

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3664904号
(P3664904)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 3 K 26/067

B 2 3 K 26/067

B 2 3 K 26/14

B 2 3 K 26/14 A

B 2 3 K 26/38

B 2 3 K 26/38 3 2 O A

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願平11-7999	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成11年1月14日(1999.1.14)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2000-202672(P2000-202672A)		東京都港区港南二丁目1番5号
(43) 公開日	平成12年7月25日(2000.7.25)	(74) 代理人	100078499
審査請求日	平成14年7月16日(2002.7.16)		弁理士 光石 俊郎
		(74) 代理人	100074480
			弁理士 光石 忠敬
		(74) 代理人	100102945
			弁理士 田中 康幸
		(72) 発明者	名倉 保身
			兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
			三菱重工業株式会社 高砂研究所内
		(72) 発明者	名山 理介
			兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
			三菱重工業株式会社 高砂研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工ヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅は前記切断部の幅とほぼ等しくし且つ同先端部の開口長は前記開口幅よりも長くしたインナーアシストガスノズルとを備えたことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項2】

被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅を前記切断部の切断幅とほぼ等しくし、且つ、先端側を切断方向に傾斜させたインナーアシストガスノズルとを備えたことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項3】

10

20

請求項 2 に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、
前記インナーアシストガスノズルの傾斜角をレーザ光の照射方向と独立に可変できるようにしたことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項 4】

被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工又は穴あけ加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも 2 分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部または穴あけ部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅を前記切断部の切断幅または前記穴あけ部の穴径とほぼ等しくしたインナーアシストガスノズルとを備えるとともに、

前記インナーアシストガスノズルと前記被加工物との相対位置を、前記集光光学系の焦点位置と前記被加工物との相対位置とは独立に可変とし、または、前記集光光学系の焦点位置と前記被加工物との相対位置を、前記インナーアシストガスノズルと前記被加工物との相対位置とは独立に可変としたことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項 5】

請求項 1, 2, 3 または 4 に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

前記集光光学系の出射側には前記集光光学系から出射された分割レーザ光の周囲を囲むようにアウターアシストガスノズルを設け、このアウターアシストガスノズルの先端開口部からもアシストガスを噴射するように構成したことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザ加工ヘッドに関し、金属等の被加工物に対して切断加工や穴あけ加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドに適用して有用なものである。

【0002】

【従来の技術】

図 1 3 は従来の代表的なレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。同図に示すレーザ加工ヘッド 1 は、炭素鋼等の被切断物 2 を切断加工するレーザ加工装置（装置本体部は図示省略）に装備されたものである。

【0003】

図 1 3 に示すように、鏡筒 5 内には複数のレンズ 1 0 からなる集光光学系（結像レンズ系）4 と、この集光光学系 4 を保護するための保護ガラス 7 とが設けられている。集光光学系 4 はレーザ光 3 を集光して被切断物 2 の切断部 2 a に照射する。このとき、集光光学系 4 によって集光されるレーザ光 3 の焦点位置 f は、通常、図示のように被切断物 2 の内部に位置するように調節されている。なお、レーザ光 3 は図示しない Y A G レーザ発振器等のレーザ発振器によって発振された後、図示しない光ファイバやミラー等の光伝送手段によって集光光学系 4 まで伝送されてくる。

【0004】

一方、集光光学系 4 のレーザ光出射側（鏡筒 5 の下端部）には、集光光学系 4 から出射されたレーザ光 3 の周囲を囲むようにアシストガスノズル 6 が取り付けられている。このアシストガスノズル 6 は円錐台状に形成されて先端側（下端側）が細くなっており、この先端側に開口部 6 a を有している。そして、アシストガスノズル 6 の側面にはアシストガス供給管 8 が接続されており、このアシストガス供給管 8 は図示しないアシストガス供給装置に繋がっている。即ち、アシストガス供給装置から送出されたアシストガス Q_T はアシストガス供給管 8 を介してアシストガスノズル 6 内に導入され、アシストガスノズル 6 の先端開口部 6 a から被切断物 2 の切断部 2 a に向かって噴出されるようになっている。

【0005】

上記構成のレーザ加工ヘッド 1 を備えたレーザ加工装置によって被切断物 2 を切断する際

10

20

30

40

50

には、まず、図示しないレーザー加工ヘッド移動装置によってレーザー加工ヘッド1を被切断物2に近づけ、且つ、アシストガスノズル6と被切断物2とが接触する虞がないようにアシストガスノズル6の先端と被切断物2の表面との間隔(ワークディスタンス)hを保持し、この状態で前記レーザー加工ヘッド移動装置によりレーザー加工ヘッド1を図13の紙面に対して直交する方向に移動させ、或いは図示しないワーク移動装置により被切断物2を上記のレーザー加工ヘッドの移動方向とは逆方向に移動させる。

【0006】

この移動とともに、レーザー加工ヘッド1では、レーザー光3を集光光学系4により集光して被切断物2の切断部2aに照射することにより切断部2aを溶融し、同時に、アシストガスノズル6の先端開口部6aから切断部2aにアシストガスを噴射して切断部2a内に送り込むことにより、切断部2a内の溶融金属を吹き飛ばして除去する。かくして、被切断物2はレーザー切断される。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようなアシストガスを用いたレーザー切断においては、切断部2aへのアシストガスの流し方、即ち、切断部2aに噴射されるアシストガスの流速や流量等が切断性能に大きく影響する。

【0008】

ところが、図14に示すように、従来のレーザー加工ヘッド1では、アシストガスノズル6の開口径(開口幅)dが切断幅(カーフ幅)w(レーザー切断では切断幅wが例えば2~3mmと狭いことが特長である)よりもかなり大きいため、アシストガスノズル6から噴出した全体のアシストガス Q_T は、切断部2a内に送られるアシストガス Q_2 と、アシストガスノズル6と被切断物2との隙間から切断部2aの両側へと流出するアシストガス Q_3 、 Q_4 とに分流してしまう。即ち、切断部2aにはアシストガスノズル6内に導入されたアシストガス Q_T の一部(アシストガス Q_2)しか流れず、切断に寄与するアシストガス流量が少ない。このため、アシストガスによる溶融金属の除去効率が低くて切断性能が低い。更に、光学部品の耐圧強度による制限のため、ガス圧を上げることができなかった。

20

【0009】

なお、図15に示すように、アシストガスノズル6の先端開口部6aを従来よりも細くして開口径dと切断幅Wとがほぼ等しくなるようにすれば、アシストガスノズル6内に導入されたアシストガスのほとんどが切断部2aに流れるようになり、且つ、アシストガスの噴出速度も従来に比べて大きくなる。更には、流体力学において知られているように、アシストガスノズル6の先端部の長さL($> 4d$)の区間を一定の内径dとすれば、アシストガスの流れが安定して指向性が高まる。

30

【0010】

しかしながら、この場合にはアシストガスノズル6の先端部においてレーザー光3の一部がアシストガスノズル6の内面6b(図15中の斜線部)と干渉して、その熱エネルギーが吸収されたり、乱反射してレーザー光3の指向性を失ってしまう。このため、レーザー光3が被切断物2に有効に照射されなくなって切断性能が低下してしまう。つまり、アシストガスノズル6の開口径dは先端開口部6aにおけるレーザー光3の広がりによって制限されたため、この広がり幅よりも小さくすることはできない。

40

【0011】

また、図16に切断面の紋様を示すように、被切断物2を例えば図中の矢印G方向に切断する場合、切断部2aでは反切断方向に斜めに流れた状態となる。このため、実質的な切断板厚が実際の板厚Tよりも増加することになり、切断能力が低下する。

【0012】

なお、この傾向は板厚Tが厚くなればなるほど顕著に現れる。これは、板厚Tが厚くなると、当該板厚Tに対する貫通能力(被切断物2を加熱溶融して貫通する能力)が低下し、しかも、板厚方向の深い位置ではアシストガスによる溶融金属の除去能力も低下してくる

50

ため、溶融金属が下方に流れずに反切断方向へと流れやすくなるからである。因みに、板厚 T がさらに厚くなって、この傾向がさらに顕著になると、ついには被切断物2を切断することができなくなってしまう。

【0013】

また、レーザー光3による被切断物2の切断能力はレーザー光3の焦点位置 f の被切断物2に対する相対位置が影響する。これに対して従来は、通常、図13に示すように被切断物2の板厚方向の内部にレーザー光3の焦点位置 f を合わせているが、この焦点位置 f を被切断物2の材質や厚さ等に応じて適宜調節することができれば、より切断性能を向上させることが期待できる。しかしながら、レーザー加工ヘッド1を前記板厚方向に移動してレーザー光3の焦点位置 f を変えようとする、同時に、アシストガスノズル6も前記板厚方向に移動してアシストガスノズル6と被切断物2との間隔が変化してしまうため、アシストガスによる溶融金属の除去能力が低下してしまう虞がある。

10

【0014】

即ち、アシストガスによる溶融金属の除去能力の観点からはアシストガスノズル6は被切断物2にできるだけ近づけたほうがよいが、図13において、レーザー加工ヘッド1を上方に移動して被切断物2に対するレーザー光3の焦点位置 f を上方に移動したとすると、これに伴ってアシストガスノズル6も上方に移動するため、アシストガスノズル6と被切断物2との間隔 h が大きくなってしまふ。このため、アシストガスによる溶融金属の除去能力が低下してしまう。また、逆に、アシストガスノズル6を被切断物2に近づけようすると、被切断物2に対するレーザー光3の焦点位置 f の位置が移動するとともにアシストガスノズル6が被切断物2に干渉する。

20

【0016】

従って本発明は上記従来技術に鑑み、切断加工をする被加工物の加工部内にアシストガスを効率よく送り込み、且つ、アシストガスの噴射速度も高くし、更には、アシストガスの噴射流量も増やすことができるレーザー加工ヘッドを提供することを第1課題とする。

【0017】

また、被切断物の切断部に対してアシストガスを切断方向に斜め噴射することにより、前記切断部内から前記溶融物をより効率的に除去することができる（実質の切断板厚を実際の板厚に近づけることができる）レーザー加工ヘッドを提供することを第2課題とする。

【0018】

また、前記被切断物の切断部に対するアシストガスの噴射方向を最適な方向に調節して、実質の切断板厚をより実際の板厚に近づけることができるレーザー加工ヘッドを提供することを第3課題とする。

30

【0019】

また、前記被加工物に対するアシストガスノズルの位置、または、前記被加工物に対するレーザー光の焦点位置を最適な位置に独立に調節して加工能力を向上させることができるレーザー加工ヘッドを提供することを第4課題とする。

【0020】

また、集光光学系の保護を確実に行うことができるレーザー加工ヘッドを提供することを第5課題とする。

40

【0022】

【課題を解決するための手段】

上記第1課題を解決する第1発明のレーザー加工ヘッドは、被加工物にレーザー光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工を行うレーザー加工装置のレーザー加工ヘッドにおいて、

前記レーザー光を少なくとも2分割して、この分割したレーザー光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザー光を集光して前記被加工物の切断部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザー光の間に配置するとともに先端部の開口幅は前記切断部の幅とほぼ等しくし且つ同先端部の開口長は前記開口幅よりも長くしたインナーアシストガスノズルとを

50

備えたことを特徴とする。

【0023】

また、上記第2課題を解決する第2発明のレーザ加工ヘッドは、被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅を前記切断部の切断幅とほぼ等しくし、且つ、先端側を切断方向に傾斜させたインナーアシストガスノズルとを備えたことを特徴とする。

10

【0024】

また、上記第3課題を解決する第3発明のレーザ加工ヘッドは、第2発明のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記インナーアシストガスノズルの傾斜角をレーザ光の照射方向と独立に可変できるようにしたことを特徴とする。

【0025】

また、上記第4課題を解決する第4発明のレーザ加工ヘッドは、被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工又は穴あけ加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

20

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部または穴あけ部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅を前記切断部の切断幅または前記穴あけ部の穴径とほぼ等しくしたインナーアシストガスノズルとを備えるとともに、

前記インナーアシストガスノズルと前記被加工物との相対位置を、前記集光光学系の焦点位置と前記被加工物との相対位置とは独立に可変とし、または、前記集光光学系の焦点位置と前記被加工物との相対位置を、前記インナーアシストガスノズルと前記被加工物との相対位置とは独立に可変としたことを特徴とする。

30

【0026】

また、上記第5課題を解決する第5発明のレーザ加工ヘッドは、第1、第2、第3または第4に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

前記集光光学系の出射側には前記集光光学系から出射された分割レーザ光の周囲を囲むようにアウターアシストガスノズルを設け、このアウターアシストガスノズルの先端開口部からもアシストガスを噴射するように構成したことを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0028】

40

[実施の形態1]

図1は本発明の実施の形態1に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図、図2(a)は前記レーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す横断面図(図2(b)のB-B線矢視断面図)、図2(b)は図1のA方向矢視の縦断面図、図3は前記レーザ加工ヘッドに備えた光学系の構成図、図4は前記光学系のうちの分割光学系の構成を示す斜視図である。

【0029】

<構成>

図1及び図2に示すレーザ加工ヘッド21は、炭素鋼等である被切断物22を切断加工するレーザ加工装置(装置本体部は図示省略)に装備されたものである。

50

【0030】

図1に示すように、鏡筒23内には集光光学系（結像レンズ系）24と、この集光光学系24を保護するための保護ガラス25とが設けられている。集光光学系24では2分割された分割レーザー光26a, 26b（詳細後述）を集光して被切断物22の切断部22aに照射する。このとき、集光光学系24によって集光されるレーザー光26a, 26bの焦点位置fは、通常、図示のように被切断物22の内部に位置するように調節されている。

【0031】

図3に示すように、レーザー加工ヘッド21の光学系は前記集光光学系24と分割光学系27とから構成されている。集光光学系24は上下方向に適宜の間隔で配設された複数のレンズ28から構成されている。一方、分割光学系27は一对の凹型ルーフミラー29と凸型ルーフミラー30とから構成されている。凹型ルーフミラー29は集光光学系24の上方に斜めに配設され、凸型ルーフミラー30は凹型ルーフミラー29と対向するように斜めに配設されている。

10

【0032】

また、凸型ルーフミラー30の上方には光ファイバ31の先端部が位置している。従って、レーザー光26は図示しないYAGレーザー発振器によって発振された後、光ファイバ31によって伝送され、光ファイバ31の先端から凸型ルーフミラー30のミラー30a, 30bに向かって出射される。

【0033】

図4に示すように、凹型ルーフミラー29は中央で谷形に落ち込んだ2枚のミラー29a, 29bからなるものであり、凸型ルーフミラー30は中央で山形に出っ張った2枚のミラー30a, 30bからなるものである。

20

【0034】

従って、光ファイバ31から出射されたレーザー光26は、凸型ルーフミラー30により、中心から2分割された半円形の2つのレーザー光26a, 26bとなって反射される。つまり、光ファイバ31から出射されたレーザー光26は横断面が円形であるのに対して、凸型ルーフミラー30のミラー30a, 30bで反射して分割されたレーザー光26は半円形の2つの分割レーザー光26a, 26bとなり且つこれらの間隔があいた状態で凹型ルーフミラー29へと伝送される。

【0035】

その後、分割レーザー光26a, 26bは凹型ルーフミラー29のミラー29a, 29bによりそれぞれ反射されて集光光学系24へと伝送される。集光光学系24では、前述のようにレーザー光26a, 26bを集光して被切断物22の切断部22aに照射する（図1、図2参照）。なお、分割レーザー光26a, 26bの間隔は、凸型ルーフミラー30と凹型ルーフミラー29の配置や、凸型ルーフミラー30及び凹型ルーフミラー29の頂角（山形、谷形）の角度を変えることによって調節することができる。

30

【0036】

一方、図1及び図2に示すように、集光光学系24の出射側（鏡筒23の下端部）には、集光光学系24から出射された分割レーザー光26a, 26bの周囲を囲むようにしてアウターアシストガスノズル32が取り付けられている。このアウターアシストガスノズル32は円錐台状に形成されて先端側（下端側）が細くなっており、この先端側に開口部32aを有している。

40

【0037】

また、アウターアシストガスノズル32の側面にはアシストガス供給管33が接続されており、このアシストガス供給管33は図示しないアシストガス供給装置に繋がっている。従って、アシストガス供給装置から送出されたアシストガス Q_{2T} はアシストガス供給管8を介してアシストガスノズル6内に導入され、アシストガスノズル6の先端開口部6aから被切断物2の切断部2aに向って噴出される。

【0038】

アウターアシストガスノズル32は集光光学系24を保護するために設けられたものであ

50

る。つまり、アウターアシストガスノズル 3 2 自体によって、切断時に発生する金属蒸気や熱等から集光光学系 2 4 を保護しており、また、アシストガスをアウターアシストガスノズル 3 2 の先端開口部 3 2 a から噴出させることによって、この先端開口部 3 2 a から金属蒸気等がアウターアシストガスノズル 3 2 内に侵入するのを防いでいる。

【 0 0 3 9 】

そして、このアウターアシストガスノズル 3 2 の側面には、同側面を貫通した状態でインナーアシストガスノズル 3 4 が固定されている。このインナーアシストガスノズル 3 4 は細管状のものであり、分割レーザー光 2 6 a と分割レーザー光 2 6 b との間に配置されている。更に、インナーアシストガスノズル 3 4 は先端側（下端側）にいく程徐々に細くなっており、先端開口部 3 4 a の開口径（開口幅） d_i が被切断物 2 2 の切断部 2 2 a の切断幅（カーブ幅） w （例えば 2 ~ 3 mm）とほぼ等しくなっている。具体的には、開口径 d_i と切断幅 w とが等しい場合と開口径 d_i が切断幅 w よりも少し小さい場合（図示例の場合）とがあり、更には、開口径 d_i が切断幅 w よりも多少大きい場合でも従来に比べれば有効である。

10

【 0 0 4 0 】

つまり、分割光学系 2 7 でレーザー光 2 6 を 2 分割して 2 つの分割レーザー光 2 6 a , 2 6 b としたことにより、これらの分割レーザー光 2 6 a , 2 6 b の間にインナーアシストガスノズル 3 4 を配置することができ、そして、このように配置されたインナーアシストガスノズル 3 4 は、分割レーザー光 2 6 a , 2 6 b との干渉を招くことなく、所望の細さにすることができるのである。

20

【 0 0 4 1 】

また、インナーアシストガスノズル 3 4 は図示しないアシストガス供給管を介して図示しないアシストガス供給装置に繋がっている。即ち、アシストガス供給装置から送出されたアシストガス Q_{1T} はアシストガス供給管を介してインナーアシストガスノズル 3 4 へと導かれ、このインナーアシストガスノズル 3 4 の先端開口部 3 4 a から被切断物 2 2 の切断部 2 2 a へと噴出され、そのほとんどが切断部 2 2 a 内に送り込まれるようになっている。

【 0 0 4 2 】

なお、インナーアシストガスノズル 3 4 の先端部の長さ L ($> 4 d_i$) の区間は一定の内径 d_i となっており、このことによりインナーアシストガスノズル 3 4 から噴出されるアシストガスの流れを安定させて指向性を高めている。

30

【 0 0 4 3 】

< 作用・効果 >

本実施の形態 1 のレーザー加工ヘッド 2 1 を備えたレーザー加工装置によって被切断物 2 2 を切断する際には、まず、図示しないレーザー加工ヘッド移動装置によってレーザー加工ヘッド 2 1 を被切断物 2 2 に近づけ、且つ、インナーアシストガスノズル 3 4 及びアウターアシストガスノズル 3 2 と被切断物 2 2 とが接触する虞がないように、インナーアシストガスノズル 3 4 及びアウターアシストガスノズル 3 2 の先端と被切断物 2 2 の表面との間隔（ワークディスタンス） h を例えば 3 ~ 4 mm に保持し、この状態で前記レーザー加工ヘッド移動装置によりレーザー加工ヘッド 2 1 を図 1 の紙面に対して直交する方向に移動させ、或いは図示しないワーク移動装置により被切断物 2 2 を上記のレーザー加工ヘッドの移動方向とは逆方向に移動させる。

40

【 0 0 4 4 】

この移動とともに、レーザー加工ヘッド 2 1 では、レーザー光 2 6 を分割光学系 2 7 により 2 分割するとともに、これらの分割レーザー光 2 6 a , 2 6 b を集光光学系 2 4 により集光して被切断物 2 2 の切断部 2 2 a に照射することにより、切断部 2 2 a を溶融する。同時に、アウターアシストガスノズル 3 2 の先端開口部 3 2 a からアシストガスを噴射することによりアウターアシストガスノズル 3 2 内への金属蒸気等の侵入を防いで集光光学系 2 4 を保護する。

【 0 0 4 5 】

50

また、インナーアシストガスノズル34の先端開口部34aからもアシストガスを噴射して、このアシストガスを切断部22a内に送り込むことにより、切断部22a内の溶融金属を吹き飛ばして除去する。かくして、被切断物22はレーザー切断される。

【0046】

そして、このレーザー切断においては、図5に示すように、アウターアシストガスノズル32から噴射されたアシストガスはアウターアシストガスノズル32と被切断物22との隙間から切断部22aの両側へと流出するが(アシストガス Q_3 、 Q_4)、インナーアシストガスノズル34から噴射されたアシストガスは、インナーアシストガスノズル34の開口径 d_i が切断幅 w とほぼ等しいため、そのほとんどが切断部22a内へと送り込まれる。

10

【0047】

つまり、切断部22a内へ効率よくアシストガスを送り込むことができるようになるため、アシストガス供給装置から送出するアシストガス量を増やさなくても、切断部22a内に送り込むアシストガス量を従来に比べて大幅に増やすことができる。また、インナーアシストガスノズル34は開口径 d_i が非常に小さいため、このインナーアシストガスノズル34から噴射されるアシストガスの噴射速度も従来に比べて大幅に高くなる。また、光学部品の耐圧強度による制限を受けずに、ガス圧を上げることもできる。従って、これらのことから、切断部22a内に送り込まれるアシストガスノズルの運動エネルギーが大きくなるため、アシストガスによる溶融金属の除去能力が大幅に向上して、切断能力が大幅に向上する。

20

【0048】

図6には従来のレーザー加工ヘッド1(図12参照)を用いた場合の切断速度と本実施の形態1のレーザー加工ヘッド21を用いた場合の切断速度との比較を示す。同図に示すように、各種の板厚の炭素鋼を切断した結果、従来のレーザー加工ヘッド1を用いた場合の切断速度に比べて、本実施の形態1のレーザー加工ヘッド21を用いた場合の切断速度は大幅に向上している。

【0049】

また、集光光学系24のレーザー光出射側にアウターアシストガスノズル32を設けるとともに、このアウターアシストガスノズル32からもアシストガスノズルを噴射するようにしたため、集光光学系24の保護を図ることもできる。

30

【0050】

[実施の形態2]

図7は本発明の実施の形態2に係るレーザー加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図、図8(a)は図7のD-D線矢視拡大図、図8(b)は図7のE-E線矢視図にインナーアシストガスノズルから噴射されたアシストガスフローの断面を重ね合わせた図である。

【0051】

<構成>

図7に示すように本実施の形態2のレーザー加工ヘッド21は後述するインナーアシストガスノズル34に関する構成を除いては上記実施の形態1のレーザー加工ヘッド21(図1参照)と同様である。従って、これら同様の構成についてはここでの詳細な説明を省略する。

40

【0052】

そして、図8(a)に示すように、本実施の形態2のレーザー加工ヘッド21においては、インナーアシストガスノズル34の先端開口部34aの形状が切断方向(矢印F方向)に沿って細長い形状となっている。即ち、先端開口部34aの開口幅 d_i は被切断物22の切断幅 w とほぼ等しくし、且つ、先端開口部34aの開口長 d_l は開口幅 d_i よりも長くしている。なお、この細長い先端開口部34aは、その先頭部がアウターアシストガスノズル32の先端開口部32の中心c上に位置しており、この位置から反切断方向へと延びている。

【0053】

50

< 作用・効果 >

本実施の形態 2 のレーザ加工ヘッド 2 1 を備えたレーザ加工装置によって被切断物 2 2 を切断する場合にも、ここでの詳細な説明は省略するが、上記実施の形態 1 の場合と同様の作用・効果が得られる。

【 0 0 5 4 】

そして、更に、本実施の形態 2 においては、インナーアシストガスノズル 3 4 の先端開口部 3 4 a の形状を、開口幅 d_i は被切断物 2 2 の切断幅 w とほぼ等しくし、且つ、開口長 d_l は開口幅 d_i よりも長い細長い形状としたため、図 8 (b) に示すアシストガスフロー断面 3 5 から明らかなように、インナーアシストガスノズル 3 4 から噴射したアシストガスのほとんどを切断部 2 2 a 内に送り込むことができるとともに、上記実施の形態 1 の場合に比べて流路面積が大きくなるため、インナーアシストガスノズル 3 4 から噴射する (切断部 2 2 a 内に送り込む) アシストガスの流量を増やすこともできる。

10

【 0 0 5 5 】

つまり、アシストガス供給装置からのアシストガスの送出量を調整して、本実施の形態 2 のインナーアシストガスノズル 3 4 から噴射されるアシストガスの速度を上記実施の形態 1 のインナーアシストガスノズル 3 4 から噴射されるアシストガスの速度と同じにした場合、両者の流路面積が異なるため、前者のアウトアアシストガスノズル 3 4 から噴射されるアシストガス流量の方が後者のアウトアアシストガスノズル 3 4 から噴射されるアシストガス流量よりも多くなる。

【 0 0 5 6 】

このように、本実施の形態 2 では、切断部 2 2 a 内にアシストガスを効率よく送り込み、且つ、アシストガスの噴射速度も高くし、そして更には、アシストガスの噴射流量も増やすことができる。従って、アシストガスによる溶融金属の除去能力が上記実施の形態 1 の場合に比べて更に向上し、その結果、被切断物 2 2 の切断能力が更に向上する。

20

【 0 0 5 7 】

[実施の形態 3]

図 9 は本発明の実施の形態 3 に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【 0 0 5 8 】

< 構成 >

図 9 に示すように本実施の形態 3 のレーザ加工ヘッド 2 1 は後述するインナーアシストガスノズル 3 4 に関する構成を除いては上記実施の形態 1 のレーザ加工ヘッド 2 1 (図 1 参照) と同様である。従って、これら同様の構成についてはここでの詳細な説明を省略する。

30

【 0 0 5 9 】

そして、図 9 に示すように、本実施の形態 3 のレーザ加工ヘッド 2 1 においては、インナーアシストガスノズル 3 4 の先端側を切断方向 (図 9 には矢印 G 方向に切断する場合を示している) に傾斜角 θ で傾斜させた状態でアウトアアシストガスノズル 3 2 の側面に固定されている。

【 0 0 6 0 】

つまり、分割光学系 2 7 (図 4 参照) でレーザ光 2 6 を 2 分割して 2 つの分割レーザ光 2 6 a , 2 6 b とし、これらの分割レーザ光 2 6 a , 2 6 b の間にインナーアシストガスノズル 3 4 を配置する構成としたことにより、集光光学系 2 4 は傾斜させることなく、インナーアシストガスノズル 3 4 だけを傾斜させた状態に設定することができるのである。

40

【 0 0 6 1 】

なお、本インナーアシストガスノズル 3 4 も、上記実施の形態 1 と同様に、先端開口部 3 4 a の開口径 (開口幅) d_i が被切断物 2 2 の切断幅にほぼ等しくなっている。勿論、このインナーアシストガスノズル 3 4 の先端開口部 3 4 a の形状を、上記実施の形態 3 と同様に、開口幅 d_i は被切断物 2 2 の切断幅とほぼ等しくし、且つ、開口長は開口幅 d_i よりも長くして切断方向に沿った細長い形状としてもよい。

50

【0062】

<作用・効果>

本実施の形態3のレーザ加工ヘッド21を備えたレーザ加工装置によって被切断物22を切断する場合にも、ここでの詳細な説明は省略するが、上記実施の形態1の場合と同様の作用・効果が得られる。

【0063】

そして、更に、本実施の形態3においては、インナーアシストガスノズル34の構成を、先端開口部34aの開口径（開口幅） d_i は被切断物22の切断幅とほぼ等しくし、且つ、先端側は切断方向に傾斜させた構成としたため、インナーアシストガスノズル34から噴出されたアシストガスのほとんどが切断部22a内に送り込まれ、しかも、このときに同アシストガスは切断部22a（分割レーザ光26a, 26bが照射されて溶融している部分）に対して切断方向に斜めに吹き付けられる。

10

【0064】

従って、図16に示すように切断部22aに対して真下に（切断方向に対して直交する方向に）アシストガスを噴射する場合には比較的溶融金属が反切断方向に流れやすいために実質的な切断板厚が実際の板厚Tよりも増加することになるが、この場合に比べて、本実施の形態3の場合にはアシストガスによる溶融金属の除去能力が向上し、溶融金属を下方へと流しやすくなるため（溶融金属が反切断方向へながれにくくなるため）、図9に示すように、実質的な切断板厚が実際の板厚Tに近づいて切断能力がより向上する。

【0065】

[実施の形態4]

図10は本発明の実施の形態3に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

20

【0066】

<構成>

図10に示すように本実施の形態3のレーザ加工ヘッド21は後述するインナーアシストガスノズル34に関する構成を除いては上記実施の形態1のレーザ加工ヘッド21（図1参照）と同様である。従って、これら同様の構成についてはここでの詳細な説明を省略する。また、インナーアシストガスノズル34の支持系の図示も省略している。

【0067】

図10に示すように本実施の形態4のレーザ加工ヘッド21においても、上記実施の形態3と同様に、インナーアシストガスノズル34の先端側を切断方向（図10には矢印G方向に切断する場合を示している）に傾斜（傾斜角）させている。

30

【0068】

そして、上記実施の形態3ではインナーアシストガスノズル34をアウターアシストガスノズル32に固定している（傾斜角が固定である）のに対して、本実施の形態4においては、インナーアシストガスノズル34の傾斜角をレーザ光26a, 26bの照射方向とは独立に可変できるようにしている。

【0069】

具体的には、図10に示すように、アウターアシストガスノズル32の側面にはインナーアシストガスノズル34の径よりも大きな上下幅 w_2 を有する孔36が形成されており、この孔36にインナーアシストガスノズル34が挿通されている。従って、インナーアシストガスノズル34はアウターアシストガスノズル32に拘束されずに、即ち、集光光学系24とは独立に、図10中に2点鎖線で示すように傾斜角度を変えることができる。

40

【0070】

つまり、分割光学系27（図4参照）でレーザ光26を2分割して2つの分割レーザ光26a, 26bとし、これらの分割レーザ光26a, 26bの間にインナーアシストガスノズル34を配置する構成としたことにより、インナーアシストガスノズル34だけを集光光学系24とは独立に傾斜させることができ、そして更には、本実施の形態3のように、インナーアシストガスノズル34の傾斜角度を可変にすることもできるのである。

50

【 0 0 7 1 】

インナーアシストガスノズル 3 4 の傾斜角度 を変えるには、電動モータ或いは油圧シリンダや空気圧エアシリンダ等である駆動装置 3 7 とインナーアシストガスノズル 3 4 とをギヤやシャフト等を用いた適宜のリンク機構で結合し、前記駆動装置 3 7 によってインナーアシストガスノズル 3 4 を回動させるようにすればよい。或いは、作業員が手動でインナーアシストガスノズル 3 4 の傾斜角度 を変えるようにしてもよい。

【 0 0 7 2 】

なお、本インナーアシストガスノズル 3 4 も、上記実施の形態 1 と同様に、先端開口部 3 4 a の開口径（開口幅） d_i が被切断物 2 2 の切断幅にほぼ等しくなっている。勿論、このインナーアシストガスノズル 3 4 の先端開口部 3 4 a の形状を、上記実施の形態 3 と同様に、開口幅 d_i は被切断物 2 2 の切断幅とほぼ等しくし、且つ、開口長は開口幅 d_i よりも長くして切断方向に沿った細長い形状としてもよい。

10

【 0 0 7 3 】

また、図 1 0 ではアウターアシストガスノズル 3 2 の側面に形成された孔 3 6 が開放されたままとなっているが、このままではアシストガス供給管 3 2 から導入されたアシストガスの一部が孔 3 6 から洩れしまう虞があることなどから、集光光学系 2 4 の保護を十分に図れない虞がある場合には、集光光学系 2 4 を確実に保護するために、孔 3 6 を塞ぐ、即ち、孔 3 6 の内周面とインナーアシストガスノズル 3 4 の外周面との間の隙間を塞ぐことが望ましい。この場合、インナーアシストガスノズル 3 4 の回動を妨げないような十分な可撓性を有する部材によって前記隙間を塞げばよい。

20

【 0 0 7 4 】

< 作用・効果 >

本実施の形態 4 のレーザ加工ヘッド 2 1 を備えたレーザ加工装置によって被切断物 2 2 を切断する場合にも、ここでの詳細な説明は省略するが、上記実施の形態 1 及び 3 の場合と同様の作用・効果が得られる。

【 0 0 7 5 】

そして、更に、本実施の形態 4 においては、インナーアシストガスノズル 3 4 の傾斜角度 を変えることができることから、この傾斜角度 を変えて試験的に切断を行うことなどにより、被切断物 2 2 の板厚や材質等に応じた最適な傾斜角度 を選定することができる。従って、上記実施の形態 3 の場合と比べても、アシストガスによる溶融金属の除去能力がより向上し、実質的な切断板厚がより実際の板厚 T に近づいて切断能力がより向上する。

30

【 0 0 7 6 】

[実施の形態 5]

図 1 1 及び図 1 2 は本発明の実施の形態 5 に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【 0 0 7 7 】

< 構成 >

図 1 1 に示すように本実施の形態 5 のレーザ加工ヘッド 2 1 は後述するインナーアシストガスノズル 3 4 に関する構成を除いては上記実施の形態 1 のレーザ加工ヘッド 2 1（図 1 参照）と同様である。従って、これら同様の構成についてはここでの詳細な説明を省略する。また、インナーアシストガスノズル 3 4 の支持系の図示も省略している。

40

【 0 0 7 8 】

そして、上記実施の形態 1 ではインナーアシストガスノズル 3 4 をアウターアシストガスノズル 3 2 に固定しているのに対して、本実施の形態 5 においては、インナーアシストガスノズル 3 4 と被切断物 2 2 との相対位置（インナーアシストガスノズル 3 4 の先端と被切断物 2 2 の表面との間隔 h ）を、集光光学系 2 4 の焦点位置 f と被切断物 2 2 との相対位置（被切断物 2 2 と表面から焦点位置 f までの距離 d_f ）とは独立に可変とし、または、集光光学系 2 4 の焦点位置 f と被切断物 2 2 との相対位置を、インナーアシストガスノズル 3 4 と被切断物 2 2 との相対位置とは独立に可変としている。

50

【 0 0 7 9 】

具体的には、図 1 1 に示すように、アウターアシストガスノズル 3 2 の側面にはインナーアシストガスノズル 3 4 の外径よりも十分に大きな上下幅 w_3 を有する孔 3 8 が形成されており、この孔 3 8 にインナーアシストガスノズル 3 4 が挿通されている。

【 0 0 8 0 】

従って、図 1 1 に 2 点鎖線で示すように、アウターアシストガスノズル 3 2 に拘束されずに、即ち、集光光学系 2 4 とは独立に、インナーアシストガスノズル 3 4 の上下位置を変えて、インナーアシストガスノズル 3 4 と被切断物 2 2 との相対位置（間隔 h ）を変えることができる。或いは、図 1 2 に 2 点鎖線で示すように、インナーアシストガスノズル 3 4 とは独立に、集光光学系 2 4 の上下位置を変えて、集光光学系 2 4 の焦点位置 f と被切断物 2 2 との相対位置（距離 d_f ）を変えることができる。なお、図 1 2 では前記距離 d_f を小さくした場合について示している。

10

【 0 0 8 1 】

つまり、分割光学系 2 7（図 4 参照）でレーザー光 2 6 を 2 分割して 2 つの分割レーザー光 2 6 a, 2 6 b とし、これらの分割レーザー光 2 6 a, 2 6 b の間にインナーアシストガスノズル 3 4 を配置する構成としたことにより、インナーアシストガスノズル 3 4 だけを集光光学系 2 4 とは独立に上下方向に移動させるようにすること、或いは、集光光学系 2 4 側だけをインナーアシストガスノズル 3 4 とは独立に上下方向に移動させるようにすることができるのである。

【 0 0 8 2 】

インナーアシストガスノズル 3 4 の上下方向に移動させるには、電動モータ或いはシリンダ等である駆動装置 3 9 とインナーアシストガスノズル 3 4 とをギヤやシャフト等を用いた適宜のリンク機構で結合し、前記駆動装置 3 9 によってインナーアシストガスノズル 3 4 を上下方向に移動させるようにすればよい。或いは、人手によってインナーアシストガスノズル 3 4 を上下方向に移動するようにしてもよい。同様に、集光光学系 2 4 側を上下方向に移動させるには、電動モータやシリンダ等の駆動装置 4 0 によって、或いは、人手によって、集光光学系 2 4 側を上下方向に移動させるようにすればよい。

20

【 0 0 8 3 】

なお、この場合には、インナーアシストガスノズル 3 4 だけを下方に移動させると、或いは、集光光学系 2 4 側だけを上方に移動させると、インナーアシストガスノズル 3 4 と分割レーザー光 2 6 a, 2 6 b とが接近することとなるため、このときにも、インナーアシストガスノズル 3 4 と分割レーザー光 2 6 a, 2 6 b とが干渉することがないように、分割レーザー光 2 6 a, 2 6 b の間隔やインナーアシストガスノズル 3 4 の外径寸法を設定しておく必要がある。

30

【 0 0 8 4 】

また、本インナーアシストガスノズル 3 4 も、上記実施の形態 1 と同様に、先端開口部 3 4 a の開口径（開口幅） d_i が被切断物 2 2 の切断幅 w にほぼ等しくなっている。勿論、このインナーアシストガスノズル 3 4 の先端開口部 3 4 a の形状を、上記実施の形態 3 と同様に、開口幅 d_i は被切断物 2 2 の切断幅 w とほぼ等しくし、且つ、開口長は開口幅 d_i よりも長くして切断方向（図 1 1, 図 1 2 の紙面と直交する方向）に沿った細長い形状としてもよい。

40

【 0 0 8 5 】

また、図 1 1, 図 1 2 ではアウターアシストガスノズル 3 2 の側面に形成された孔 3 8 が開放されたままとなっているが、このままではアシストガス供給管 3 2 から導入されたアシストガスの一部が孔 3 8 からアシストガスが洩れししまう虞があることなどから、集光光学系 2 4 の保護を十分に図れない虞がある場合には、集光光学系 2 4 を確実に保護するために、孔 3 8 を塞ぐ、即ち、孔 3 8 の内周面とインナーアシストガスノズル 3 4 の外周面との間の隙間を塞ぐことが望ましい。この場合、インナーアシストガスノズル 3 4 または集光光学系 2 4 側の上下移動を妨げないような十分な可撓性を有する部材によって前記隙間を塞げばよい。

50

【0086】

<作用・効果>

本実施の形態5のレーザ加工ヘッド21を備えたレーザ加工装置によって被切断物22を切断する場合にも、ここでの詳細な説明は省略するが、上記実施の形態1の場合と同様の作用・効果が得られる。

【0087】

そして、更に、本実施の形態5においては、インナーアシストガスノズル34と被切断物22との相対位置(間隔 h)を、集光光学系24の焦点位置 f と被切断物22との相対位置(距離 d_f)とは独立に変えることができる、または、集光光学系24の焦点位置 f と被切断物22との相対位置を、インナーアシストガスノズル34と被切断物22との相対位置とは独立に変えることができるため、次のような効果が得られる。

10

【0088】

即ち、集光光学系24の焦点位置 f と被切断物22との相対位置(距離 d_f)の変化を招くことなく、インナーアシストガスノズル34と被切断物22との相対位置(間隔 h)を最適な位置に調節することができる。つまり、インナーアシストガスノズル34と被切断物22との干渉を防ぐことができる範囲で、できるだけインナーアシストガスノズル34を被切断物22に近づけることができ、このことによってアシストガスによる除去能力が向上し、切断能力が向上する。或いは、インナーアシストガスノズル34と被切断物22との相対位置(間隔 h)の変化を招くことなく、集光光学系24の焦点位置 f と被切断物22との相対位置(距離 d_f)を被切断物2の材質や厚さ等に応じた最適な位置に調節することができるため、このことによっても切断能力が向上する。

20

【0089】

なお、本発明のレーザ加工ヘッドはYAGレーザ発振器を用いたレーザ加工装置に限定せず、他のレーザ発振器を用いたレーザ加工装置にも適用することができる。

【0090】

また、上記実施の形態1~5のインナーアシストガスノズル34は先端部Lにおける内径が一定(d_i)であるストレートノズルとなっているが、この先端部の内径を一定とせず先端側が少し広がったノズルとしてもよい。このような先端側が広がった形状のノズルはタイバージェントノズルとして知られている。このようにタイバージェントノズルをインナーアシストガスノズル34に適用した場合にはアシストガスの流速を音速以上にする

30

【0091】

また、インナーアシストガスノズル34を分割レーザ光26a, 26bの間に設ける方法としては、図示は省略するが、図3に示す凹型ルーフミラー29の中央部及び集光光学系24の各レンズ28の中央部に孔をあけて、これらの孔に直線的な形状のインナーアシストガスノズル34を挿通することも考えられる。但し、この場合には製造工数等の理由から高価装置となることやインナーアシストガスノズル34によって光学系に損傷を与えやすいとういことを考慮すれば、上記実施の形態1~5のように、インナーアシストガスノズル34は、アウトアアシストガスノズル32を貫通させて、分割レーザ光26a, 26bの集光部(集光光学系24のレーザ光出射側)において分割レーザ光26a, 26bの間に設けたほうがよい。

40

【0092】

また、上記実施の形態1~5では被加工物を切断加工する場合について説明したが、特に、上記実施形態1, 5に関しては被加工物を穴あけ加工する場合に適用しても有効である。この場合、インナーアシストガスノズル34の先端部の開口幅(開口径) d_i を被加工物の穴あけ部の穴径とほぼ等しくする。

【0095】

【発明の効果】

以上、発明の実施の形態と共に具体的に説明したように、第1発明のレーザ加工ヘッドは、被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切

50

断加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅は前記切断部の幅とほぼ等しくし且つ同先端部の開口長は前記開口幅よりも長くしたインナーアシストガスノズルとを備えたことを特徴とする。

【0096】

従って、この第1発明のレーザ加工ヘッドによれば、インナーアシストガスノズルの先端開口部の形状を、開口幅は被切断物の切断幅とほぼ等しくし、且つ、開口長は開口幅よりも長い細長い形状としたため、インナーアシストガスノズルから噴射したアシストガスのほとんどを切断部に送り込むことができるとともに、流路面積が大きくなるため、インナーアシストガスノズルから噴射する（切断部に送り込む）アシストガスの流量を増やすこともできる。つまり、この第1発明では、切断部にアシストガスを効率よく送り込み、且つ、アシストガスの噴射速度も高くし、そして更には、アシストガスの噴射流量も増やすことができる。従って、アシストガスによる溶融物の除去能力が更に向上し、その結果、切断能力が更に向上する。

【0097】

また、第2発明のレーザ加工ヘッドは、被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅を前記切断部の切断幅とほぼ等しくし、且つ、先端側を切断方向に傾斜させたインナーアシストガスノズルとを備えたことを特徴とする。

【0098】

従って、この第2発明のレーザ加工ヘッドによれば、インナーアシストガスノズルの構成を、先端開口部の開口幅は被切断物の切断幅とほぼ等しくし、且つ、先端側は切断方向に傾斜させた構成としたため、インナーアシストガスノズルから噴出されたアシストガスのほとんどが切断部に送り込まれ、しかも、このときに同アシストガスは切断部（分割レーザ光が照射されて溶融している部分）に対して切断方向に斜めに吹き付けられる。このため、アシストガスによる溶融金属の除去能力が向上し、溶融金属を下方へと流しやすくなるため（溶融金属が反切断方向へながれにくくなるため）、実質的な切断板厚が実際の板厚に近づいて切断能力がより向上する。

【0099】

また、第3発明のレーザ加工ヘッドは、第2発明のレーザ加工ヘッドにおいて、前記インナーアシストガスノズルの傾斜角をレーザ光の照射方向と独立に可変できるようにしたことを特徴とする。

【0100】

従って、この第3発明のレーザ加工ヘッドによれば、インナーアシストガスノズルの傾斜角度を変えることができることから、この傾斜角度を変えて試験的に切断を行うことなどにより、被切断物の板厚や材質等に応じた最適な傾斜角度を選定することができる。従って、アシストガスによる溶融金属の除去能力が更に向上し、実質的な切断板厚が更に実際の板厚に近づいて切断能力が更に向上する。

【0101】

また、第4発明のレーザ加工ヘッドは、被加工物にレーザ光を照射するとともにアシストガスを吹きつけて前記被加工物の切断加工又は穴あけ加工を行うレーザ加工装置のレーザ加工ヘッドにおいて、

前記レーザ光を少なくとも2分割して、この分割したレーザ光の間隔をあける分割光学系と、

前記分割レーザ光を集光して前記被加工物の切断部または穴あけ部に照射する集光光学系と、

前記分割レーザ光の間に配置するとともに先端部の開口幅を前記切断部の切断幅または前記穴あけ部の穴径とほぼ等しくしたインナーアシストガスノズルとを備えるとともに、

前記インナーアシストガスノズルと前記被加工物との相対位置を、前記集光光学系の焦点位置と前記被加工物との相対位置とは独立に可変とし、または、前記集光光学系の焦点位置と前記被加工物との相対位置を、前記インナーアシストガスノズルと前記被加工物との相対位置とは独立に可変としたことを特徴とする。

10

【0102】

従って、この第4発明のレーザ加工ヘッドによれば、集光光学系の焦点位置と被加工物との相対位置の変化を招くことなく、インナーアシストガスノズルと被加工物との相対位置を最適な位置に調節することができる。つまり、インナーアシストガスノズルと被加工物との干渉を防ぐことができる範囲で、できるだけインナーアシストガスノズルを被加工物に近づけることができ、このことによってアシストガスによる除去能力が向上し、加工能力が向上する。或いは、インナーアシストガスノズルと被加工物との相対位置の変化を招くことなく、集光光学系の焦点位置と被加工物との相対位置を被加工物の材質や厚さ等に応じた最適な位置に調節することができるため、この場合にも加工能力が向上する。

【0103】

また、第5発明のレーザ加工ヘッドは、第1、第2、第3または第4に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

前記集光光学系の出射側には前記集光光学系から出射された分割レーザ光の周囲を囲むようにアウターアシストガスノズルを設け、このアウターアシストガスノズルの先端開口部からもアシストガスを噴射するように構成したことを特徴とする。

20

【0104】

従って、この第5発明のレーザ加工ヘッドによれば、アウターアシストガスノズルを設けるとともに、このアウターアシストガスノズルからもアシストガスを噴射するようにしたため、集光光学系の保護を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】本発明の実施の形態1に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【図2】(a)は前記レーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す横断面図((b)のB-B線矢視断面図)、(b)は図1のA方向矢視の縦断面図である。

【図3】前記レーザ加工ヘッドに備えた光学系の構成図である。

【図4】前記光学系のうちの分割光学系の構成を示す斜視図である。

【図5】アシストガスの流れを示す説明図である。

【図6】切断速度の比較を示すグラフである。

【図7】本発明の実施の形態2に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

40

【図8】(a)は図7のD-D線矢視拡大図、(b)は図7のE-E線矢視図にインナーアシストガスノズルから噴射されたアシストガスフローの断面を重ね合わせた図である。

【図9】本発明の実施の形態3に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【図10】本発明の実施の形態3に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【図11】本発明の実施の形態5に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【図12】本発明の実施の形態5に係るレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

50

【図 1 3】従来の代表的なレーザ加工ヘッドの先端部の構成を示す縦断面図である。

【図 1 4】アシストガスの流れを示す説明図である。

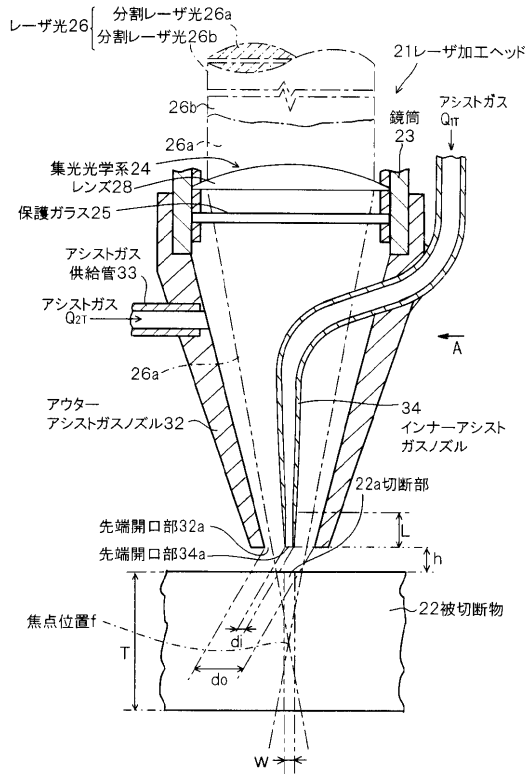
【図 1 5】アシストガスノズルを細くした場合の説明図である。

【図 1 6】切断面の状態を示す説明図である。

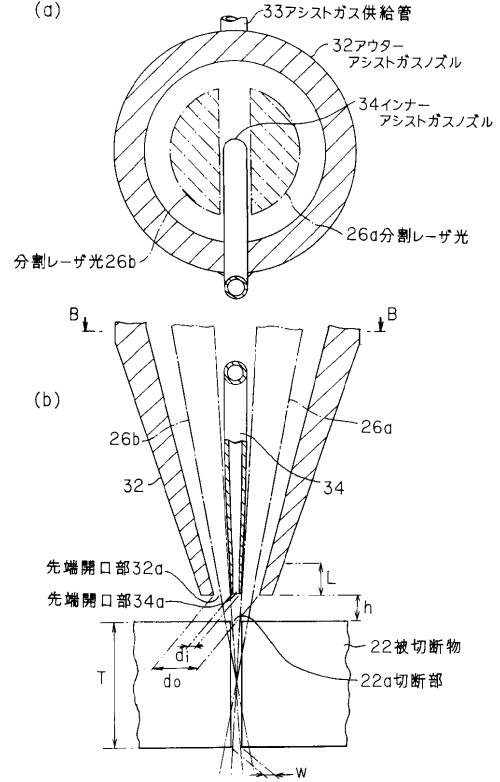
【符号の説明】

2 1	レーザ加工ヘッド	
2 2	被切断物	
2 2 a	切断部	
2 3	鏡筒	
2 4	集光光学系	10
2 5	保護ガラス	
2 6	レーザ光	
2 6 a , 2 6 b	分割レーザ光	
2 7	分割光学系	
2 8	レンズ	
2 9	凹型ルーフミラー	
2 9 a , 2 9 b	ミラー	
3 0	凸型ルーフミラー	
3 0 a , 3 0 b	ミラー	
3 1	光ファイバ	20
3 2	アウターアシストガスノズル	
3 2 a	先端開口部	
3 3	アシストガス供給管	
3 4	インナーアシストガスノズル	
3 4 a	先端開口部	
3 5	アシストガスノズルフロー断面	
3 6 , 3 8	孔	
3 7 , 3 9 , 4 0	駆動装置	
c	中心	
d_i , d_o	開口幅 (開口径)	30
d_l	開口長さ	
d_f	被切断物表面から焦点位置までの距離	
f	焦点位置	
h	インナーアシストガスノズル先端と被切断物表面との間隔	
L	インナーアシストガスノズル先端部 (内径一定部) の長さ	
w	切断幅	
w_2 , w_3	孔の上下幅	

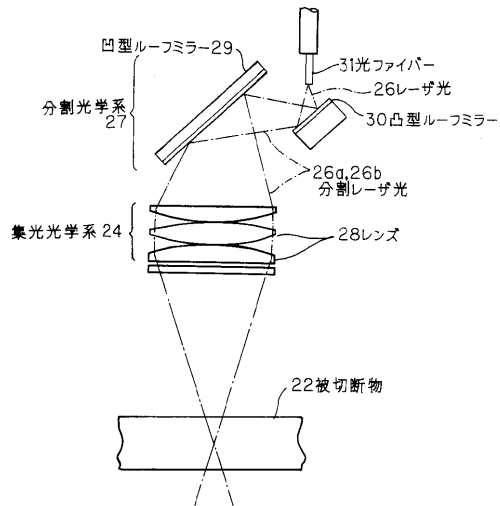
【 図 1 】



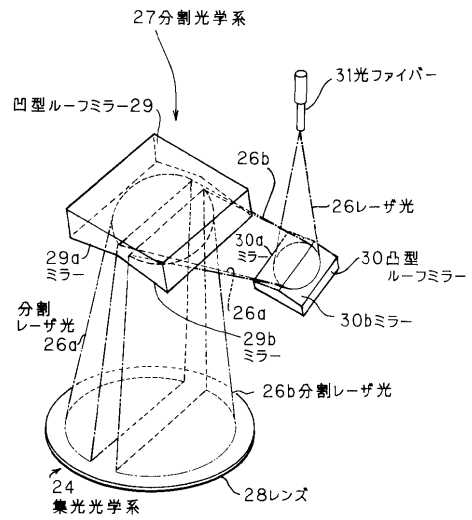
【 図 2 】



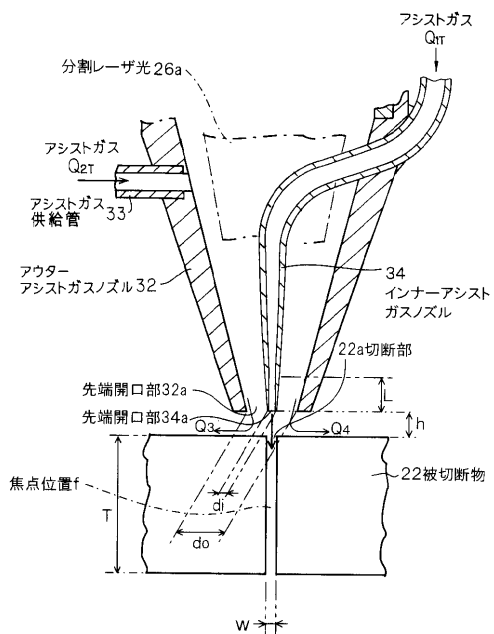
【 図 3 】



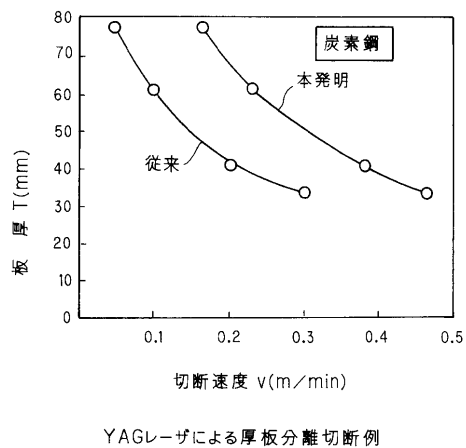
【 図 4 】



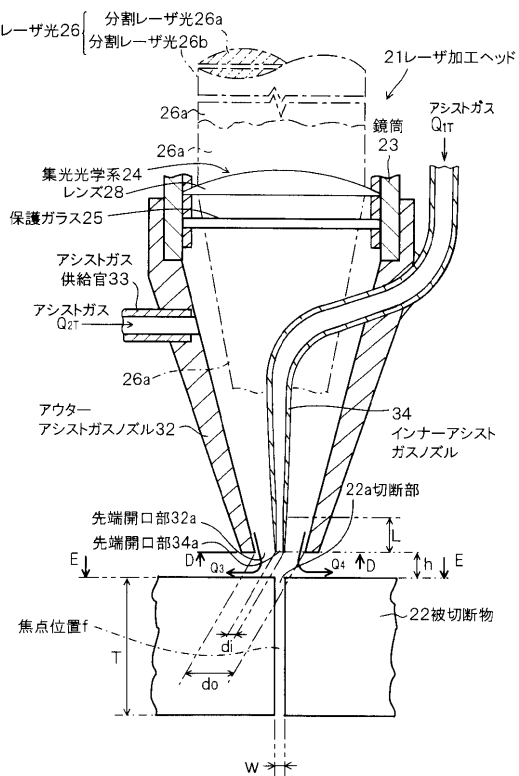
【 図 5 】



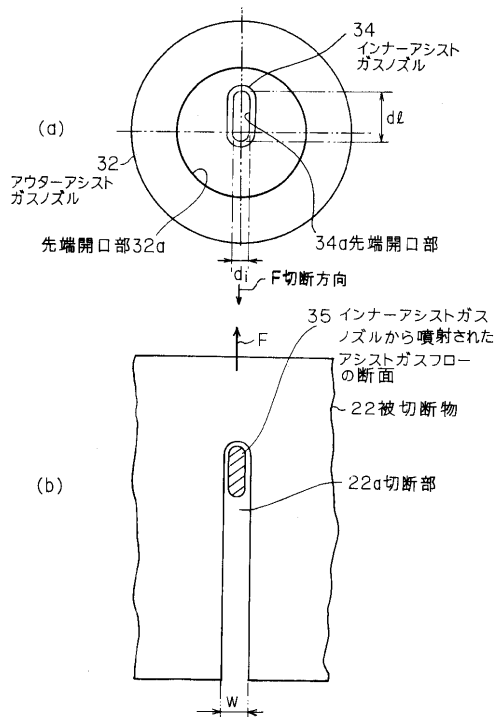
【 図 6 】



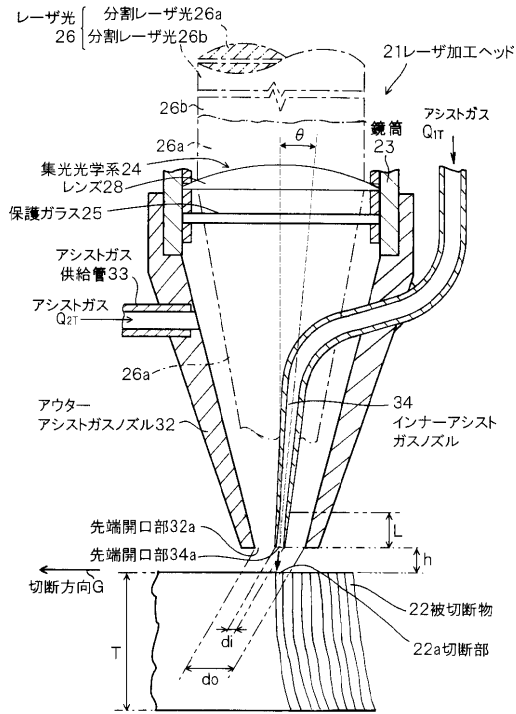
【 図 7 】



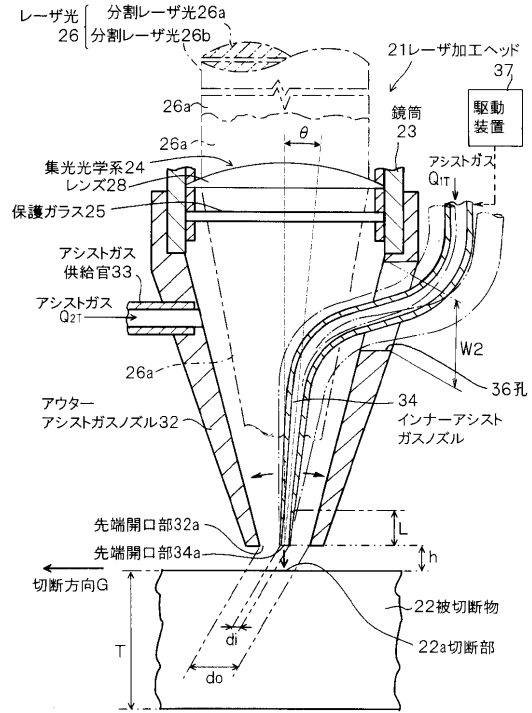
【 図 8 】



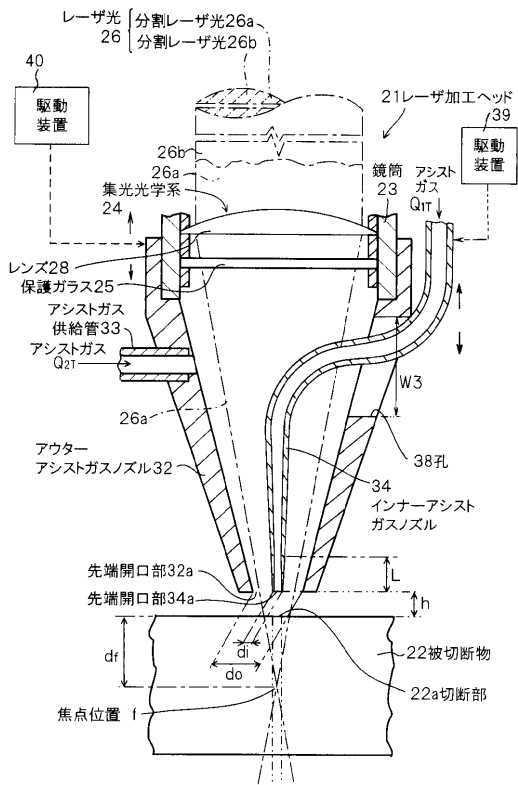
【図9】



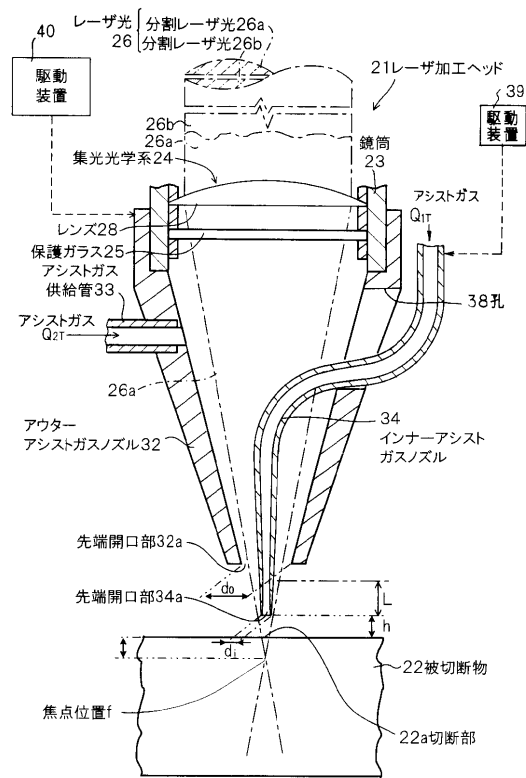
【図10】



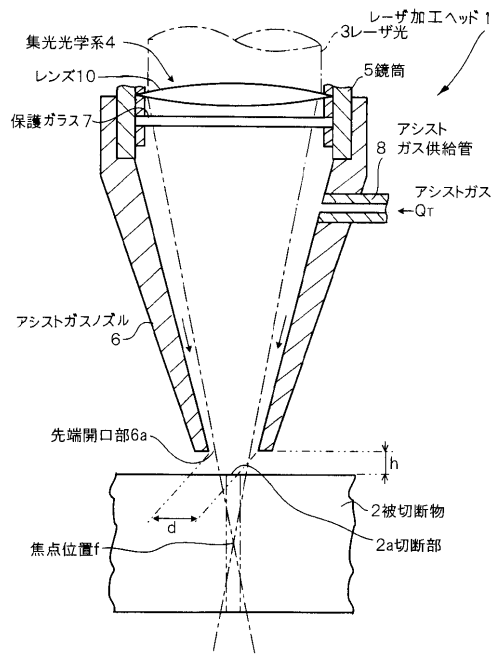
【図11】



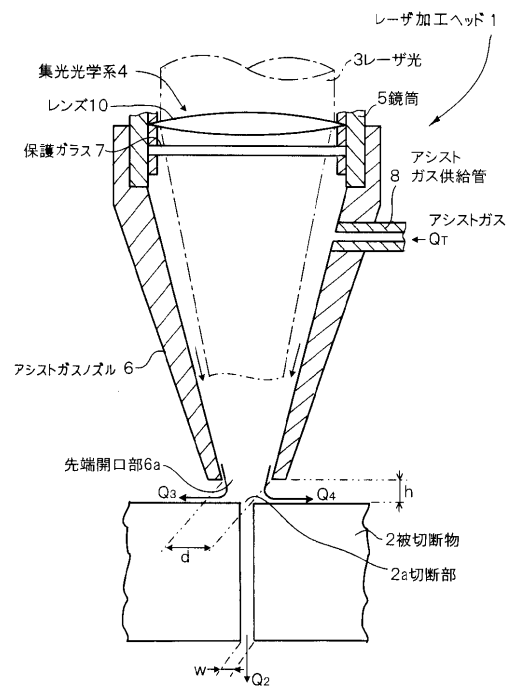
【図12】



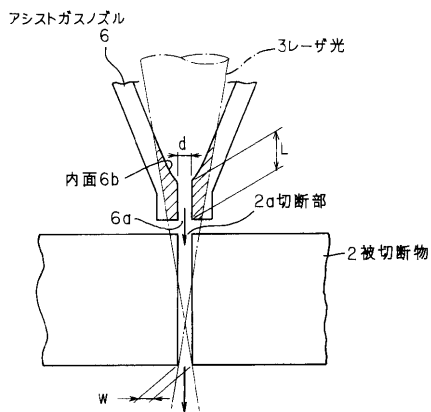
【 図 1 3 】



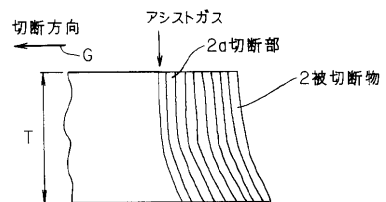
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 石出 孝
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
- (72)発明者 橋本 義男
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
- (72)発明者 道下 幸雄
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
- (72)発明者 沖村 浩司
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内

審査官 加藤 昌人

- (56)参考文献 特開平08-108289(JP,A)
特開平01-095890(JP,A)
特開昭59-087995(JP,A)
特開平08-281461(JP,A)
特開平08-019886(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
B23K 26/00-26/42