心に穴２３は形成されていない。第一に、保護プレート２０は２つのネジ２１、２２によって保護チャンバ１０の底部に固定される。

【００５１】

第二に、図３ｂに示されたように、ウォータージェットＷＪにガイドされたレーザー光線ＬＢのスイッチが入れられる。レーザー光線は光軸ＯＡに沿って伝播し、チャネル１１を通じて保護チャンバ１０を通過する。レーザー光線ＬＢは厳密に正確な位置において即座に保護プレート２０に穴２３を加工し、それはチャネル１１および光軸ＯＡと一致しており、その様子は図３ｃ（穴加工の「位置」）に示されている。穴２３が加工される前に保護プレート２０によって跳ね返されたウォータージェットＷＪからの水は、保護プレート２０と保護チャンバ１０の円錐形出口１５との間の空間から２つの開口部１５ａ、１５ｂによって離脱する。加工後の穴２３は、ウォータージェットＷＪの直径よりも約１０％大きい直径を有し、ウォータージェットＷＪの流れの動力学に影響を与えない。ここで、保護チャンバ１０と保護プレート２０とを加えた連結ユニットＣＵは即座に切断のための準備が整い、さらなる調整または取り付けられなければならない他の機器は必要ない。

【００５２】

穴２３を加工するために、（連結ユニットＣＵに供給するウォーターポンプの）水圧は、実際の加工操作状態に対応した数値に設定される。さらに、連結ユニットＣＵの開口部５に対するレーザー光線ＬＢの光学アライメントが、保護プレート２０を除去した状態において行われるのと同様の方法において実施される。レーザーのパラメータ（すなわちパルス繰り返し数、平均出力等）は、実際の加工状態に対応した数値に設定される。

【００５３】

保護プレート２０は、除去された材料による汚染に対して、連結ユニットＣＵを追加的に保護することを提供している。さらに、保護プレートは後方反射レーザー／プラズマ光から連結ユニットＣＵを保護している。

【００５４】

好適な実施形態は固有の連結ユニットに取り付けられた保護チャンバを示しており、そこではウォータージェットはガスによって囲まれているが、本発明はそのような特別な連結ユニットＣＵに限定されるものではない。本発明によれば、保護チャンバは、出力の際にウォータージェット内にガイドされるレーザービームと共に、任意の連結ユニットに取り付けられることが可能である。ウォータージェットはガスジャケットに囲まれる必要がない。

【００５５】

本発明による　保護チャンバと保護シールドとによって保護されたレーザーヘッドは、硬い材料の切断に関して特に良好である。しかしながら、非常に良好な結果が、黄銅または銅のような柔らかい材料を切断する場合にも達成されている。

【００５６】

保護シールドの厚さは、一側面では組み付けるために必要とされる最小剛性によって主に制限されている。一方では、薄すぎる保護プレートは柔らかすぎて、容易に取り扱うことが不可能である。他方では、レーザー光線によってシールド内に穴を加工する時間によって制限されており、厚すぎる場合、レーザー光線ＬＢがシールド内に穴２３を加工するために長い時間がかかる。厚さは、穴加工時間が１秒よりも短い（例えば０．１～０．５秒）となるように好適に選択されている。

【００５７】

保護チャンバおよび保護シールドは、別々に使用されることが可能である。保護シールドが保護チャンバを伴わずに使用された場合、保護シールドはその出力部正面において連結ユニットの底部に直接取り付けられるだろう。この場合、開放チャンバは連結ユニットの出力部と保護シールドとの間に形成されるべきである。このようにして、穴が加工される前に水が流出することが可能である。

【００５８】

保護チャンバを伴わずにまたは保護チャンバと共に保護シールドを使用することに加えて、本発明は実施例内に記載された連結ユニットにまだ限定されるものではない。これは、ウォータージェットの周りのガスジャケットが確かに好適であるが、全く不可欠なものではないことを意味している。

【００５９】

保護シールドの形状は長方形でなくてもよい。他の形状が可能である。特に円、楕円または正方形の保護シールドが用いられ得る。これは、保護プレートが保護チャンバまたはレーザーヘッドに固定される機構に依存した特別な形状を含んでいる。長方形は、それらが非常に安価に生産される利点を備えている。

【００６０】

保護シールドは異なった方法において保護チャンバまたは連結ユニットに取り付けられることが可能である。ネジの替わりに、クリックまたはスナップ機構を使用することが可能であり、そこでは保護シールドは一端挿入されると所定の位置において保持される。また、保護シールドを、保護チャンバもしくはレーザーヘッドにはんだ付けもしくは巻きつけることが可能であり、またはそれらを一部品として形成することが可能である。この場合、穴は、同様に最初の使用時に保護シールド内に加工されるだろう。保護シールドが恒久的に保護チャンバまたはレーザーヘッドに固定される場合、保護シールドは保護チャンバまたはレーザーヘッドと共に一体でのみ個々に交換されることが可能である。保護シールドは、操作の間に移動できないようにまたは調整不良とならないように、取り付けられるべきである。

【００６１】

保護シールドの穴の直径が過度に大きくなった場合、保護シールドを交換する替わりに、加工された穴がウォータージェット／レーザー光線の光軸の中心からずれるように、保護シールドを横に移動させることが可能である。新しい保護シールドがあるときに、その後、新しい穴を加工する方法が同様に適用される。

【００６２】

さらに、平坦な鋼板は異なった形状の保護シールドのおそらく最も単純な実施形態であり、同程度のまたは大きいものが考えられる。シールドは、使用されるときに、例えば連結ユニットまたは保護チャンバのそれぞれに適合するように構成されてもよい。さらに、保護シールドに穴が加工される位置の周囲の領域は、残りの部分よりも薄いことが考えられる。このようにして、穴はレーザー光線によって容易に加工され、穴からさらに離れた厚い領域は保護シールドのために十分な安定性を提供している。

【００６３】

レーザーヘッドの性能をさらに改良するために、ウォータージェット内にレーザー光線を集光する集光レンズを冷却することが可能である。レンズは液体、特に水によって、またはガスによって冷却されることが可能である。レンズの冷却はレンズホルダを冷却することによって間接的に行われるか、またはレンズの少なくとも一面を冷却することによって直接的に行われる。

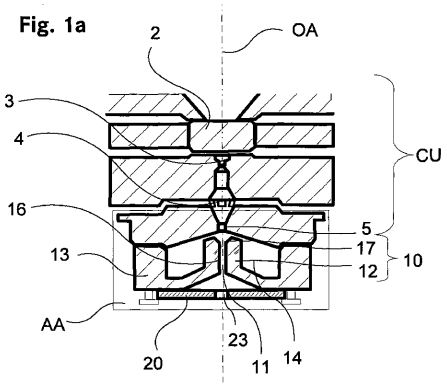
【符号の説明】

【００６４】

２　・・・窓、　３　・・・ノズル、　４　・・・ガスチャンバ、　５・・・開口部、　１０　・・・保護チャンバ、　１１　・・・円筒チャネル、　１３　・・・外側円筒壁、　１５　・・・出口、　１７　・・・入口、　２０　・・・保護シールド、　２１、２２　・・・ネジ、　２３　・・・穴

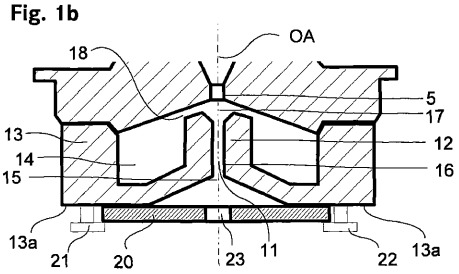
【図１ａ】

Fig. 1a



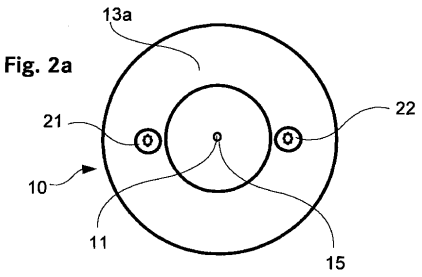
【図１ｂ】

Fig. 1b



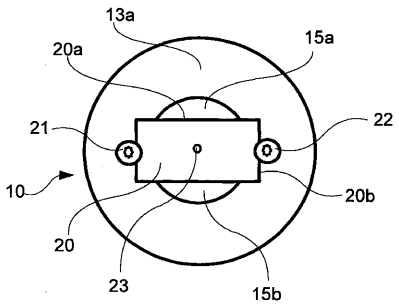
【図２ａ】

Fig. 2a



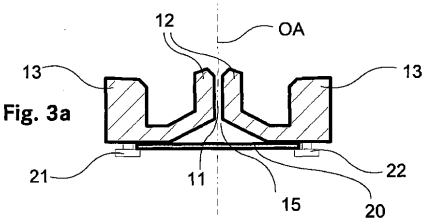
【図２ｂ】

Fig. 2b



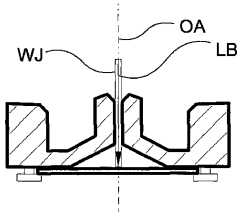
【図３ａ】

Fig. 3a



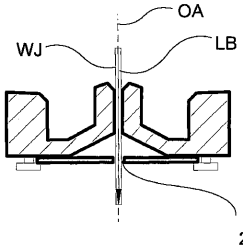
【図３ｂ】

Fig. 3b



【図３ｃ】

Fig. 3c



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2009/000372

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K26/14 B23K26/06

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 B26F B24C

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/013293 A (SHIBUYA KOGYO CO LTD [JP]; KAWAHARA YOSHIHIRO [JP]; SASAKI MOTOI [JP];) 1 February 2007 (2007-02-01)	5-16
A	An automated computer translation: http://www.ipdl.ncipi.go.jp/homepg_e.ipdl paragraph [0010]; claims 1-3; figures 1,2	1-4
A	EP 1 859 890 A (SHIBUYA KOGYO CO LTD [JP]) 28 November 2007 (2007-11-28) the whole document	1-16
A	EP 1 918 061 A (SHIBUYA KOGYO CO LTD [JP]) 7 May 2008 (2008-05-07) the whole document	1-16

☐ 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
18 January 2010	26/01/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Prelovac, Jovanka

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/CH2009/000372

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007013293 A	01-02-2007	JP 2007029980 A	08-02-2007
EP 1859890 A	28-11-2007	CN 101142050 A	12-03-2008
		WO 2006100798 A1	28-09-2006
		JP 2006255768 A	28-09-2006
		KR 20070114356 A	03-12-2007
		US 2008169275 A1	17-07-2008
EP 1918061 A	07-05-2008	CN 101247919 A	20-08-2008
		JP 2007054866 A	08-03-2007
		WO 2007023621 A1	01-03-2007
		KR 20080039419 A	07-05-2008

フロントページの続き

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

(72)発明者 グリゴレ・スルチャヌ
スイス・１０２２・シャヴァンヌ－プレ－ルナン・アヴニュ・ドゥ・ラ・コンコルド・１０

Ｆターム(参考) 4E068 AF00 CH08 CJ07 DA01 DA02 DB01

【要約の続き】
、液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）を生成するための連結ユニット（ＣＵ）を備えたレーザーヘッドと、連結ユニット（ＣＵ）の開口部（５）に組み付けられた保護チャンバ（１０）と、保護チャンバ（１０）に交換可能に固定され且つ第１チャンバ（１０）の出口（１５）から離間して組み付けられた保護プレート（２０）と、を具備し、保護プレート（２０）は透明な液体ジェット（ＷＪ）にガイドされたレーザー光線（ＬＢ）の通過のための穴（２３）を備え、処理された工作物から飛散した破片から第１チャンバ（１０）の流出口（１５）を保護している。