

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. September 2015 (24.09.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/139689 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 26/14 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/100110

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2015 (17.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 103 635.2 17. März 2014 (17.03.2014) DE

(71) Anmelder: **RWTH AACHEN KÖRPERSCHAFT DES
ÖFFENTLICHEN RECHTS** [DE/DE]; Templergraben
55, 52062 Aachen (DE).

(72) Erfinder: **JAKOBS, Stefan**; Kuckhoffstr. 31, 52064
Aachen (DE). **REISGEN, Uwe**; Heisterner Str. 40a, 52249
Eschweiler (DE). **OLSCHOK, Simon**; Schleckheimer Str.
61a, 52076 Aachen (DE). **KLEIN, Stefan**; Jakobstr. 65,
52064 Aachen (DE).

(74) Anwalt: **NAEVEN, Ralf**; Kanzlei König & Naeven,
Kackertstr. 10, 52072 Aachen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: VACUUM CHAMBER HAVING A PROTECTIVE HOUSING

(54) Bezeichnung : UNTERDRUCKKAMMER MIT EINEM SCHUTZGEHÄUSE

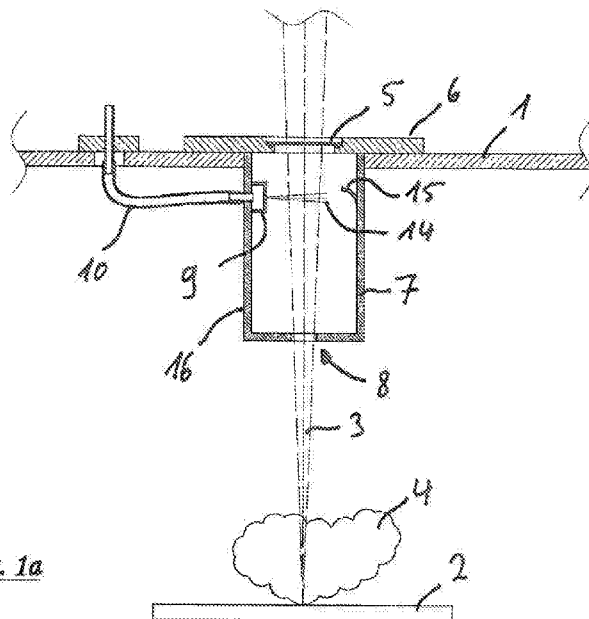


Fig. 1a

(57) Abstract: The invention relates to a vacuum chamber, comprising a protective housing (7, 32), wherein an element to be protected is arranged in the protective housing (7, 32) or is roofed over by the protective housing (7, 32), and a nozzle assembly (9, 26) for producing at least one protective-gas jet of a protective gas directed into the protective housing (7, 32), wherein the protective housing (7, 32) has a gas outlet opening (8) that allows protective gas to exit into a interior region of the vacuum chamber adjacent to the protective housing (7, 32). According to the invention, the nozzle assembly (9, 26) is designed to produce a directed continuous protective-gas flat jet (14, 33, 34) by means of the at least one protective-gas jet, wherein the protective-gas flat jet (14, 33, 34) is dimensioned and oriented in such a way that, in a viewing direction from the center point of the gas outlet opening (8) of the protective housing (7, 32) toward the element to be protected, the protective-gas flat jet (14, 33, 34) completely covers the element to be protected.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Unterdruckkammer mit einem Schutzgehäuse

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(7, 32), wobei ein zu schützendes Element in dem Schutzgehäuse (7, 32) angeordnet oder von dem Schutzgehäuse (7, 32) überdacht ist, und einer Düsenanordnung (9, 26) zur Erzeugung mindestens eines in das Schutzgehäuse (7, 32) hinein gerichteten Schutzgasstrahls eines Schutzgases, wobei das Schutzgehäuse (7, 32) eine einen Schutzgaustritt in einen am Schutzgehäuse (7, 32) angrenzenden Innenraumbereich der Unterdruckkammer erlaubende Gasaustrittsöffnung (8) aufweist, wird vorgeschlagen, dass die Düsenanordnung (9, 26) eingerichtet ist, mit dem mindestens einen Schutzgasstrahl einen gerichteten zusammenhängenden Schutzgas-Flachstrahl (14, 33, 34) zu erzeugen, wobei der Schutzgas-Flachstrahl (14, 33, 34) derart dimensioniert und ausgerichtet ist, dass bei Blickrichtung vom Mittelpunkt der Gasaustrittsöffnung (8) des Schutzgehäuses (7, 32) auf das zu schützende Element der Schutzgas-Flachstrahl (14, 33, 34) das zu schützende Element vollständig überdeckt.

Unterdruckkammer mit einem Schutzgehäuse

Die Erfindung betrifft eine Unterdruckkammer mit einem Schutzgehäuse mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Eine derartige Unterdruckkammer kann zur Bearbeitung eines oder mehrerer darin befindlicher Werkstücke verwendet werden. Dabei kann es zu Prozessemissionen gasförmiger, flüssiger oder fester Art kommen. Beispielhaft für die Bearbeitungsprozesse sind Schweißen, Bohren, Strukturieren oder Abtragen mit einem Laserstrahl oder einem Partikelstrahl, insbesondere einem Elektronenstrahl. Der Ausdruck Unterdruckkammer umfasst hier auch eine Vakuumkammer.

Aufgrund des in der Unterdruckkammer herrschenden geringen Drucks interagieren die Prozessemissionen nur stark vermindert mit einer entsprechend geringen Anzahl von Atomen oder Molekülen der in der Unterdruckkammer gegebenen Atmosphäre. Insbesondere überhitzte gasförmige Emissionen erreichen unter diesen Bedingungen oft nur sehr verzögert die Kondensationstemperatur, weshalb eine Kondensation der Emissionen in der Regel im Kontakt mit der ersten Oberfläche erfolgt. Handelt es sich bei den Emissionen um flüssige oder feste kleine Partikel, kommt es durch die verringerte Interaktion mit der Atmosphäre oft zu einem Niederschlag auf sämtlichen zugänglichen Oberflächen.

Innerhalb der Unterdruckkammer können ein oder mehrere Elemente existieren, die vor kondensierenden oder sich niederschlagenden Emissionen zu schützen sind. Ein zu schützendes Element kann z.B. eine optische Komponente sein, welche über einen möglichst langen Zeitraum hinweg gute reflektive oder transmissive Eigenschaften behalten soll.

Ohne besondere Schutzmaßnahmen müssen die zu schützenden Elemente in kurzen Zeitabständen zeitaufwändig gewartet, zum Beispiel gereinigt, oder ausgetauscht werden.

Aus dem Stand der Technik ist es allgemein bekannt, zum Schutz von Elementen, zum Beispiel zum Schutz von Beobachtungsoptiken von Elektronenstrahl-Schweißprozessen, so genannte Opfer-Oberflächen einzusetzen, die sich zwischen dem Ort des Entstehens der Prozessemissionen und dem zu schützenden Element befinden. Derartige Opfer-Oberflächen können zum Beispiel zu drehbaren Glasscheiben oder zu einer Filmkassette gehören. Die Opfer-Oberflächen gehören zu Verschleißteilen, die die Arbeitszeiten zwischen aufwändigen Wartungsarbeiten verlängern können, jedoch im Allgemeinen nur einmal verwendet werden.

Eine Unterdruckkammer der eingangs genannten Art ist aus der WO 2013/092981 A2 bekannt. Diese Druckschrift offenbart es, zwischen einem zu bearbeitenden Werkstück und dem zu schützenden Element, dort ein optisches Bauteil, ein Schutzgehäuse, vorzusehen und mittels mindestens einer Düse in das Schutzgehäuse ein Schutzgas einzublasen, welches über einen Gasaustritt das Schutzgehäuse verlässt und in einen am Schutzgehäuse angrenzenden Innenraumbereich der Unterdruckkammer eintritt. Bei diesem Prozess wird ein Schutzgasstrom erzeugt, der im Allgemeinen in Richtung auf das zu bearbeitende Werkstück ausgerichtet ist. Um die Oberfläche des zu schützenden Elements zu erreichen, müssten somit die Prozessemissionen durch den Gasaustritt hindurch gegen den Gasstrom arbeiten. Der Gasstrom wird gemäß diesem Stand der Technik seitlich eingebracht und auf Grund des bestehenden Druckgefälles zum umgebenden Innenraumbereich der Unterdruckkammer in Richtung auf die Gasaustrittsöffnung beschleunigt. Insbesondere gasförmige Prozessemissionen können auf diese Weise wirkungsvoll vom Zutritt in das Innere des Schutzgehäuses und vom Zutritt zu dem zu schützenden Element abgehalten werden. In Bezug auf feste oder flüssige Partikel kann dieser entgegengesetzte Schutzgasstrom jedoch unzureichend sein.

Aus der DE 295 18 138 U1 ist ein Lasergravier- und Schreibgerät bekannt, bei dem ein Schutzgas in Laserstrahlrichtung gesehen hinter der Optik seitlich in eine Werkzeugspitze eingeblasen und über eine Absaughaube einer Vakuumquelle zugeführt wird.

Aus der EP 0 618 037 B1 ist eine Optik- und Umweltschutzvorrichtung für Laserbehandlungsverfahren bekannt, bei der zwischen der Laseroptik und einem zu bearbeitenden Substrat ein Schutzgehäuse vorgesehen wird, welches unmittelbar auf das Substrat aufgesetzt wird. Es wird ein seitlicher Schutzgasstrom quer zur Strahlführung des Laserstrahls eingeblasen, welcher in Einlassrichtung von einer Vakuumquelle abgesaugt wird. Eine Unterdruckkammer zusätzlich zum Schutzgehäuse ist nicht offenbart.

Aus der US 2001/0040222 A1 ist eine Bearbeitungsvorrichtung unter Einsatz eines Elektronenstrahls bekannt, bei der der Elektronenstrahl über ein Eintrittsfenster auf ein in einer Unterdruckkammer befindliches Werkstück gerichtet wird. Zur Kühlung ist in einer Ausführungsform ein am Eintrittsfenster angrenzender Kühlblock vorgesehen, der von einer Kühlflüssigkeit durchflossen wird. Zur zusätzlichen Kühlung ist ein Flachstrahl eines Kühlgases unmittelbar auf das Eintrittsfenster gerichtet. Es ist darauf hingewiesen, dass dieser Kühlgasstrahl ein Anhaften von in der Unterdruckkammer entstandenen Verunreinigungen verhindern kann. Da der Flachstrahl jedoch primär zur Kühlung dient und für eine diesbezügliche hohe Effektivität unmittelbar auf das Eintrittsfenster gerichtet ist, kann er nicht zuverlässig verhindern, dass Partikel aus dem Bearbeitungsprozess, die einen hinreichenden Impuls in Richtung auf das Fenster aufweisen, dieses erreichen. Ein Schutzgehäuse im Sinne des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist in dieser Ausführungsform nicht vorgesehen. In weiteren Ausführungsformen wird kein Flachstrahl für das Kühlgas eingesetzt. In einer weiteren Variante wird die Unterdruckkammer in eine Vorkammer und eine Prozesskammer unterteilt, wobei das Kühlgas seitlich in die Vorkammer eingeblasen wird. Ein Flachgasstrahl ist auch bei dieser Ausführungsform nicht offenbart.

Aus der JP 021333189 A ist eine Vorrichtung zur Bearbeitung eines in einer Vakuumkammer befindlichen Werkstückes mittels eines Laserstrahls bekannt, der durch ein Eintrittsfenster in die Kammer gelangt. Ein Schutzgehäuse sowie ein Schutzgas-Flachstrahl sind nicht offenbart.

Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Unterdruckkammer der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, welche einen verbesserten Schutz eines zu schützenden Elements insbesondere vor festen und flüssigen Partikeln bietet.

Diese Aufgabe wird bei einer Unterdruckkammer der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Demnach ist die das Schutzgas in das Schutzgehäuse einblasende Düsenanordnung eingerichtet, mit dem mindestens einen Schutzgasstrahl einen gerichteten, zusammenhängenden Schutzgas-Flachstrahl zu erzeugen, wobei der Schutzgas-Flachstrahl derart dimensioniert und ausgerichtet ist, dass bei Blickrichtung vom Mittelpunkt der Gasaustrittsöffnung des Schutzgehäuses auf das zu schützende Element der Schutzgas-Flachstrahl das zu schützende Element vollständig überdeckt. Der Volumenstrom des Schutzgas-Flachstrahls dient zur seitlichen Ablenkung von ballistischen Spritzern, die es aufgrund ihrer Größe und kinetischen Energie von ihrem Entstehungsort entgegen der durch das Schutzgehäuse in Richtung auf das Werkstück gelenkten Schutzgasströmung durch die Gasaustrittsöffnung hindurch bis zu diesem Punkt geschafft haben.

Durch die seitliche Ablenkung können Wartungs- oder Instandsetzungsintervalle Kosten sparend verlängert werden. Durch die geringere Belastung des zu schützenden Elements wird dessen Funktion im geringeren Maße durch den Betrieb beeinträchtigt.

Aufgrund des einfachen Aufbaus kann das Schutzsystem aus Düsenanordnung und Schutzgehäuse leicht an jeweilige Anforderungen angepasst werden. Zudem kann für das Schutzgehäuse und die Düsenanordnung eine Wartungsfreiheit erreicht werden, da – abgesehen von optionalen zusätzlichen Schutzelementen - keine Verschleiß- oder Wegwerfteile umfasst sind.

Dabei kann der Schutzgas-Flachstrahl quer zu einer gedachten, sich zwischen dem Mittelpunkt der Gasaustrittsöffnung des Schutzgehäuses und dem Mittelpunkt der Oberfläche des zu schützenden Elements erstreckenden Verbindungslinie ausgerichtet

werden. Es ist vorteilhaft, wenn ein Anstellwinkel des Schutzgas-Flachstrahls, der sich z.B. auf eine Mittelebene des Schutzgas-Flachstrahls zu der gedachten Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt der Gasaustrittsöffnung des Schutzgehäuses und dem Mittelpunkt der Oberfläche des zu schützenden Elements beziehen kann, 90° beträgt, so dass die Verbindungslinie in Richtung des Normalenvektors der Mittelebene verläuft. Dieser Anstellwinkel kann aber auch einen Betrag zwischen 60° und 120° oder vorzugsweise zwischen 80° und 100° einnehmen. Die Breitenrichtung des Schutzgas-Flachstrahls ist dabei vorzugsweise senkrecht zur Verbindungslinie. Der Schutzgas-Flachstrahl kann in Höhenrichtung einen Öffnungswinkel aufweisen.

Sofern das zu schützende Element eine flache Oberfläche aufweist wird der Schutzgas-Flachstrahl bevorzugt so ausgerichtet, dass er parallel oder in einem flachen Winkel zur Oberfläche des zu schützenden Elements verläuft.

Vorzugsweise besteht zwischen dem zu schützenden Element und dem Schutzgas-Flachstrahl ein Abstand von mindestens 1 cm, weiter vorzugsweise mindestens 1,5 cm, weiter vorzugsweise mindestens 2 cm. Um dies zu erreichen, kann der parallel zur Längsmittelachse des Schutzgehäuses gemessene Abstand zwischen dem zu schützenden Element und einer Düse der Düsenanordnung oder - bei mehreren Düsen - der dem zu schützenden Element nächstgelegenen Düse vorzugsweise mindestens 1 cm, weiter vorzugsweise mindestens 1,5 cm, weiter vorzugsweise mindestens 2 cm betragen. Messpunkt an der Düse kann die in Richtung parallel zur Längsmittelachse des Schutzgehäuses gegebene Mitte der Düsenöffnung sein. Hierdurch wird die Effektivität der Ablenkung der Partikel erhöht, so dass ein möglichst hoher Anteil der Partikel allenfalls neben dem zu schützenden Element auftrifft.

Die Düsenanordnung ist vorzugsweise unmittelbar an einer Wand des Schutzgehäuses im Inneren des Schutzgehäuses angeordnet, kann aber alternativ in die Wand des Schutzgehäuses integriert sein oder diese durchdringen. Die Platzierung der Düse oder der Düsen der Düsenanordnung beschränkt/beschränken sich dabei in Umfangsrichtung der Schutzgehäusewand gesehen auf einen Teilbereich dieser Wand, vorzugsweise auf höchstens die Hälfte, weiter vorzugsweise auf höchstens ein Viertel

des Umfangs, so dass bei geeigneter Ausrichtung der Düse(n) der Schutzgas-Flachstrahl gerichtet ist, zum Beispiel in Richtung auf eine der Düsenanordnung gegenüberliegende Wand oder einen gegenüberliegenden Wandbereich des Schutzgehäuses. Bei einem Schutzgehäuse mit mindestens einer flachen Wand, z.B. bei einem Schutzgehäuse mit rechteckigem Querschnitt, kann sich die Düsenanordnung auf die eine flache Wand bzw. eine der flachen Wände beschränken. Bei einem Schutzgehäuse mit kreisförmigem Querschnitt kann die Düsenanordnung so ausgebildet sein, dass der gesamte Gasaustritt aus der Düsenanordnung auf höchstens dem halben Kreisumfang, bevorzugt auf ein Viertel des Kreisumfangs beschränkt ist.

Eine sich mit ihrer Düsenöffnung oder ihren Düsenöffnungen auf mehr als die Hälfte des Umfangs der Schutzgehäusewand oder gar gleichmäßig in Umfangsrichtung erstreckende Düsenanordnung ist damit ausgeschlossen, da diese nicht den gewünschten gerichteten zusammenhängenden Schutzgas-Flachstrahl erzeugen würde, der sich quer über den Schutzgehäusequerschnitt bis zur gegenüberliegenden Gehäusewand oder bis zu einem Strömungsumlenker erstreckt.

Die Ausbildung eines Schutzgas-Flachstrahls erlaubt den Einsatz geringer Gasmassenströme, so dass eine Erhöhung der Pumpleistung einer Vakuumpumpe gegenüber dem Betrieb ohne Schutzgas allenfalls moderat erfolgen muss. Dies erlaubt eine entsprechend geringe Dimensionierung der Vakuumquelle bzw. eine Umrüstung bestehender Unterdruckkammern, ohne dabei die Vakuumquelle austauschen zu müssen.

Es kann auch eine Einrichtung zur Regelung oder Steuerung des Gasmassenstroms des durch das Schutzgehäuse strömenden Schutzgases gegen die Nennpumpenleistung der Vakuumquelle vorgesehen werden, um den gewünschten Unterdruck in der Unterdruckkammer gewährleisten zu können.

Der benötigte geringe Gasmassenstrom erlaubt den Einsatz einer Schutzgasquelle, die das Schutzgas mit Umgebungsdruck (ca. 1 bar absolut) bereitstellt. Selbstverständlich sind auch höhere Drücke möglich. Durch die Druckdifferenz zum Arbeitskammerdruck

(kleiner 1 bar absolut) entsteht durch Expansion im Schutzgehäuse ein entsprechend hoher Gasvolumenstrom.

Die Art des verwendeten Schutzgases kann abhängig von der konkreten Anwendung gewählt werden. Das Schutzgas kann ein einzelnes Gas oder auch ein Gasgemisch sein. Im Folgenden sind beispielhaft Gase oder Gasgemische aufgeführt, aus denen das Schutzgas bestehen kann oder die das Schutzgas enthalten kann, z.B. typische Schutzgase, wie sie z.B. aus der Schweißtechnik bekannt sind, z.B. Edelgase oder Edelgasgemische oder CO₂, jedoch auch aktive Gase oder Gasgemische, wie z.B. Luft, Druckluft, O₂ oder chemisch reaktive Gase, wie Halogene, z.B. Cl oder F, oder metallurgisch aktive Gase, z.B. N₂ (beispielsweise als Austenitbildner oder zur Nitrierung) oder CO (beispielsweise zur Aufkohlung). Inerte und aktive Gase aller Art können bei Bedarf auch gemischt verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Unterdruckkammer kann auch so ausgebildet sein, dass Mittel zur Erzeugung eines Bypass-Gasstroms aus einem weiteren, zusätzlich zum Schutzgas eingesetzten Gas oder Gasgemisch sowie Mittel zur Regelung des Druckes in der Unterdruckkammer mittels des Bypass-Gasstromes vorgesehen sind. Zur Einstellung eines gewünschten Druckes in der Unterdruckkammer während der Werkstückbearbeitung kann der Bypass-Strom mit einem kostengünstigen Gas oder Gasgemisch, z.B. Luft, beispielsweise in Form von Druckluft, hergestellt werden. Das Gas oder Gasgemisch wird durch einen gesonderten Eingang eingeleitet und durch den Ausgang der Unterdruckkammer zur Vakuumquelle abgesaugt. Zur Einstellung des Druckes in der Unterdruckkammer kann der Gasmassenstrom des Bypass- Stromes geregelt oder gesteuert werden, während der Gasmassenstrom des Schutzgases davon unabhängig, vorzugsweise konstant, eingestellt werden kann. Hierdurch ist es möglich, die Kosten für das in der Regel teurere Schutzgas niedrig zu halten.

Vorteilhaft ist es, das Schutzgehäuse so auszurichten, dass die Richtung vom zu schützenden Element zum Gasaustritt oder die Längsmittelachse des Schutzgehäuses im Wesentlichen zu der Ausrichtung des Gravitationsfeldes parallel ist, so dass die Schutzgasströmung beim Austritt aus dem Schutzgehäuse der Gravitation folgt.

Es kann aber auch vorteilhaft sein, den Flachstrahl oder bei mehreren Flachstrahlen mindestens einen Flachstrahl parallel zur Richtung des Gravitationsfeldes auszurichten, so dass die durch den Flachstrahl erzeugte seitliche Ablenkung eines sich in Richtung auf das zu schützende Element bewegendes Partikels durch die Gravitation unterstützt wird.

Mit der Ausbildung des Schutzgas-Flachstrahls kann auf zusätzliche Schutzelemente, wie ein weiteres Schutzglas vor dem zu schützenden Element, verzichtet werden. Gleichwohl kann ein solches zusätzliches Element mitunter sinnvoll sein. Das zusätzliche Schutzelement kann bei Blickrichtung vom Werkstück auf das zu schützende Element vor dem Schutzgas-Flachstrahl angeordnet sein. Bevorzugt ist jedoch eine Anordnung hinter dem Schutzgas-Flachstrahl, so dass bereits das zusätzliche Schutzelement geschützt ist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann die Düsenanordnung mindestens eine Schlitzdüse umfassen. Mit einer Schlitzdüse tritt der Flachstrahl bereits zusammenhängend aus der Düsenanordnung aus. Damit ist beim Austritt des Schutzgases aus der Düsenanordnung unmittelbar eine so genannte Schutzgasklinge gegeben.

Es können auch zwei oder mehrere Schlitzdüsen parallel zueinander in Breitenrichtung gesehen nebeneinander angeordnet sein, nämlich um die geforderte Breite des Schutzgas-Flachstrahls zu gewährleisten. Die Schlitzdüsen sind dabei so nahe beieinander, dass sie sich zu einem gemeinsamen Flachstrahl vereinigen. Alternativ oder zusätzlich können zwei oder mehrere Schlitzdüsen derselben Düsenanordnung senkrecht zur Breitenrichtung unmittelbar untereinander angeordnet werden, nämlich um eine hinreichende Höhe des Schutzgas-Flachstrahls zu erreichen.

Die erfindungsgemäße Unterdruckkammer kann auch so ausgebildet sein, dass die Düsenanordnung mindestens eine Reihe nebeneinander angeordneter Lochdüsen umfasst. Die Lochdüsen sind dabei vorzugsweise parallel zueinander und auf einer gedachten Linie so dicht beieinander angeordnet, dass unmittelbar nach Austritt des Schutzgases aus den Lochdüsen sich die einzelnen Schutzgasstrahlen zu dem

geforderten zusammenhängenden gerichteten Schutzgas-Flachstrahl vereinigen. Der Querschnitt der Lochdüsen kann z.B. kreisförmig, oval oder rechteckig sein.

Es kann vorteilhaft sein, eine Gesamtbreite der den Schutzgasaustritt ermöglichenden Öffnung(en) der Düsenanordnung so zu wählen, dass sie zumindest die Ausdehnung des zu schützenden Elements in Breitenrichtung der Düsenanordnung beträgt. Damit kann die geforderte vollständige Überdeckung der Fläche des zu schützenden Elements mit dem Schutzgas-Flachstrahl gewährleistet werden.

Die Gesamtbreite ist z.B. bei einer einzelnen Schlitzdüse die Breite der Düsenöffnung. Bei mehreren in einer Reihe in Breitenrichtung nebeneinander angeordneten Düsen ist die Gesamtbreite der Abstand zwischen den äußeren Begrenzungen der äußeren Düsen.

Die erfindungsgemäße Unterdruckkammer kann auch so ausgebildet sein, dass im Schutzgehäuse der Düsenanordnung gegenüberliegend ein Strömungsumlenker angeordnet ist. Dieser Strömungsumlenker richtet die aus der Düsenanordnung austretende Strömung in Richtung auf die Gasaustrittsöffnung, so dass der Impuls der Schutzgasatome oder Schutzgasmoleküle in Richtung auf die Gasaustrittsöffnung gelenkt wird, um eine effektive, den Prozessemissionen entgegengerichtete Schutzgasströmung zu begünstigen.

Ein zu schützendes Element kann z.B. eine Komponente sein, welche über einen möglichst langen Zeitraum hinweg gute reflektive oder transmissive Eigenschaften behalten soll, z.B. ein Strahlungsdurchtrittselement, beispielsweise in Form einer Einblickoptik oder einer Durchführung für den Bearbeitungsstrahl, ein Spiegelsystem oder ein Kamerasystem. Das zu schützende Element kann auch strahlformend sein, z.B. eine Linse. Bei einem zu schützenden Element kann es sich auch um einen Teilbereich einer solchen Komponente handeln, nämlich sofern nur dieser Teilbereich für den durchzuführenden Prozess benötigt wird, zum Beispiel der Teilbereich für den Durchtritt des Bearbeitungsstrahls, z.B. eines elektromagnetischen Strahls, insbesondere Laserstrahls, oder eines Partikelstrahls, oder für den Strahlengang einer Beobachtungseinrichtung.

Des Weiteren kann es sich bei dem zu schützenden Element um einen Sensor handeln, welcher durch zunehmende Verschmutzung, z.B. durch Kondensation oder Niederschlag von Prozessemissionen ungenauere Messwerte liefern oder ausfallen kann. Beispiele von Sensoren sind Strahlungssensoren, z.B. Geiger-Müller-Zählrohre, oder Sensoren zur Erfassung von rückgestreuten oder durchtretenden Elektronen, z.B. als Prozesssensoren im Bereich des Elektronenschweißens. Insbesondere bei letzterer Anwendung würde es durch eine durch Metaldampf bedingte Beschichtung des Sensors oder von Teilen hiervon zu Fehlmessungen, beispielsweise aufgrund eines durch Kriechströme zwischen Sensoroberfläche und Gehäuse bedingten Masseschlusses kommen.

Die erfindungsgemäße Unterdruckkammer kann so ausgebildet sein, dass die eingesetzte elektromagnetische Strahlung zur Bearbeitung eines Werkstückes vorgesehen ist.

Alternativ kann die erfindungsgemäße Unterdruckkammer so ausgebildet sein, dass die eingesetzte elektromagnetische Strahlung zur Beobachtung, zum Beispiel eines Bearbeitungsprozesses, vorgesehen ist. Die elektromagnetische Strahlung zur Beobachtung kann auch im Inneren der Unterdruckkammer erzeugt werden, z.B. vom Werkstück in Form der Eigenstrahlung aufgrund seiner Wärme.

Die erfindungsgemäße Unterdruckkammer kann auch so ausgebildet sein, dass die Gasaustrittsöffnung eine veränderbare Blende ist. Die Veränderbarkeit kann sich auf die Fläche der Gasaustrittsöffnung beziehen, z.B. um die Öffnungsgröße an einen wechselnden Durchmesser des Bearbeitungsstrahls, beispielsweise aufgrund einer Änderung der Fokusslage, oder an den Volumenstrom des Schutzgases anzupassen oder um die Beobachtungsrichtung oder den beobachtbaren Bereich zu verändern. Die Veränderbarkeit kann sich aber auch auf die Position der Gasaustrittsöffnung beziehen, z.B. um einer möglichen Pendelbewegung eines Bearbeitungsstrahls zu folgen. Des Weiteren kann sich die Veränderbarkeit auch auf die Geometrie der Gasaustrittsöffnung beziehen, z.B. zur Änderung von einer Kreisform zu einer Schlitzform oder zur Änderung von Leitelementen, die dem aus dem Schutzgehäuse austretenden

Schutzgasstrom eine Vorzugsströmungsrichtung geben. Dies kann ebenfalls beispielsweise zur Anpassung an eine Pendelbewegung eines Bearbeitungsstrahls erfolgen. Die Veränderbarkeit kann auch eine beliebige Mischform aus mindestens zwei der oben beschriebenen Veränderbarkeiten sein.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann die erfindungsgemäße Düsenanordnung so ausgebildet sein, dass mindestens eine zweite Düsenanordnung vorhanden ist, wobei die mindestens zwei Düsenanordnungen in Richtung vom zu schützenden Element zur Gasaustrittsöffnung des Schutzgehäuses gesehen hintereinander angeordnet sind. Auf diese Weise können mindestens zwei voneinander getrennte Schutzgas-Flachstrahlen erzeugt werden, welche abzulenkende Partikel nacheinander durchlaufen müssten, um zu dem zu schützenden Element zu gelangen.

Dabei kann es vorteilhaft sein, die mindestens zwei Düsenanordnungen derart auszurichten, dass in einer Projektion der Strömungen der zugehörigen Schutzgas-Flachstrahlen auf eine Projektionsebene, welche senkrecht zu einer gedachten, sich vom Mittelpunkt des zu schützenden Elements zum Mittelpunkt der Gasaustrittsöffnung des Schutzgasgehäuses erstreckenden Verbindungslinie ist, die Strömungen mindestens zweier der Schutzgas-Flachstrahlen einander kreuzen. Als Beispiel seien zwei Schutzgas-Flachstrahlen betrachtet, die entlang der besagten gedachten Verbindungslinie gesehen mit Abstand hintereinander angeordnet und deren Mittelebenen zueinander parallel sind. Die geforderte Kreuzung der projizierten Flachstrahlströmungen ist dann gegeben, wenn Hauptströmungsrichtungen der Schutzgas-Flachstrahlen in den zugehörigen Mittelebenen nicht parallel zueinander sind. Sind in einem veränderten Beispiel die Mittelebenen der Schutzgas-Flachstrahlen nicht parallel zueinander, sind also die Mittelebenen und mithin die Schutzgas-Flachstrahlen zur gedachten Verbindungslinie unterschiedlich angestellt, so ist die geforderte Kreuzung der projizierten Flachstrahlströmungen dann gegeben, wenn die senkrecht zur Verbindungslinie gegebenen Komponenten der Hauptströmungsrichtungen der beiden Schutzgas-Flachstrahlen nicht parallel zueinander sind.

Die unterschiedliche Ausrichtung von mindestens zweien der Schutzgas-Flachstrahlen hat insbesondere den Vorteil, wenn zu den beteiligten Schutzgas-Flachstrahlen jeweils ein Strömungsumlenker vorgesehen wird, ohne dass eine in Richtung auf den Gasaustritt umgelenkte Strömung der in Richtung der umgelenkten Strömung gesehen oberen Düsenanordnung den Flachstrahl einer der unteren Düsenanordnung wesentlich stört.

In der betrachteten Projektion beträgt der Kreuzungswinkel zwischen zwei Schutzgas-Flachstrahlen, bzw. der Winkel zwischen zwei Ebenen-Strömungskomponenten, vorzugsweise 0° bis $\pm 90^\circ$ betragen, wobei jeweils alle Zwischenwerte der Winkel, z.B. in 5° -Schritten, denkbar sind.

Die erfindungsgemäße Unterdruckkammer kann auch so ausgebildet sein, dass die Position des Schutzgehäuses relativ zu einer Unterdruckkammer-Begrenzungswand veränderbar ist. Hierdurch ist es insbesondere möglich, die Mittel zur Fokussierung des Bearbeitungsstrahls, z.B. eine Fokussierlinse, in ihrer Position zu verändern und z.B. weiter in das Innere der Unterdruckkammer zu verlegen. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei größeren Unterdruckkammern, da auf diese Weise z.B. die Notwendigkeit langer Fokussierstrecken wegfallen kann. Zudem wird ein größeres Spektrum an Werkstückgrößen oder an Positionen des Werkstückes innerhalb der Unterdruckkammer ermöglicht, da die Position des Schutzgehäuses angepasst werden kann, ohne die optischen Parameter, z.B. Kollimierstrecke, Fokussierstrecke oder Abbildungsverhältnis ändern zu müssen. Die Veränderung der Position des Schutzgehäuses kann manuell oder motorisch erfolgen.

Die Unterdruckkammer kann an einem das Schutzgehäuse tragenden Durchführungselement, z.B. einem Strahlführungsrohr, über eine Vakuumdichtung, z.B. über einen oder mehrere Radialdichtringe oder eine Stopfbuchse, gegenüber der Umgebung abgedichtet sein.

Zur Kompensation der wegen des Druckunterschiedes zwischen dem Inneren der Unterdruckkammer und der Umgebung auftretenden Kraft kann ein Lastausgleichssystem vorgesehen werden, z.B. durch Pneumatikzylinder, vorzugsweise

kolbenstangenlose Pneumatikzylinder, die z.B. beim Evakuieren der Kammer mit entsprechendem Druck beaufschlagt werden können. Bei entsprechender Gestaltung kann das Lastausgleichssystem auch zur Unterstützung eines motorischen Antriebs, z.B. eines Linearantriebs, bei Zwangslagen dienen.

Die Unterdruckkammer kann dabei so eingerichtet sein, dass ein Aufnahmeraum vorgesehen ist, welcher vom Inneren der Unterdruckkammer gesehen eine Vertiefung relativ zur umgebenden Unterdruckkammer-Begrenzungswand darstellt.

Aufnahmeraum und Schutzgehäuse können dabei derart ausgestaltet sein, dass das vordere Ende des Schutzgehäuses zum Teil oder vollständig in den Aufnahmeraum eingezogen werden kann.

Das zu schützende Element kann – wie auch in den anderen Ausführungsformen - eine strahlformende Optik, z.B. eine Fokussierlinse sein, oder ein gesondertes Einkoppelfenster für elektromagnetische Strahlung oder Partikelstrahlung, welches z.B. kostengünstig und/oder leicht auswechselbar ist.

Die Zuleitung des Schutzgases zum Schutzgehäuse kann beispielsweise über das Innere des Durchführungselements und/oder in der Außenwand des Durchführungselements angeordnet sein.

Es kann auch vorteilhaft sein, eine Spritzschutzhülse vorzusehen, welche einen Teil des Durchführungselements umgibt und das Innere des Aufnahmeortes, die Vakuumdichtung sowie den die Vakuumdichtung durchlaufenden Teil der Außenwand des Durchführungselements gegen Verunreinigungen durch Partikel, z.B. solche, die bei der Bearbeitung vom Werkstück abspritzen, schützt. Die Spritzschutzhülse kann dabei so angeordnet sein, dass sie im Falle eines Verfahrens des Schutzgehäuses zumindest auf einem Teilstück des Fahrweges zusammen mit dem Schutzgehäuse bewegt wird.

Der Bearbeitungsstrahl kann über einen Spiegel, vorzugsweise einen teildurchlässigen Spiegel, in das Durchführungselement geleitet werden. Dabei kann der Spiegel derart angeordnet werden und ausgebildet sein, dass ein zum Bearbeitungsstrahl parallele

vorzugsweise koaxiale Beobachtung der Bearbeitung möglich ist. Der Spiegel kann auch in seiner Ausrichtung steuerbar sein, um die Richtung des Bearbeitungsstrahls beeinflussen zu können. Der Spiegel kann auch ein Schwingspiegel sein, um eine Schwingungsbewegung des Bearbeitungsstrahls auf dem Werkstück zu ermöglichen.

Im Folgenden werden vorteilhafte Ausbildungsformen der erfindungsgemäßen Unterdruckkammer anhand von Figuren dargestellt.

Es zeigt schematisch

- Fig. 1a: ausschnittsweise eine Doppelkammer mit Schutzgehäuse in einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 1b: ein Schutzgehäuse mit Schutzgas-Flachstrahl im Querschnitt,
- Fig. 2: eine Düsenanordnung mit einer Schlitzdüse für das Schutzgas,
- Fig. 3: eine Düsenanordnung mit einer Reihe von Lochdüsen,
- Fig. 4: ausschnittsweise eine Unterdruckkammer mit Schutzgehäuse in einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 5: ausschnittsweise eine Unterdruckkammer mit Schutzgehäuse in einer dritten Ausführungsform,
- Fig. 6: ausschnittsweise eine Unterdruckkammer mit Schutzgehäuse in einer vierten Ausführungsform,
- Fig. 7: ausschnittsweise eine Unterdruckkammer mit Schutzgehäuse in einer fünften Ausführungsform,
- Fig. 8: ausschnittsweise eine Unterdruckkammer mit Schutzgehäuse in einer sechsten Ausführungsform,

Fig. 9: eine alternative Ausgestaltung einer Düsenanordnung mit Schlitzdüse,

Fig. 10: eine Ausgestaltung mit zwei Düsenanordnungen unterschiedlicher Ausrichtung,

Fig. 11: im Querschnitt ein gegen eine Unterdruckkammer-Begrenzungswand verschiebbares Schutzgehäuse in einer mittleren Position,

Fig. 12: im Querschnitt das Schutzgehäuse gemäß Fig. 11 nahe einer äußeren Endposition und

Fig. 13: im Querschnitt das Schutzgehäuse gemäß Fig. 11 in einer inneren Endposition.

Fig. 1a zeigt schematisch eine Unterdruckkammer, von der lediglich eine obere Unterdruckkammer-Begrenzungswand 1 zu sehen ist. In der Unterdruckkammer ist ein Werkstück 2 angeordnet, welches mit einem Laserstrahl 3 bearbeitet wird. Schematisch sind die bei der Laserstrahlbearbeitung entstehenden Prozessemissionen 4 dargestellt. Der Laserstrahl 3 tritt durch eine Eintrittsoptik 5 in die Unterdruckkammer ein. Die Eintrittsoptik 5 ist über einen Befestigungsring 6 an der Unterdruckkammer-Begrenzungswand 1 fixiert. Ausgehend vom Befestigungsring 6 ragt ein Schutzgehäuse 7, welches einen z.B. zylindrischen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen kann, in das Innere der Unterdruckkammer hinein. Vom Werkstück 2 aus gesehen überdacht somit das Schutzgehäuse 7 die Eintrittsoptik 5, welche ein zu schützendes Element darstellt.

Der Laserstrahl 3 durchläuft das Schutzgehäuse 7 und verlässt das Schutzgehäuse 7 durch eine Blendenöffnung 8. Mittels einer Düsenanordnung 9 wird über eine Schutzgaszuleitung 10 dem Schutzgehäuse 7 ein Schutzgas zugeführt.

Fig. 1b zeigt ein Schutzgehäuse 7 mit kreisförmigem Querschnitt und Ausschnittsweise eine Düsenanordnung 9 mit austretendem Schutzgas-Flachstrahl 14, dessen seitliche

Grenzen durch eine Strichelung dargestellt sind. Durch Punktierung ist eine Eintrittsoptik 5 für einen Laserstrahl angedeutet, die sich entsprechend zu Fig. 1a mit Abstand oberhalb des Schutzgas-Flachstrahls 14 befindet. Die Breite und Ausrichtung des Schutzgas-Flachstrahls 14 ist so gewählt, dass bei einem Blick von der in Fig. 1b nicht dargestellten Gausaustrittsöffnung (siehe 8 in Fig. 1a) in Richtung auf den Mittelpunkt der Eintrittsoptik 5 die Eintrittsoptik 5 vom Schutzgas-Flachstrahl 14 völlig überdeckt ist. Für die Zwecke der Erfindung ist es auch hinreichend, wenn der Schutzgas-Flachstrahl 14 allein den Bereich der Eintrittsoptik 5 überdeckt, der für die durchtretende Strahlung benötigt wird.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Düsenanordnung 9, welche eine Schlitzdüse 11 aufweist, die sich von einer Schutzgasdurchführung 12 erstreckt.

Eine alternative Ausführung der Düsenanordnung 9 zeigt Fig. 3, wonach an Stelle einer Schlitzdüse eine Vielzahl in Reihe angeordneter Lochdüsen 13 vorgesehen ist. Die Lochdüsen sind derart nahe beieinander angeordnet, dass sich das daraus ausströmende Schutzgas zu einem Schutzgas-Flachstrahl 14 (Fig. 1) vereinigt.

Die Düsenanordnung 9 ist derart im Schutzgehäuse 7 ausgerichtet, dass der Schutzgas-Flachstrahl 14 quer zum Strahlengang des Laserstrahls 3 ausgerichtet ist. Die Breite des Schutzgas-Flachstrahls 14 ist hinreichend, um die Eintrittsoptik 5 jedenfalls so weit zu überdecken, dass Prozessemissionen 4, die es bei geradliniger Bewegung von der Blendenöffnung 8 aus in Richtung auf den für den Strahlengang der Laserstrahlung 3 benötigten Bereich der Eintrittsoptik 5 bis zur Höhe des Schutzgas-Flachstrahls 14 geschafft haben, vom Schutzgas-Flachstrahl 14 erfasst würden. Dies wird jedenfalls dann bei geeigneter Ausrichtung der Düsenanordnung 9 gewährleistet, wenn die Breite des Schutzgas-Flachstrahls 14 bereits bei Austritt aus der Düsenanordnung 9 der Ausdehnung des Strahlenganges am Ort der Eintrittsoptik 5 entspricht. Die Breite des Schutzgas-Flachstrahls bei Austritt aus der Düsenanordnung 9 entspricht der senkrecht zur Ausströmungsrichtung des Schutzgases gegebenen Breite b der Schlitzdüse 11 (siehe Fig. 2) bzw. im Fall der Vielzahl in Reihe nebeneinander angeordneter Lochdüsen 13 dem Abstand zwischen den äußersten Begrenzungen der äußeren Lochdüsen 13.

In der Unterdruckkammer herrscht auf Grund einer hier nicht dargestellten Vakuumquelle, z.B. einem Pumpstand, ein niedriger Druck, so dass das Schutzgas im Schutzgehäuse 7 auf die Blendenöffnung 8 hin beschleunigt wird und durch diese Blendenöffnung 8 hindurch in das Innere der Unterdruckkammer strömt. Die Blendenöffnung 8 dient somit gleichzeitig als Gasaustrittsöffnung. Auf Grund der Strömung des Schutzgases durch die Blendenöffnung 8 hindurch gelangen gasförmige Teilchen der Prozessemission 4 nicht oder kaum in das Schutzgehäuse 7 hinein oder werden mitgerissen. Ein im Schutzgehäuse 7 der Düsenanordnung 9 gegenüber angeordneter Strömungsumlenker 15 (Fig. 1a), auf welchen das Schutzgas aufprallt, unterstützt die Ablenkung der Strömung in Richtung auf die Blendenöffnung 8. Zwingend ist der vorteilhafte Strömungsumlenker 15 jedoch in keinem der Beispiele.

Feste oder flüssige Partikel der Prozessemissionen, die auf Grund ihrer Bewegungsrichtung und kinetischen Energie durch die Blendenöffnung 8 hindurch in das Schutzgehäuse 7 eintreten und den zur Blendenöffnung 8 gerichteten Gegenstrom des Schutzgases überwinden, werden auf Grund der Ausrichtung des Schutzgas-Flachstrahles 14 seitlich in Richtung auf eine Seitenwand des Schutzgehäuses 7 oder auf den Strömungsumlenker 15 abgelenkt. Auf diese Weise wird zuverlässig verhindert, dass diese festen oder flüssigen Partikel der Schutzemissionen 4 die Eintrittsoptik 5 – jedenfalls in dem zu schützenden Bereich – erreichen. Gemäß der Ausführungsform nach Fig. 1 wird das Schutzgas mittels der Schutzgaszuleitung 10 durch eine Schutzgehäuse-Außenwand 16 sowie durch die obere Unterdruckkammer-Begrenzungswand 1 hindurch geführt.

Fig. 4 zeigt eine Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der gegenüber der Ausbildungsform nach Fig. 1 lediglich die Form des Schutzgehäuses 7 geändert ist. So weist das Schutzgehäuse 7 in seinem vorderen Bereich ein sich verjüngendes Endstück 17 z.B. in konischer Form oder in Form eines Pyramidenstumpfes auf. Wegen der Übereinstimmung wird in Bezug auf die übrigen dargestellten Elemente auf die Beschreibung zu Fig. 1 verwiesen.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausbildungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem abgestuften Endstück 18 des Schutzgehäuses 7, welches z.B. zylindrisch oder

im Querschnitt rechteckig sein kann. Der Strömungsumlenker 15 ist in diesem Fall am inneren Ende einer Stufe 19 angeordnet, um eine wirkungsvolle Strömungsumleitung in Richtung auf die Blendenöffnung 8 bewirken zu können.

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausbildungsform, bei der das Schutzgehäuse 7 wie in Fig. 4 ein sich verjüngendes Endstück 17 aufweist. Im Unterschied zu Fig. 4 ist die Schutzgaszuleitung 10 nicht durch die obere Unterdruckkammer-Begrenzungswand 1, sondern durch den die Eintrittsoptik 5 tragenden Befestigungsring 6 geführt und muss auf diese Weise nicht nochmals die Schutzgehäuse-Außenwand 16 durchdringen. Diese Variante der Schutzgaszuleitung ist selbstverständlich ebenfalls bei einem Schutzgehäuse 7 mit durchgehend konstantem Querschnitt (Fig. 1) oder mit abgestuftem Endstück 18 (Fig. 5) möglich.

Fig. 7 zeigt eine Ausbildungsvariante der erfindungsgemäßen Unterdruckkammer, bei der eine Bearbeitungseinheit 20 innerhalb der Unterdruckkammer angeordnet ist, von der lediglich eine obere Begrenzungswand 1 und eine seitliche Begrenzungswand 31 zu sehen ist. Zur Bearbeitung eines Werkstücks 2 dient ein Laserstrahl 3, der aus einer hier nicht dargestellten, in der Bearbeitungseinheit angeordneten Laserquelle stammt oder mittels einer hier ebenfalls nicht dargestellten Laserzuführung, z.B. über Glasfaser, eingebracht wird. Der auf dem Werkstück 2 auftreffende Laserstrahl erzeugt dort Prozessemissionen 4. Die Bearbeitungseinheit 20 weist eine Austrittsoptik 21 auf, welche äquivalent zu der Eintrittsoptik 5 in den Fig. 1 und 4 bis 6 zu betrachten ist. An der Bearbeitungseinheit 20 ist ein Schutzgehäuse 7, hier beispielhaft mit konischem Endstück 17, angeordnet. Das Schutzgehäuse 7 schützt die Austrittsoptik 21 vor dem Einfluss der Prozessemissionen 4 entsprechend der in den Fig. 1 und 4 bis 6 gezeigten Weise. Hierfür wird über eine Schutzgaszuleitung 10 ein Schutzgas über eine Düsenanordnung 9 in das Schutzgehäuse 7 in Form eines Schutzgas-Flachstrahls 14 eingebracht, der auf einen gegenüberliegenden Strömungsumlenker 15 trifft.

Auch für die innen liegende Bearbeitungseinheit 20 können verschiedene Formen des Schutzgehäuses 7 vorgesehen werden, zum Beispiel solche, wie sie in den Fig. 1 und 5 dargestellt sind.

Fig. 8 zeigt eine Ausbildungsform der erfindungsgemäßen, durch die Begrenzungswände 1 und 31 schematisch angedeuteten Unterdruckkammer, die anstelle der Bearbeitungseinheit 20 (Fig. 7) im Inneren eine Beobachtungseinheit 22 aufweist. Die Beobachtungseinheit 22 umfasst ein hier nicht gesondert dargestelltes Beobachtungsinstrument, zum Beispiel eine Kamera, zu der der Beobachtungsstrahlengang 23 dargestellt ist. Der Beobachtungsstrahlengang 23 tritt durch die Beobachtungsoptik 24. Alle übrigen Elemente entsprechen denen der Fig. 7, weshalb auf die dortige Beschreibung verwiesen wird.

Die Prozessemissionen 4 werden gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 durch einen nicht dargestellten Bearbeitungsstrahl, bei dem es sich um einen Laserstrahl oder einen Partikelstrahl, z.B. einen Elektronenstrahl, handeln kann, erzeugt.

Auch im Falle einer Beobachtungseinheit 22 kann das Schutzgehäuse 7 andere Formen, zum Beispiel die in den Fig. 1 oder 5 gezeigten, aufweisen.

Eine Beobachtungseinheit kann auch außerhalb der Unterdruckkammer angeordnet sein. Dies ist in den Figuren nicht gesondert dargestellt, jedoch leicht nachvollziehbar, wenn in den Fig. 1 sowie 4 bis 6 der dortige Laserstrahl 3 durch einen Beobachtungsstrahlengang ersetzt wird, welcher zu einer dort nicht dargestellten und außerhalb der Unterdruckkammer angeordneten Beobachtungseinheit gehört. In diesem Fall kann ein Vorgang in der Unterdruckkammer, zum Beispiel ein Beschichtungsvorgang, beispielsweise eine PVD-Beschichtung, beobachtet werden. Die Beobachtung kann auch eine Bearbeitung des Werkstückes 2 durch einen gesonderten Energiestrahл, zum Beispiel Laserstrahl oder Elektronenstrahl betreffen.

Fig. 9 zeigt in Aufsicht ein Plattenelement 25 mit Düsenanordnung 26, welche für ein in Fig. 9 nicht dargestelltes Schutzgehäuse mit kreisförmigem Querschnitt geeignet ist und eine Schlitzdüse 27 umfasst. Die Schlitzdüse 27 wird über eine Schutzgasdurchführung 28 und eine Schutzgaszuleitung 29 mit Schutzgas versorgt. Der Austritt der Schlitzdüse 27 hat die Form eines Kreisbogens und ist somit insbesondere für ein zylindrisches oder konisches Schutzgehäuse angepasst. Die Plattenanordnung 25 kann zum Beispiel

über Befestigungsbohrungen 30 an einer hier nicht dargestellten Unterdruckkammer-Begrenzungswand fixiert werden.

Auch eine Düsenanordnung mit einer Mehrzahl von Schlitzdüsen oder mit einer Mehrzahl von Lochdüsen kann so ausgebildet sein, dass die Austrittsstellen für das Schutzgas einer Kreisbogenlinie oder einer sonstigen an den Umfangsverlauf eines Schutzgehäuses angepassten Linie folgen.

Fig. 10 zeigt schließlich schematisch ein Schutzgehäuse 32 in Blickrichtung in Längsachse des Schutzgehäuses 32, z.B. von einem hier nicht dargestellten zu schützenden Element zu einem hier ebenfalls nicht sichtbaren Gasaustritt des Schutzgehäuses. Zu sehen ist die rein schematische Darstellung eines oberen Flachstrahls 33 und eines unteren Flachstrahls 34, welche in Blickrichtung mit Abstand zueinander jeweils in Pfeilrichtung strömen und somit in Ebenen senkrecht zur Längsachse des Schutzgehäuses 32 um den Winkel α unterschiedliche Strömungsrichtungen aufweisen. Dies hat den Effekt, dass mögliche Partikel, die sich in Richtung auf das zu schützende Element bewegen, nacheinander zwei Flachstrahlen 33 und 34 des Schutzgases durchlaufen müssen und jeweils einen seitlich gerichteten Impuls erhalten. Eine Komponente des durch den unteren Flachstrahl 34 gegebenen Impulses kann durch den oberen Flachstrahl 33 verstärkt werden und somit den Schutz des zu schützenden Elements erhöhen. Der Winkel α hat beispielsweise einen Wert aus dem Bereich von 0° bis $\pm 90^\circ$.

Fig. 11 zeigt schematisch im Querschnitt ausschnittsweise eine Unterdruckkammer, bei der ein Schutzgehäuse 57 relativ zu einer oberen Unterdruckkammer-Begrenzungswand 51 in seiner Position veränderbar ist. Innerhalb der Unterdruckkammer befindet sich ein Werkstück 52, welches mit einem Laserstrahl 53 beaufschlagt wird. Der aus einer nicht dargestellten Quelle stammende Laserstrahl 53 wird über einen Spiegel 54 und über ein als Durchführungselement dienendes Strahlführungsrohr 65 auf eine Fokussierlinse 66 gelenkt, die den Laserstrahl 53 auf die Oberfläche des Werkstücks 52 fokussiert. Der Spiegel 54 kann z. B. als Halbspiegel ausgebildet sein, der eine zum Laserstrahl 53 koaxiale Beobachtung des Werkstücks 52 erlaubt. Der Spiegel 54 kann auch als Schwingspiegel vorgesehen sein, mit dem die

Strahlrichtung des Laserstrahls 53 veränderbar ist. An das Strahlführungsrohr 65 schließt sich das Schutzgehäuse 57 an, welches z.B. konisch zuläuft und den fokussierten Laserstrahl 53 umgibt. In Strahlrichtung hinter der Fokussierlinse 66 ist eine Eintrittsoptik 55 in Form eines Fensters, welche den Laserstrahl 53 nicht formt, angeordnet. Die Eintrittsoptik 55 ist leicht auswechselbar fixiert und schützt die Fokussierlinse 66.

Im oder am Schutzgehäuse 57 ist eine Schutzgasdüse 61 angeordnet, welche einen Schutzgas-Flachstrahl 62 erzeugt, der senkrecht zur optischen Achse des Laserstrahls eingeblasen wird und bei Blickrichtung vom Fokuspunkt der Laserstrahlung 53 auf die Eintrittsoptik 55 diese Eintrittsoptik 55 vollständig überdeckt. Eine Schutzgaszuleitung 63 durchläuft in einer Teilstrecke das Innere des Strahlführungsrohrs 65.

In einem Durchführungsblock 67, welcher an der Unterdruckkammer-Begrenzungswand 51 fixiert ist, alternativ auch mit ihr einstückig sein kann, ist ein Aufnahmeraum 68 vorgesehen, der zur Aufnahme des Schutzgehäuses 57 in einem äußeren Positionsbereich dient, welcher zu Fig. 12 näher erläutert ist. Das Strahlführungsrohr 65 wird am Durchführungsblock 67 in einer Axialführung 69 geführt, welche z.B. durch ein Gleitlager, beispielsweise eine Teflonbuchse, oder z. B. durch ein Linearkugellager ausgeführt sein kann. Des Weiteren sind Vakuumdichtungen 70 vorgesehen, die z. B. durch Radialdichtringe realisiert sind. Zur Abdichtung können auch eine einzelne Dichtung oder mehrere Dichtungen, z. B. in Form einer oder mehrerer Stopfbuchsen, vorgesehen sein. Mit der Vakuumdichtung 70 wird am Strahlführungsrohr 65, dessen Außenwand im Bereich der Dichtfläche vorzugsweise poliert ist, das Innere der Unterdruckkammer gegen die Umgebung abgedichtet.

Um die Außenwand des Strahlführungsrohrs 65 herum und damit auch zum Schutz der vom Strahlführungsrohr 65 durchlaufenen Dichtungen 70 ist eine Spritzschutzhülse 71 vorgesehen, welche das Strahlführungsrohr 65 umgibt und mit ihrem Außendurchmesser gleitend berührend oder mit einem kleinen Spalt an den Innendurchmesser des Aufnahmeraumes 68 angepasst ist. In der in Fig. 11 dargestellten mittleren Position des Schutzgehäuses 57 ist die Spritzschutzhülse 71 vollständig vom Aufnahmeraum 68 aufgenommen.

Die Spritzschutzhülse 71 weist an ihrem vorderen Ende einen umlaufenden Mitnahmering 72 auf, der von einem Außenring 73 des Schutzgehäuses 67 beim Verfahren in Richtung einer inneren Endposition (Fig. 13) mitgenommen wird. Beim Einziehen des Strahlführungsrohres 65, z.B. von der inneren Endposition (Fig. 13), greift der Außenring 73 des Schutzgehäuses 57 in hier nicht dargestellter Weise kraftschlüssig oder formschlüssig in die Spritzschutzhülse 71 ein und zieht diese mit in den Aufnahmeraum 68.

In Fig. 12 ist das Schutzgehäuse 57 nahe einer äußeren Endstellung dargestellt, z.B. als Anpassung auf ein im Vergleich zu Fig. 11 näher an der Unterdruckkammer-Begrenzungswand 51 positioniertes Werkstück 52. Sobald die Spritzschutzhülse 71 an eine hintere Innenwand 74 des Aufnahmeraums 68 stößt, wird der Kraftschluss oder Formschluss zwischen der Spritzschutzhülse 71 und dem Außenring 73 des Schutzgehäuses 57 überwunden, so dass das Schutzgehäuse 57 vollständig in den Aufnahmeraum 68 eingezogen werden kann.

Fig. 13 zeigt das Schutzgehäuse 57 in einer inneren Endposition zur Anpassung an ein in größerer Entfernung zur Unterdruckkammer-Begrenzungswand 51 positioniertes Werkstück 52. Durch die Positionsveränderung kann auf eine Anpassung der Fokussierlänge des Bearbeitungsstrahls 53 verzichtet werden. Die Spritzschutzhülse 71 ragt noch in den Aufnahmeraum 68 hinein und schützt auf diese Weise zuverlässig die Außenwand des Strahlführungsrohres 65 vor Partikeln aus der Bearbeitung des Werkstückes 52.

In den Figuren nicht dargestellt sind Mittel zum Antrieb des Strahlführungsrohres 57, z.B. ein motorischer Linearantrieb, sowie Mittel zur Kompensation der wegen des Druckunterschiedes zwischen dem Inneren der Unterdruckkammer und der Umgebung auftretenden Kraft. Die Mittel zur Kompensation können ein Lastausgleichssystem umfassen, z.B. durch Pneumatikzylinder, vorzugsweise kolbenstangenlose Pneumatikzylinder, die z.B. beim Evakuieren der Unterdruckkammer mit entsprechendem Druck beaufschlagt werden können. Bei geeigneter Gestaltung kann das Lastausgleichssystem auch zur Unterstützung des vorgenannten Antriebs dienen.

Bezugszeichenliste

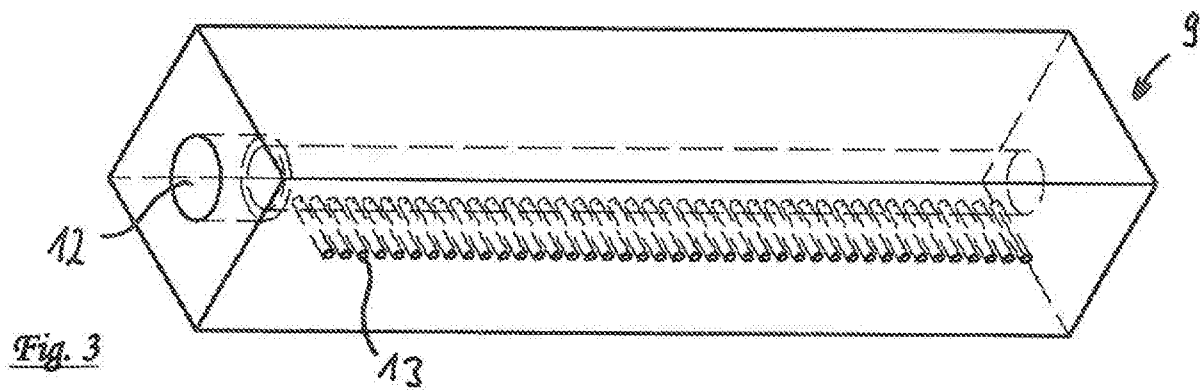
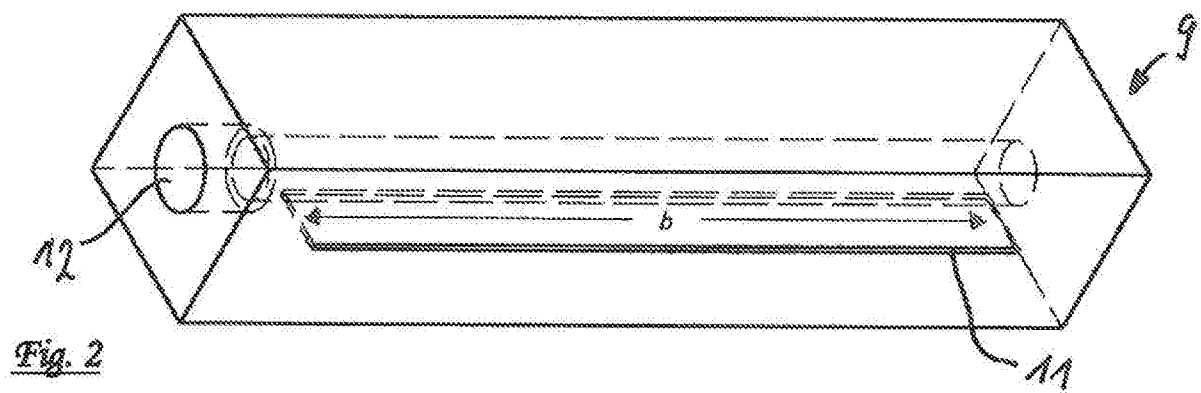
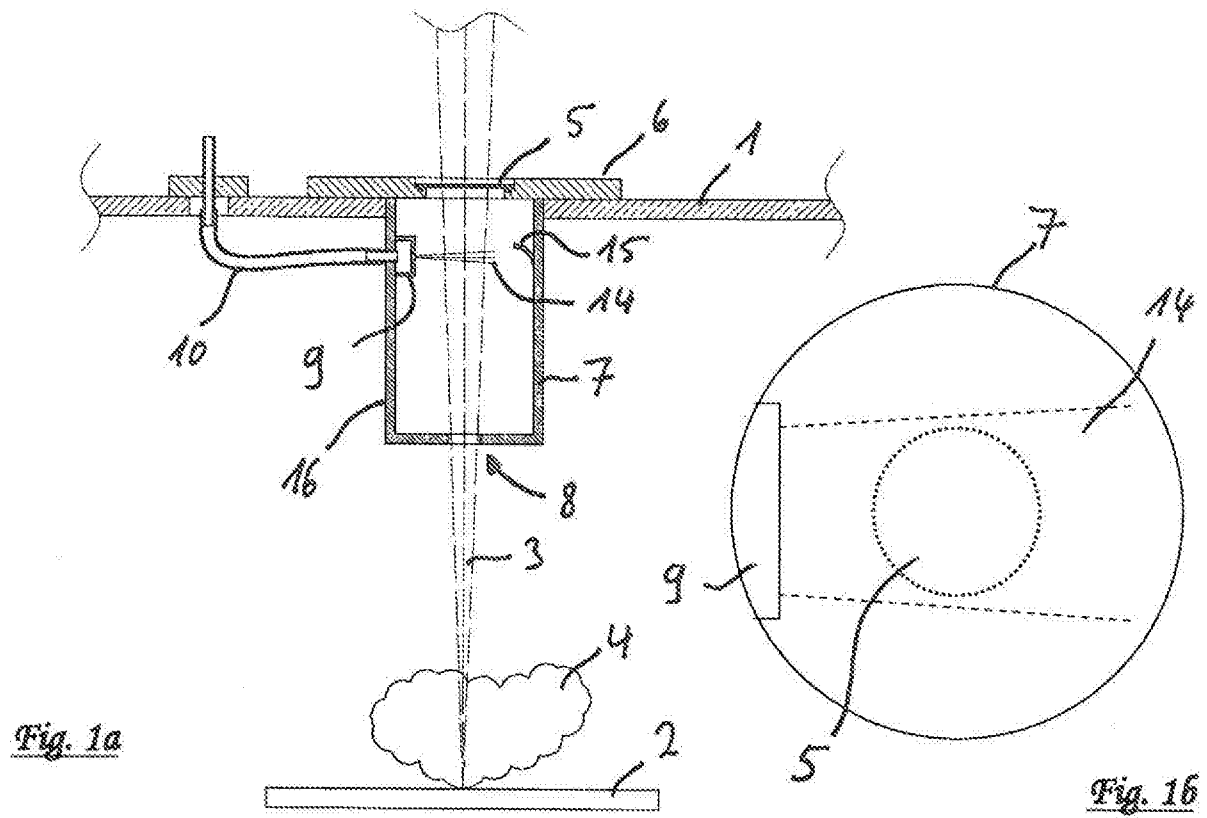
1	obere Unterdruckkammer- Begrenzungswand	30	Befestigungsbohrung
2	Werkstück	31	seitliche Unterdruckkammer- Begrenzungswand
3	Laserstrahl	32	Schutzgehäuse
4	Prozessemission	33	oberer Flachstrahl
5	Eintrittsoptik	34	unterer Flachstrahl
6	Befestigungsring	51	Unterdruckkammer- Begrenzungswand
7	Schutzgehäuse	52	Werkstück
8	Blendenöffnung	53	Laserstrahl
9	Düsenanordnung	54	Spiegel
10	Schutzgaszuleitung	55	Eintrittsoptik
11	Schlitzdüse	57	Schutzgehäuse
12	Schutzgasdurchführung	61	Schutzgasdüse
13	Lochdüse	62	Schutzgasflachstrahl
14	Schutzgas-Flachstrahl	63	Schutzgaszuleitung
15	Strömungsumlenker	65	Strahlführungsrohr
16	Schutzgehäuse-Außenwand	66	Fokussierlinse
17	konisches Endstück	67	Durchführungsblock
18	abgestuftes Endstück	68	Aufnahmeraum
19	Stufe	69	Axialführung
20	Bearbeitungseinheit	70	Vakuumdichtung
21	Austrittsoptik	71	Spritzschutzhülse
22	Beobachtungseinheit	72	Mitnahmering
23	Beobachtungsstrahlengang	73	Außenring
24	Beobachtungsoptik	74	hintere Innenwand
25	Plattenanordnung		
26	Düsenanordnung		
27	Schlitzdüse		
28	Schutzgas-Durchführung		
29	Schutzgas-Zuleitung		

Patentansprüche

1. Unterdruckkammer mit
 - einem Schutzgehäuse (7, 32), wobei ein zu schützendes Element in dem Schutzgehäuse (7, 32) angeordnet oder von dem Schutzgehäuse (7, 32) überdacht ist, und
 - einer Düsenanordnung (9, 26) zur Erzeugung mindestens eines in das Schutzgehäuse (7, 32) hinein gerichteten Schutzgasstrahls eines Schutzgases, wobei das Schutzgehäuse (7, 32) eine einen Schutzgasaustritt in einen am Schutzgehäuse (7, 32) angrenzenden Innenraumbereich der Unterdruckkammer erlaubende Gasaustrittsöffnung (8) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Düsenanordnung (9, 26) eingerichtet ist, mit dem mindestens einen Schutzgasstrahl einen gerichteten zusammenhängenden Schutzgas-Flachstrahl (14, 33, 34) zu erzeugen, wobei der Schutzgas-Flachstrahl (14, 33, 34) derart dimensioniert und ausgerichtet ist, dass bei Blickrichtung vom Mittelpunkt der Gasaustrittsöffnung (8) des Schutzgehäuses (7, 32) auf das zu schützende Element der Schutzgas-Flachstrahl (14, 33, 34) das zu schützende Element vollständig überdeckt.
2. Unterdruckkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenanordnung (9, 26) mindestens eine Schlitzdüse (11, 27) umfasst.
3. Unterdruckkammer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenanordnung (9, 26) mindestens eine Reihe nebeneinander angeordneter Lochdüsen (13) umfasst.
4. Unterdruckkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Schutzgehäuse (7, 32) der Düsenanordnung (9, 26) gegenüberliegend ein Strömungsumlenker (15) angeordnet ist.

5. Unterdruckkammer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsumlenker (15) die Schutzgasströmung in Richtung auf die Gasaustrittsöffnung (8) des Schutzgasgehäuses lenkt.
6. Unterdruckkammer nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zu schützende Element zumindest ein Teilbereich eines für elektromagnetische Strahlung (3, 23) durchlässigen Strahlungsdurchtrittselements (5, 21, 24) ist.
7. Unterdruckkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilbereich des Strahlungsdurchtrittselements (5, 21, 24, 55) der für einen Strahlengang der durchtretenden Strahlung (3, 23) benötigte Bereich des Strahlungsdurchtrittselements (5, 21, 24, 55) ist.
8. Unterdruckkammer nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die eingesetzte elektromagnetische Strahlung (3, 23) zur Bearbeitung eines Werkstückes (2) vorgesehen ist.
9. Unterdruckkammer nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die eingesetzte elektromagnetische Strahlung (3, 23) zur Beobachtung vorgesehen ist.
10. Unterdruckkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasaustrittsöffnung (8) in Größe, Position und/oder Geometrie veränderbar ist.
11. Unterdruckkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zur Regelung oder Steuerung des Gasmassenstromes des in die Düsenanordnung eingeleiteten Schutzgases in Abhängigkeit von der Nennleistung einer Vakuumquelle vorgesehen ist.

12. Unterdruckkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Erzeugung eines Bypass-Gasstroms aus einem weiteren, zusätzlich zum Schutzgas eingesetzten Gas oder Gasgemisch sowie Mittel zur Regelung des Druckes in der Unterdruckkammer mittels des Bypass-Gasstroms vorgesehen sind.
13. Unterdruckkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine zweite Düsenanordnung (9, 26) derart vorgesehen ist, dass mindestens zwei zum zu schützenden Element unterschiedlich beabstandete Schutzgas-Flachstrahlen (14, 33, 34) vorgesehen sind.
14. Unterdruckkammer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Schutzgehäuses (7, 32) relativ zu einer Unterdruckkammer-Begrenzungswand (1) veränderbar ist.



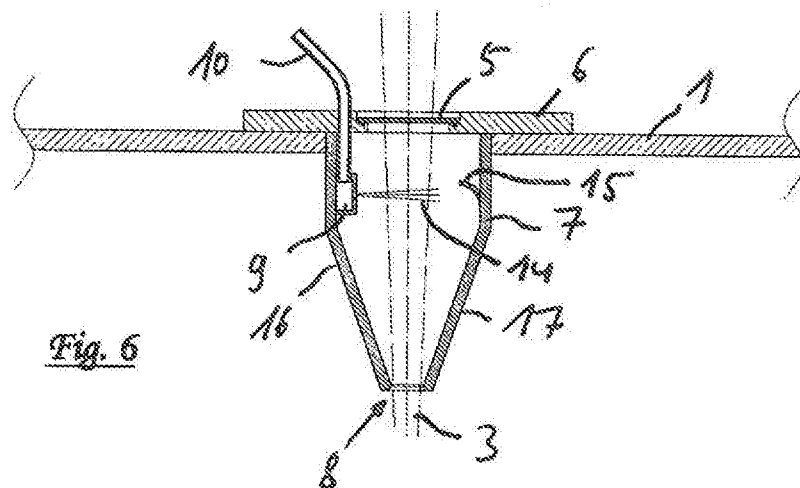
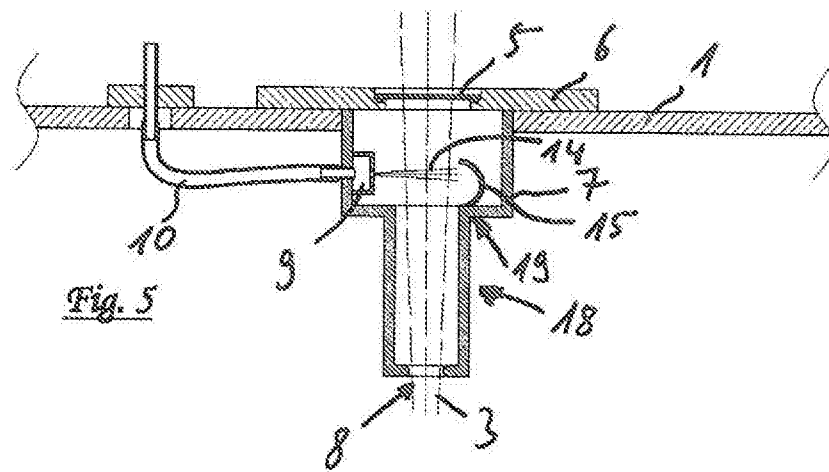
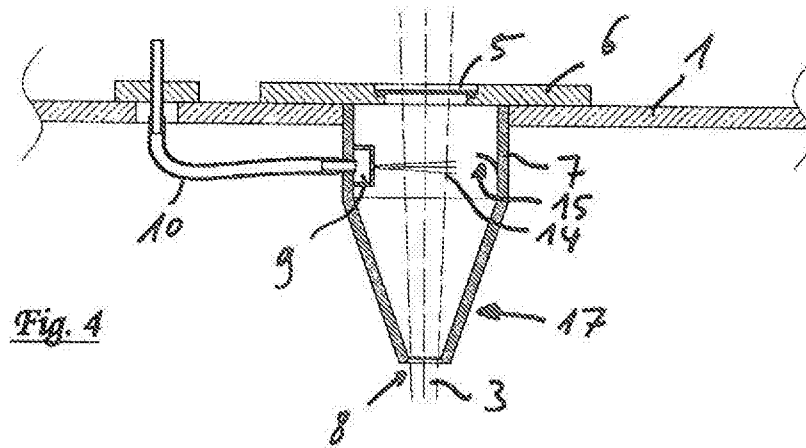


Fig. 7

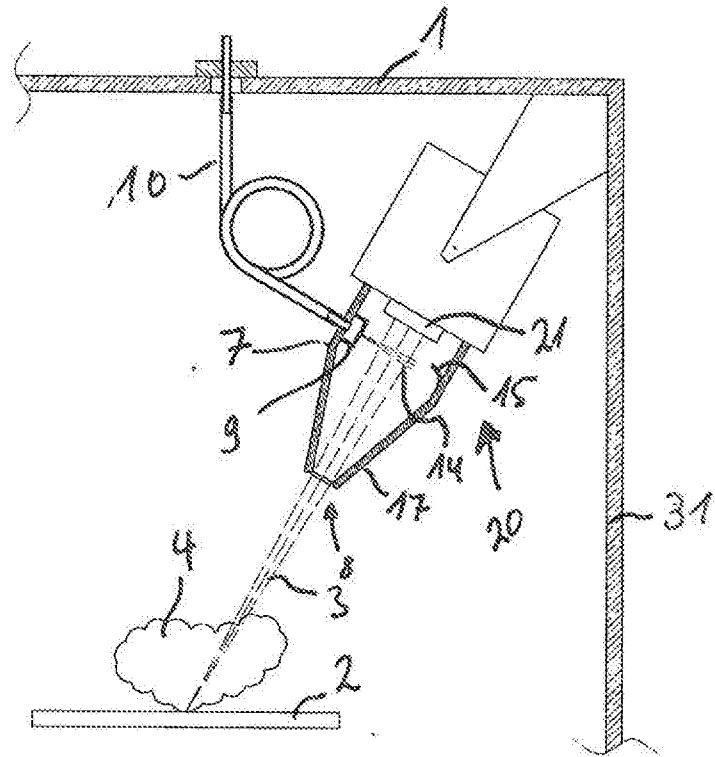
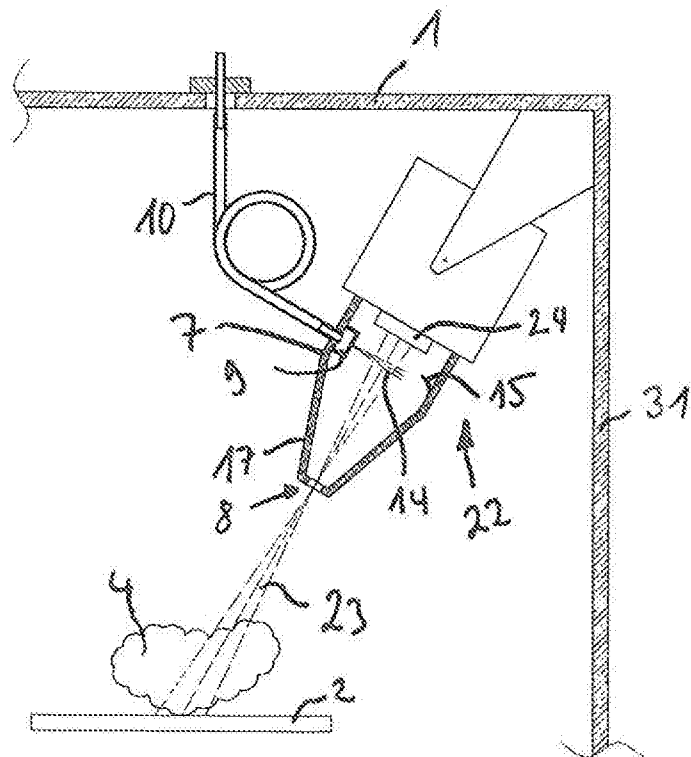
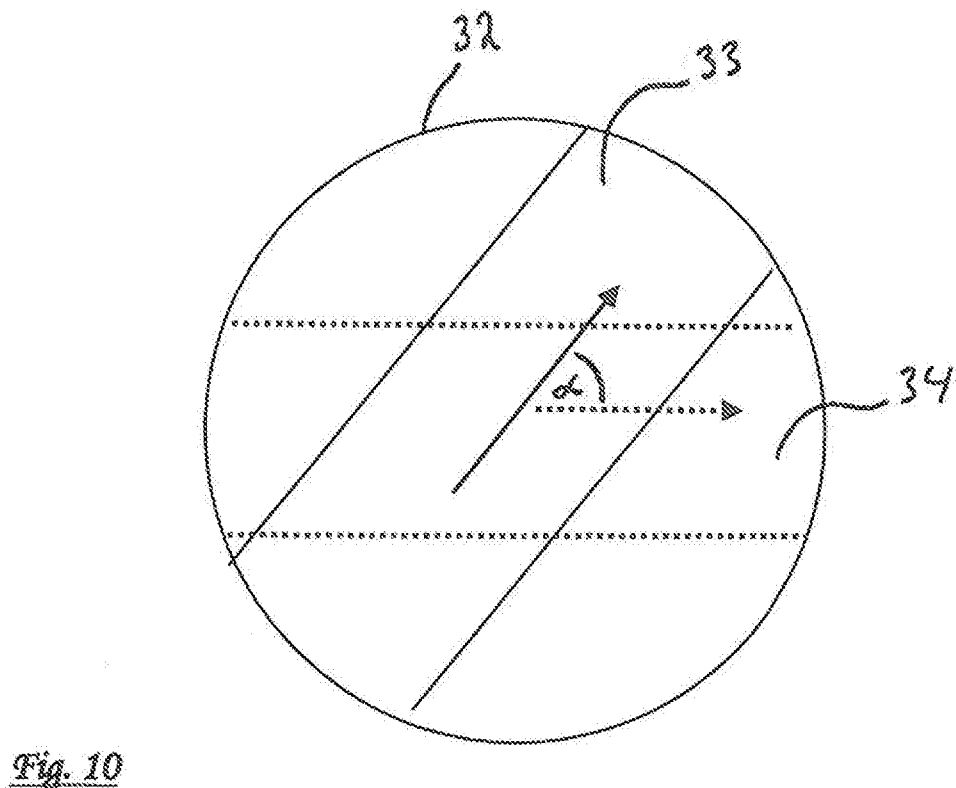
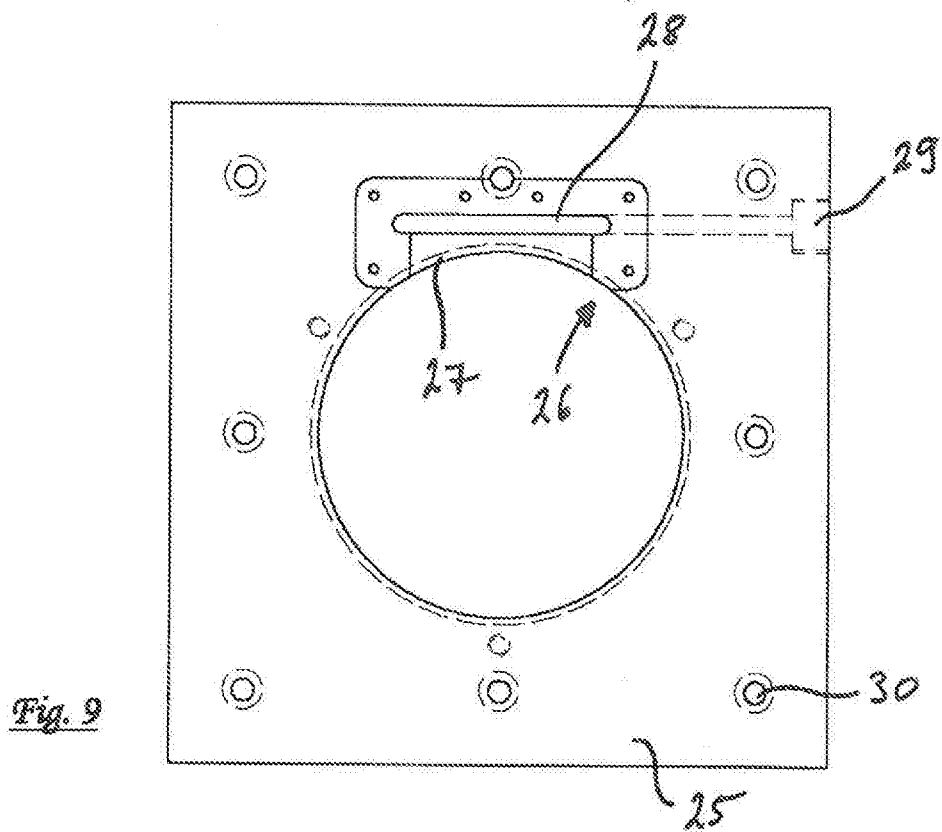


Fig. 8





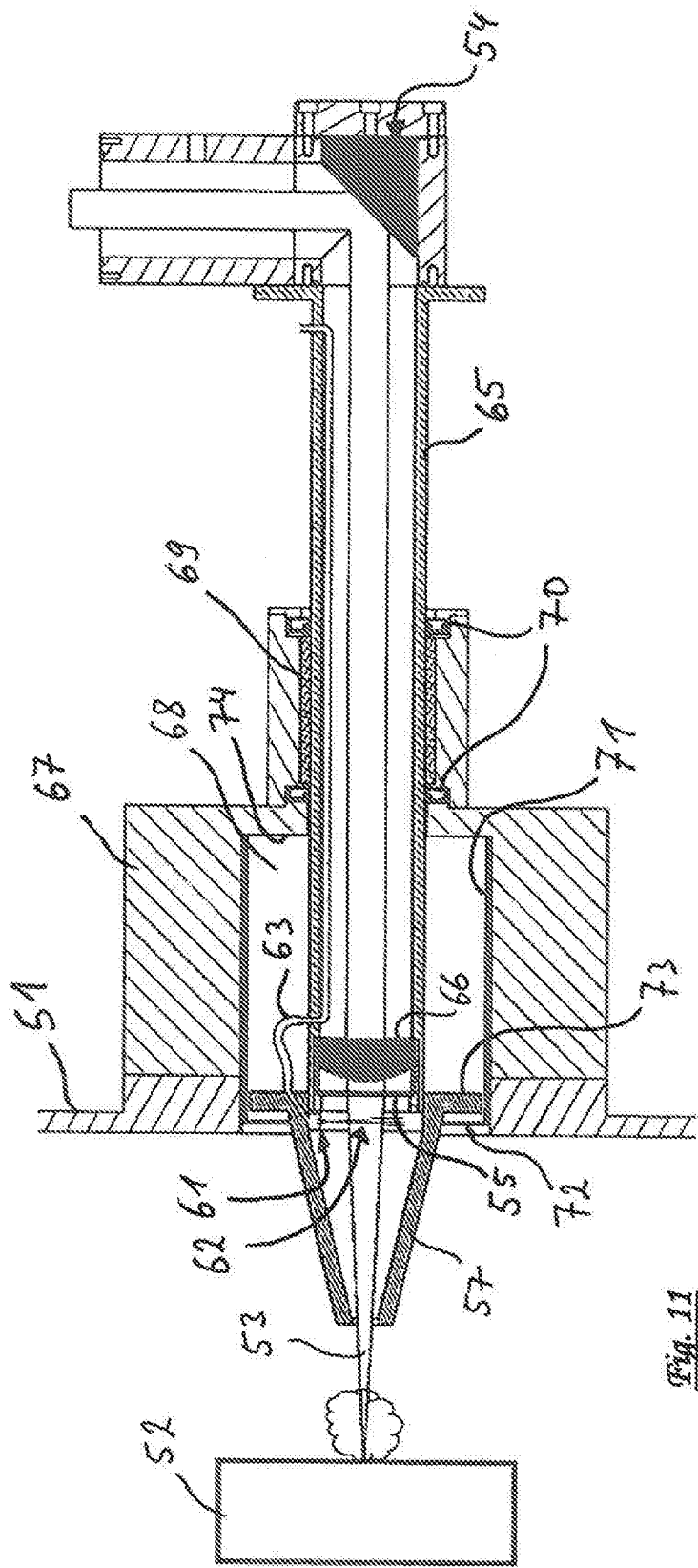


Fig. 11

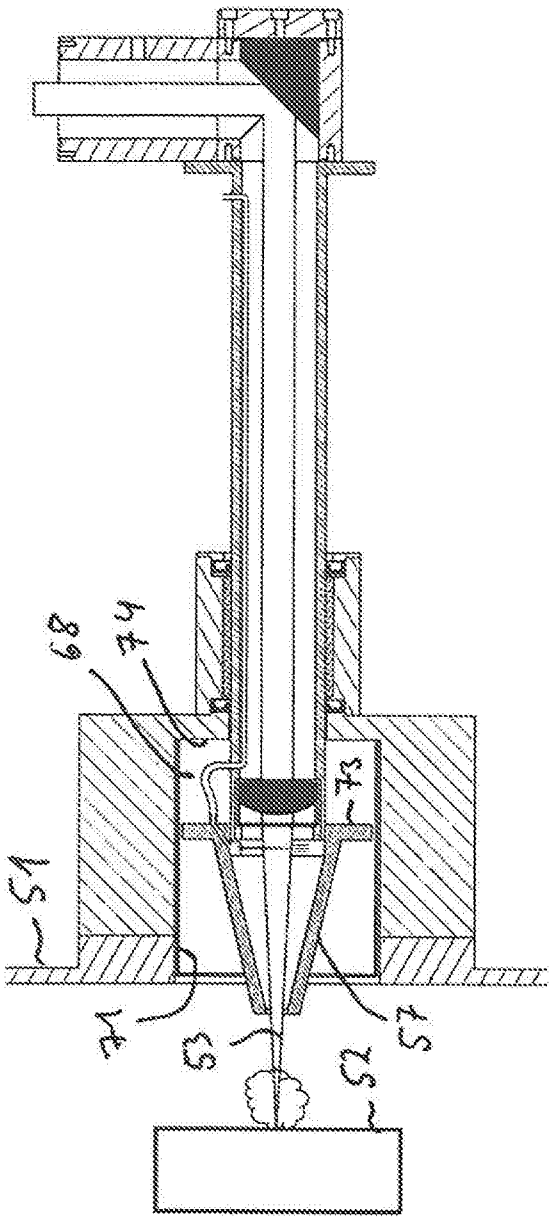


Fig. 12

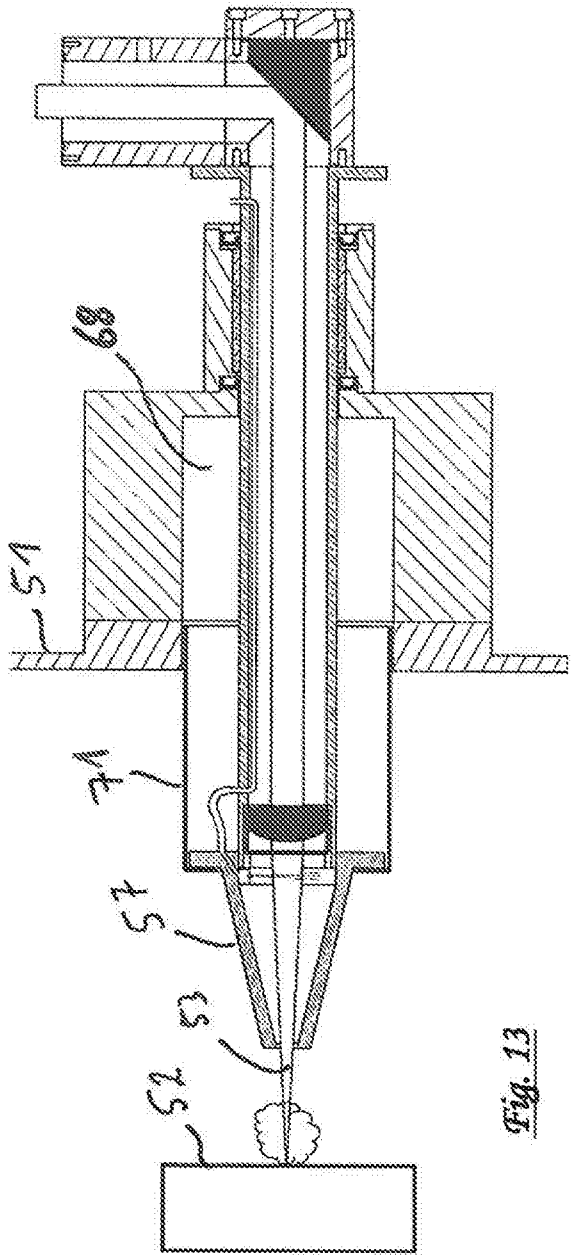


Fig. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2015/100110

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

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 practicable, 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.
Y	ONO M ET AL: "EFFECT OF AMBIENT PRESSURE AND GAS ON PENETRATION DEPTH AND LASER-INDUCED PLASMA BEHAVIOUR - STUDY ON CO2 LASER WELDING PHENOMENA", WELDING INTERNATIONAL, TAYLOR & FRANCIS, ABINGDON, GB, vol. 7, no. 1, 1 January 1993 (1993-01-01), pages 15-20, XP000332041, ISSN: 0950-7116 figures	1-14
Y	JP S59 223191 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; RYOMEI GIKEN KK) 14 December 1984 (1984-12-14) abstract; figures 2-4 ----- -/--	1-14



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 application or patent 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

29 July 2015

Date of mailing of the international search report

06/08/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Caubet, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2015/100110

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 756 962 A (JAMES WILLIAM A [US] ET AL) 26 May 1998 (1998-05-26) figures -----	1-14
A	WO 2011/145514 A1 (UNIV OSAKA [JP]; KATAYAMA SEIJI [JP]; KAWAHITO YOUSUKE [JP]; MIZUTANI) 24 November 2011 (2011-11-24) figures -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2015/100110

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP S59223191	A	14-12-1984	NONE
US 5756962	A	26-05-1998	AT 189870 T 15-03-2000
		AU 711116 B2 07-10-1999	
		AU 2716595 A 15-02-1996	
		BR 9503519 A 30-09-1997	
		CA 2155158 A1 03-02-1996	
		CN 1123209 A 29-05-1996	
		CZ 9501981 A3 14-02-1996	
		DE 69515148 D1 30-03-2000	
		DE 69515148 T2 20-07-2000	
		DK 0695600 T3 05-06-2000	
		EP 0695600 A2 07-02-1996	
		ES 2144101 T3 01-06-2000	
		FI 953660 A 03-02-1996	
		GR 3033403 T3 29-09-2000	
		HK 1002895 A1 24-11-2000	
		HU 221768 B1 28-01-2003	
		IL 114786 A 20-06-1999	
		JP 3759642 B2 29-03-2006	
		JP H0857676 A 05-03-1996	
		KR 100373947 B1 01-05-2003	
		NO 953030 A 05-02-1996	
		NZ 272635 A 26-02-1998	
		RU 2143964 C1 10-01-2000	
		TR 9500946 A2 21-06-1996	
		US 5756962 A 26-05-1998	
		ZA 9506422 A 03-02-1997	
WO 2011145514	A1	24-11-2011	JP 5234471 B2 10-07-2013
			JP 2011240365 A 01-12-2011
			WO 2011145514 A1 24-11-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23K26/14
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	ONO M ET AL: "EFFECT OF AMBIENT PRESSURE AND GAS ON PENETRATION DEPTH AND LASER-INDUCED PLASMA BEHAVIOUR - STUDY ON CO2 LASER WELDING PHENOMENA", WELDING INTERNATIONAL, TAYLOR & FRANCIS, ABINGDON, GB, Bd. 7, Nr. 1, 1. Januar 1993 (1993-01-01), Seiten 15-20, XP000332041, ISSN: 0950-7116 Abbildungen	1-14
Y	JP S59 223191 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD; RYOMEI GIKEN KK) 14. Dezember 1984 (1984-12-14) Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 ----- -/-	1-14



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Juli 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/08/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Caubet, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 756 962 A (JAMES WILLIAM A [US] ET AL) 26. Mai 1998 (1998-05-26) Abbildungen -----	1-14
A	WO 2011/145514 A1 (UNIV OSAKA [JP]; KATAYAMA SEIJI [JP]; KAWAHITO YOUSUKE [JP]; MIZUTANI) 24. November 2011 (2011-11-24) Abbildungen -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2015/100110

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S59223191	A	14-12-1984	KEINE

US 5756962	A	26-05-1998	AT 189870 T 15-03-2000
		AU 711116 B2	07-10-1999
		AU 2716595 A	15-02-1996
		BR 9503519 A	30-09-1997
		CA 2155158 A1	03-02-1996
		CN 1123209 A	29-05-1996
		CZ 9501981 A3	14-02-1996
		DE 69515148 D1	30-03-2000
		DE 69515148 T2	20-07-2000
		DK 0695600 T3	05-06-2000
		EP 0695600 A2	07-02-1996
		ES 2144101 T3	01-06-2000
		FI 953660 A	03-02-1996
		GR 3033403 T3	29-09-2000
		HK 1002895 A1	24-11-2000
		HU 221768 B1	28-01-2003
		IL 114786 A	20-06-1999
		JP 3759642 B2	29-03-2006
		JP H0857676 A	05-03-1996
		KR 100373947 B1	01-05-2003
		NO 953030 A	05-02-1996
		NZ 272635 A	26-02-1998
		RU 2143964 C1	10-01-2000
		TR 9500946 A2	21-06-1996
		US 5756962 A	26-05-1998
		ZA 9506422 A	03-02-1997

WO 2011145514	A1	24-11-2011	JP 5234471 B2 10-07-2013
		JP 2011240365 A	01-12-2011
		WO 2011145514 A1	24-11-2011
