



(10) **DE 10 2016 103 230 B3** 2017.07.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 103 230.1**
(22) Anmeldetag: **24.02.2016**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.07.2017**

(51) Int Cl.: **B23K 26/28 (2006.01)**
B23K 26/064 (2014.01)
B29C 65/16 (2006.01)
G02B 27/09 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
JENOPTIK Automatisierungstechnik GmbH,
07745 Jena, DE

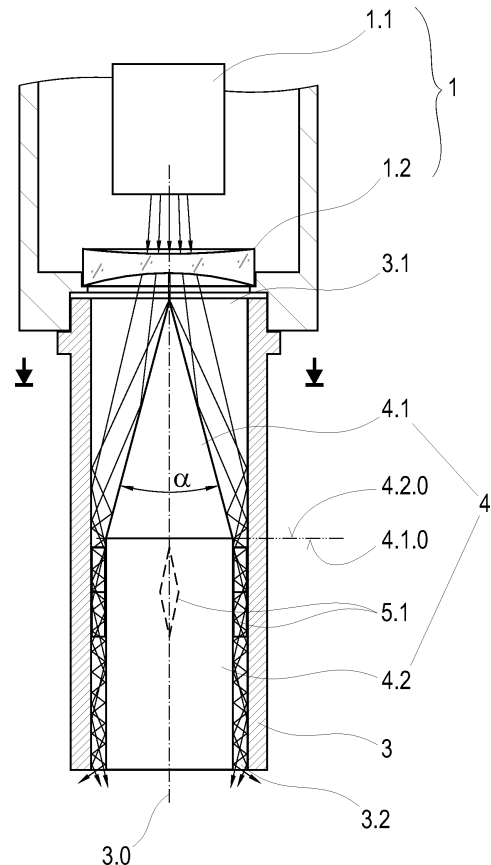
(72) Erfinder:
Krämer, Wilfried, 07747 Jena, DE; Büchel,
Andreas, 07768 Kahla, DE

(74) Vertreter:
OEHMKE & KOLLEGEN Patentanwälte, 07743
Jena, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2009 053 261	A1
DE	37 87 463	T2
EP	1 508 397	A1
JP	S63- 16 893	A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht**



(57) Zusammenfassung: Die Vorrichtung enthält eine Schweißeinheit mit einem Rohr (3), eine in Richtung der Rohrachse (3.0) abstrahlende Laserstrahlleinheit (1) sowie einen mit dem Rohr (3) über eine Halteeinheit, z. B. gebildet durch zwei Abstandselemente (5.1), verbundenen, zum und im Rohr (3) koaxial angeordneten Dorn (4). Das Rohr (3) und die Umfangsfläche des Dorns (4) sind für die Laserstrahlung der Laserstrahlleinheit (1) reflektierend, so dass die Laserstrahlung durch Mehrfachreflexionen zwischen dem Rohr (3) und dem Dorn (4) zum strahlaustrittsseitigen Rohrende (3.2) hin umgelenkt und ringförmig geformt wird.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen, wie sie gattungsgemäß aus der DE 37 87 463 T2 bekannt ist.

[0002] Unabhängig von dem Material, aus dem zwei zu verschweißende Bauteile bestehen, kommt es beim Schweißen darauf an, dass die beiden Bauteile über die vorgegebene Anzahl, die Anordnung, die Form und die Größe der Schweißverbindungen dauerhaft und fest miteinander verbunden werden. In vielen Anwendungsfällen, insbesondere wenn das Schweißen als Lasertransmissionsschweißen von Kunststoffen ausgeführt wird, kommt hinzu, dass die Schweißverbindungen seitens des laserabsorbierenden Bauteiles nicht wahrnehmbar sein sollen.

[0003] An eine industrietaugliche Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen ergibt sich daher, neben den üblichen Anforderungen an Werkzeugvorrichtungen, wie Wartungsarmut, Leichtigkeit, Materialextensivität und Kostenextensivität, die Forderung nach einer gleichmäßigen Verteilung der Strahlungsenergie in den Schweißverbindungen.

[0004] Dies wird für Schweißverbindungen, die eine ringförmige Schweißkontur darstellen, z. B. um ein hülsenförmiges Bauteil mit einem umlaufenden Kragen auf ein flaches Bauteil zu schweißen, in der Regel durch ein sogenanntes Konturschweißen erreicht, bei dem ein Laserstrahl kontinuierlich einfach oder mehrfach entlang der Schweißkontur geführt wird. Eine ringförmige Schweißkontur im Sinne der Erfindung stellt einen geschlossenen Ring oder eine Vielzahl von Ringabschnitten, die gemeinsam die Form eines Ringes bilden, dar. Der Querschnitt des Ringes kann rund, oval oder eckig sein.

[0005] Aus der DE 10 2009 053 261 A1 ist eine Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen bekannt, mit der simultan auch eine ringförmige Schweißkontur, gebildet durch eine Vielzahl von Schweißpunkten, geschweißt werden kann. Sie besteht aus einer Anzahl und Anordnung von Schweißeinheiten, die der Anzahl und Anordnung der Schweißpunkte entspricht, wobei die Schweißpunkte im Sinne der Erfindung Ringabschnitte darstellen können. Eine Schweißeinheit weist eine optische Achse auf, entlang der ein Hochleistungsdiodenlaser, eine strahlformende Optik und ein Rohr angeordnet sind, sowie eine Bauteilaufnahme, in der die zu verschweißenden Bauteile zueinander und zu den Schweißeinheiten positioniert sind. Der Hochleistungsdiodenlaser, die strahlformende Optik und das Rohr sind jeweils über ein Gehäuse fest zueinander angeordnet und die innere Umfangsfläche des Rohres ist für den Laserstrahl reflektierend. Die strahlformende Optik ist so ausgelegt, dass sie einen von dem Hochleistungsdiodenlaser kommenden La-

serstrahl in einen divergenten Laserstrahl umformt, bei dem durch Mehrfachreflexion am inneren Umfang des Rohres der Strahlquerschnitt an den Querschnitt des Hohlraumes des Rohres angepasst und dessen Strahlungsintensitätsverteilung über den Strahlquerschnitt homogenisiert wird. Idealerweise soll die strahlformende Optik den Laserstrahl so an das Rohr anpassen, dass er innerhalb des Rohres durch Totalreflexion weitergeleitet wird.

[0006] Es wird auch vorgeschlagen, die Anordnung der Rohre, die sich aus der Anordnung der Vielzahl von Schweißeinheiten ergibt, durch einen Metallblock, der mit einer Anzahl von Durchbrüchen versehen ist, zu ersetzen, wobei die Durchbrüche in ihrer Anzahl, Anordnung und Dimension der Anzahl, Anordnung und Dimension der Rohre entsprechen.

[0007] Es ist angegeben, dass mit der Auswahl des Querschnittes der Rohre bzw. der Durchbrüche in seiner Größe und seiner Form die Größe und die Form der Schweißpunkte vorgegeben wird und dass anstelle einer üblicherweise runden Form für einen Schweißpunkt auch eine rechteckige Form realisiert werden kann, da es einfach sei, ein Rohr in entsprechend angepasster Form herzustellen. Die Länge des Rohres soll so gewählt werden, dass über die Vielzahl der Reflexionen innerhalb des Rohres eine hinreichend gute Homogenisierung stattfindet, was eine gleichmäßig feste Schweißverbindung innerhalb des Schweißpunktes verspricht.

[0008] Die Rohrenden der einzelnen Schweißeinheiten werden an die zu verschweißenden Bauteile gedrückt. Um die Andruckfläche hierfür zu vergrößern, wird vorgeschlagen, unabhängig vom gewählten Rohrquerschnitt an dem freien Rohrende der Rohre einen Andruckkörper anzubringen. Als Beispiele hierfür werden eine ringförmige Planscheibe, eine das freie Rohrende verschließende Planplatte oder ein Kreuzelement vorgeschlagen.

[0009] Eine Vorrichtung gemäß der vorgenannten DE 10 2009 053 261 A1 erweist sich insbesondere dann als nachteilig, wenn eine Schweißkontur mit einer sehr großen Anzahl von Schweißpunkten hergestellt werden soll, die insbesondere nur möglichst kleine Abstände haben sollen, um eine nahezu geschlossene ringförmige Schweißkontur zu bilden. Eine tatsächlich geschlossene ringförmige Schweißkontur lässt sich mit der hier aufgezeigten Vorrichtung nicht realisieren. Eine nicht näher ausgeführte Bauteilaufnahme, in der die zu verschweißenden Bauteile zueinander und zu den Schweißeinheiten positioniert sind, verlangt sowohl Mittel, mit denen das aufzuschweißende Bauteil zu dem Bauteil, auf welches es aufgeschweißt wird, positioniert und fixiert wird, als auch Mittel, um die Schweißeinheiten zu den Bauteilen zu positionieren.

[0010] Aus der Offenlegungsschrift EP 1 508 397 A1 ist eine Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen bekannt, mit der Bauteile simultan, entlang einer geschlossenen ringförmigen Schweißkontur geschweißt werden können. Dazu wird die ein Laserstrahl mittels einer strahlformenden Optik zu einem Ring geformt. Der ringförmige Laserstrahl wird in die für die Laserstrahlung transparente Wandung eines lichtleitenden Rohres eingekoppelt. Auf einer Lichteintrittsseite verfügt das lichtleitende Rohr dazu über eine ringförmige Stirnfläche. Die Laserstrahlung wird über die Wandung bis zu einer Lichtaustrittsseite des lichtleitenden Rohrs übertragen. Eine Stirnfläche auf der Lichtaustrittsseite des lichtleitenden Rohrs ist entsprechend der Schweißkontur ausgeformt. Der dort austretende Laserstrahl wird mittels eines abbildenden optischen Systems auf die zu verschweißenden Bauteile abgebildet. Durch die Verwendung der abbildenden Optiken, vor und nach dem lichtleitenden Rohr, erscheint der Aufbau der Vorrichtung sehr aufwändig und teuer.

[0011] Die Druckschrift DE 37 87 463 T2 offenbart eine Vorrichtung zum Formen eines ringförmigen Laserstrahls. Die Vorrichtung besteht aus einer rohrförmigen Hülse mit hochglanzpolierter Innenoberfläche, in der konzentrisch ein konischer Spiegel befestigt ist. Der konische Spiegel ist ein gerader Kegel, der mit seiner Spitze zu einer Lichteintrittsseite der Hülse weist und mit seiner kreisförmigen Grundfläche an einer Lichtaustrittsseite der Hülse endet. An der Lichtaustrittsseite verbleibt ein ringförmiger Spalt zwischen der Hülse und der kreisförmigen Grundfläche des konischen Spiegels. Ein Laserstrahl wird auf der Lichteintrittsseite mittels einer strahlformenden Optik in die Hülse gerichtet. In der Hülse wird der Laserstrahl durch eine Mehrfachreflexion in dem immer kleiner werdenden ringförmigen Spalt zwischen dem konischen Spiegel und der polierten Innenoberfläche homogenisiert und zu einem ringförmigen Strahl umgeformt. An der Lichtaustrittsseite wird der ringförmige Laserstrahl von einer abbildenden Optik auf das Werkstück abgebildet. Die Verwendung der abbildenden Optik macht die Vorrichtung konstruktiv aufwändig und teuer.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vergleichsweise konstruktiv weniger aufwendige Vorrichtung zu schaffen, mit der eine ringförmige Schweißkontur geschweißt werden kann, die sowohl durch einen geschlossenen Ring als auch durch eine Vielzahl von einen Ring bildenden Ringabschnitten gebildet ist.

[0013] Diese Aufgabe wird für eine Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht zwischen einem ersten und einem zweiten Bauteil gelöst. Die Vorrichtung enthält eine Schweißeinheit und eine Laserstrahleinheit.

[0014] Die Schweißeinheit weist ein Rohr mit einer Rohrachse, einem strahleintrittsseitigen Rohrende und einem strahlaustrittsseitigen Rohrende auf. An dem strahleintrittsseitigen Rohrende ist die Laserstrahleinheit mit einer Abstrahlrichtung in Richtung der Rohrachse angeordnet. Eine innere Umfangsfläche des Rohres ist für von der Laserstrahleinheit emittierte Laserstrahlung reflektierend.

[0015] Es ist erfindungswesentlich, dass in dem Rohr ein mit diesem über eine Halteeinheit verbundener Dorn koaxial angeordnet ist. Der Dorn weist ein dem strahleintrittsseitigen Rohrende zugewandtes erstes Dornenteil und ein dem strahlaustrittsseitigen Rohrende zugewandtes zweites Dornenteil auf. Das erste Dornenteil hat die Form eines geraden Kegels, eines geraden Kegelstumpfes, einer geraden Pyramide oder eines geraden Pyramidenstumpfes, mit einem zum strahlaustrittsseitigen Rohrende geöffneten Mittelpunktswinkel kleiner 90° . Das zweite Dornenteil hat die Form eines geraden Zylinders oder eines geraden Prismas. Eine erste Grundfläche des ersten Dornenteils und eine zweite Grundfläche des zweiten Dornenteils sind aneinander angepasst. Dem Rohr zugewandte Umfangsflächen des Dorns sind für die Laserstrahlung reflektierend, so dass die Laserstrahlung durch Mehrfachreflexionen in einem zwischen dem Rohr und dem Dorn gebildeten Zwischenraum zum strahlaustrittsseitigen Rohrende hin umgelenkt und ringförmig geformt wird.

[0016] Vorteilhaft ist an dem zweiten Dornenteil dem strahlaustrittsseitigen Rohrende zugewandt ein Partner für eine kraftformschlüssige Steckverbindung mit dem ersten Bauteil vorhanden, sodass das erste Bauteil mit der Vorrichtung aufgenommen werden kann.

[0017] Für eine vorteilhafte Ausführung der kraftformschlüssigen Steckverbindung ist das zweite Dornenteil teilweise, ausgehend von dem strahlaustrittsseitigen Rohrende durch eine Ringnut in einen Reflektormantel und einen koaxialen Aufnahmekern unterteilt. Das erste Bauteil, das z. B. als ein hülsenförmiges Bauteil mit einem Kragen und einem Hülsenteil ausgeführt ist, kann so über das Hülsenteil in die Ringnut eingeführt werden, sodass der Kragen mit der Laserstrahlung beaufschlagt werden kann. Der Aufnahmekern stellt hier den Partner der kraftformschlüssigen Steckverbindung dar.

[0018] Es ist von Vorteil, wenn das strahlaustrittsseitige Rohrende über den Reflektormantel hinausragt, sodass der Kragen des eingeführten hülsenförmigen Bauteils mittels des Rohres an das dem hülsenförmigen Bauteil relativ zugestellte zweite Bauteil angeedrückt werden kann.

[0019] Es ist auch vorteilhaft, wenn der Aufnahmekern über das strahlaustrittsseitige Rohrende hinausragt, sodass das hülsenförmige Bauteil durch Ein-

führen des Aufnahmekerns in das Hülsenteil von einer Lagerpalette durch die Vorrichtung aufgenommen und mit der Vorrichtung dem zweiten Bauteil relativ zugestellt werden kann.

[0020] Weitere vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0021] Anhand der Zeichnungen wird die Vorrichtung im Folgenden beispielhaft in Verbindung mit einem hülsenförmigen Bauteil, mit einem umlaufenden Kragen, welches auf ein flaches Bauteil aufgeschweißt wird, näher erläutert.

[0022] Es zeigen:

[0023] Fig. 1a eine Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als Schnittbild einer Seitenansicht,

[0024] Fig. 1b–Fig. 1g Prinzipskizzen für unterschiedliche Querschnitte des Rohres und des Dorns als Schnittbild einer Draufsicht,

[0025] Fig. 2 eine Prinzipskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung als Schnittbild einer Seitenansicht und

[0026] Fig. 3a–Fig. 3d den Handhabungsprozess eines hülsenförmigen Bauteils mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

[0027] In Fig. 1a ist ein erstes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht zwischen einem ersten Bauteil 7 und einem zweiten Bauteil 8 als Schnittbild einer Seitenansicht gezeigt, das mit jedem der in der Fig. 1b bis Fig. 1g dargestellten Schnittbilder einer Draufsicht kombinierbar ist.

[0028] Die in den Fig. 1b bis Fig. 1g beispielhaft gezeigten Querschnittsformen der Vorrichtung beeinflussen die Streuung der an ihr reflektierten Laserstrahlung und bestimmen die Form der mit der Vorrichtung herstellbaren Schweißnaht. Sie sind mit allen anderen Ausführungen der Vorrichtung, so auch mit dem in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel oder dem in den Fig. 3a bis Fig. 3d gezeigten dritten Ausführungsbeispiel gleichermaßen kombinierbar.

[0029] Das in Fig. 1a gezeigte erste Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung stellt eine sehr einfache Ausführung dar, die auf die bereits zueinander positionierten, miteinander über eine ebene ringförmige Schweißnaht zu verschweißenden beiden Bauteile, nämlich das erste und das zwei-

te Bauteil 7, 8, unmittelbar aufgesetzt wird, um die Schweißung auszuführen.

[0030] Dieses Ausführungsbeispiel der Vorrichtung enthält ebenso wie alle weiteren Ausführungsbeispiele eine Schweißeinheit mit einem Rohr 3, welches eine Rohrachse 3.0, ein strahleintrittsseitiges Rohrende 3.1 und ein strahlaustrittsseitiges Rohrende 3.2 aufweist. Am strahleintrittsseitigen Rohrende 3.1 ist eine Laserstrahleinheit 1 mit einer Abstrahlrichtung in Richtung der Rohrachse 3.0 angeordnet. Die Laserstrahleinheit 1 wird hier durch eine einzelne Laserstrahlquelle 1.1 und eine in deren Abstrahlrichtung vorgeordnete optische Baugruppe 1.2 gebildet. Die Laserstrahleinheit 1 kann ebenso nur eine Laserstrahlquelle 1.1 sein, die bereits mit einer hohen Divergenz abstrahlt, oder auch eine Anordnung von mehreren Laserstrahlquellen 1.1, deren Laserstrahlung bevorzugt durch eine optische Baugruppe 1.2 bzw. jeweils eine optische Baugruppe 1.2 aufgeweitet wird. Eine innere Umfangsfläche des Rohres 3 ist für von der Laserstrahleinheit 1 emittierte und in das Rohr 3 eingekoppelte Laserstrahlung reflektierend.

[0031] Im Rohr 3 ist ein mit diesem über eine Halteeinheit verbundener Dorn 4 koaxial angeordnet. Die Halteeinheit ist in diesem Ausführungsbeispiel durch Abstandselemente 5.1 gebildet. Der Dorn 4 umfasst ein dem strahleintrittsseitigen Rohrende 3.1 zugewandtes erstes Dornenteil 4.1 und ein dem strahlaustrittsseitigen Rohrende 3.2 zugewandtes zweites Dornenteil 4.2.

[0032] Das erste Dornenteil 4.1 weist hier die Form eines geraden Kegels oder einer geraden Pyramide mit einem Mittelpunktswinkel α kleiner 90° auf. Die Spitze des Kegels bzw. der Pyramide ist zur Laserstrahleinheit 1 hin gerichtet. Das erste Dornenteil 4.1 hat ausschließlich die Aufgabe, auftreffende Laserstrahlung so auf das Rohr 3 zu reflektieren, dass es unter einem Winkel dort auftritt, aus dem es weiter zum strahlaustrittsseitigen Rohrende 3.2 hin reflektiert wird.

[0033] Das zweite Dornenteil 4.2 weist die Form eines geraden Zylinders oder eines geraden Prismas auf, wobei eine zweite Grundfläche 4.2.0 des Zylinders bzw. des Prismas und eine erste Grundfläche 4.1.0 des Kegels bzw. der Pyramide aufeinander abgestimmt sind. Das heißt, im Falle, dass der Dorn 4 eine Paarung von Kegel und Zylinder bzw. von Pyramide und Prisma darstellt, sind die Grundflächen 4.1.0 und 4.2.0 jeweils deckungsgleich. Im Falle, dass der Dorn 4 durch eine Pyramide und einen Zylinder gebildet wird, ist die erste Grundfläche 4.1.0 der Pyramide, die grundsätzlich ein Vieleck, bevorzugt ein gleichseitiges Vieleck darstellt, an dessen Innenkreis und damit an die runde zweite Grundfläche 4.2.0 des Zylinders angepasst. Ebenso ist im Fall, dass der Dorn 4 durch einen Kegel und ein Prisma gebildet wird, die erste Grundfläche 4.1.0 des Kegels, die einen Kreis dar-

stellt, an die zweite Grundfläche **4.2.0** des Prismas, das ein Vieleck, bevorzugt ein gleichseitiges Vieleck darstellt, angepasst. Die beiden letztgenannten Kombinationen bewirken eine noch bessere Streuung der Laserstrahlung auf dem Weg zum strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** und damit zu einer besseren Homogenisierung der Strahlungsdichte.

[0034] Die Größe des Querschnittes des Dorns **4** senkrecht zu seiner Längsachse, die mit der Rohrachse **3.0** zusammenfällt, nimmt über dessen Länge vom strahleintrittsseitigen Rohrende **3.1** bis zum Übergang des ersten Dornteils **4.1** in das zweite Dornteil **4.2** zu und bleibt dann konstant. Die Querschnittsform des Dorns **4** kann an den Querschnitt des Rohres **3** in der Form angepasst sein, wie in den **Fig. 1b–Fig. 1e** gezeigt, oder auch zu diesem unterschiedlich sein, wie in den **Fig. 1f–Fig. 1g** gezeigt.

[0035] Die Abstandselemente **5.1** überbrücken einen senkrechten Abstand zwischen dem Rohr **3** und dem Dorn **4**, der für die Breite der entstehenden Schweißnaht bestimmend ist. Die Breite der Schweißnaht ist bevorzugt konstant, wie in den **Fig. 1b–Fig. 1f** gezeigt, kann aber auch unterschiedlich sein, wie in **Fig. 1g** gezeigt.

[0036] Die dem Rohr **3** zugewandten Umgangsflächen des Dorns **4** sind für die Laserstrahlung reflektierend, so dass die Laserstrahlung durch Mehrfachreflexionen zwischen dem Rohr **3** und dem Dorn **4** zum strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** hin umgelenkt und ringförmig geformt wird. Die Form des Zwischenraums zwischen Dorn **4** und Rohr **3** am strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** bestimmt die Form der Schweißnaht und ist in jedem Fall ringförmig.

[0037] Vorteilhaft liegen die Stirnflächen, welche das strahlaustrittsseitige Rohrende **3.2** und das dem strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** zugewandte Ende des Dorns **4** begrenzen, in einer Ebene, sodass sie gemeinsam auf die zwei bereits zueinander positionierten Bauteile **7, 8** aufgesetzt werden können. Die Stirnflächen begrenzen dann eine ringförmige Fläche, in welche die Laserstrahlung eingeleitet wird. Eine in die Schweißeinheit in Richtung der Rohrachse **3.0** eingeleitete Andruckkraft wird über die Stirnflächen auf die Bauteile **7, 8** übertragen, sodass zwischen den Bauteilen **7, 8** ein für die Schweißung erforderlicher Anpressdruck entsteht.

[0038] Grundsätzlich könnte auch das strahlaustrittsseitige Rohrende **3.2** über das Ende des Dorns **4** hinausragen, so dass nur das strahlaustrittsseitige Rohrende **3.2** auf den Bauteilen **7, 8** zur Anlage kommt, oder auch nur das Ende des Dorns **4** könnte über das strahlaustrittsseitige Rohrende **3.2** hinausragen, sodass darüber die Andruckkraft in die Bauteile **7, 8** eingetragen wird. Es kann dabei allerdings zu einer ungewollten Überstrahlung eines der Rän-

der der Schweißnaht und damit zu einer ungewollten Erwärmung kommen, die aber vergleichsweise vernachlässigbar gering ist, wenn die Höhendifferenz nur gering ist.

[0039] Eine derartige definierte Geometrie, wie sie durch die erste Grundfläche **4.1.0** eines Kegels bzw. einer Pyramide gegeben ist, ist nicht zwingend erforderlich. Sowohl der Querschnitt des Dorns **4** als auch des Rohres **3** könnte theoretisch auch eine Freiformfläche sein, die allerdings in ihrem optischen Reflexionsverhalten nicht berechenbar und daher nicht praktikabel ist. Mit den genannten definierten Querschnittsformen lässt sich eine Vielfalt von ringförmigen Schweißnähten erzeugen, die eine hohe Konstruktionsfreiheit für die zu verschweißenden Bauteile **7, 8** zulassen.

[0040] Die Abstandselemente **5.1** sind je nachdem, ob die Schweißkontur einen geschlossenen Ring oder eine Vielzahl von Ringabschnitten, die gemeinsam die Form eines Ringes bilden, dargestellt, dimensioniert und angeordnet.

[0041] Für eine Schweißkontur, die einen geschlossenen Ring darstellt, dürfen die Abstandselemente **5.1** die Laserstrahlung möglichst nicht abschatten, weshalb diese soweit als möglich am strahleintrittsseitigen Rohrende **3.1** um den Dorn **4** verteilt angeordnet sind. Sie sind bevorzugt schmal und für die Laserstrahlung reflektierend ausgeführt. Wird eine Laserstrahlung von einer Anordnung mehrerer Laserstrahlquellen **1.1** und damit mehreren Positionen aus in die Vorrichtung eingestrahlt, werden die Abstandselemente **5.1** vorteilhaft genau in der Mitte zwischen den Lasereinstrahlpositionen angeordnet.

[0042] Für eine Schweißkontur, bestehend aus einer Vielzahl von Ringabschnitten, erstrecken sich die Abstandselemente **5.1** vorteilhaft bis zu den Stirnflächen des strahlaustrittsseitigen Rohrendes **3.2** und/oder des Endes des Dorns **4** und übernehmen hier auch die Funktion des Andrückens.

[0043] Ein zweites Ausführungsbeispiel, dargestellt in **Fig. 2**, unterscheidet sich im Wesentlichen von dem ersten Ausführungsbeispiel durch die Ausführung der Laserstrahlleinheit **1** und der Halteeinheit.

[0044] Die Laserstrahlleinheit **1** ist hier durch eine Vielzahl von Laserstrahlquellen **1.1** gebildet, die z. B. auf einer Kreislinie oder der Umfangsline eines Vieleckes angeordnet sind, wobei bevorzugt jeder Laserstrahlquelle **1.1** eine optische Baugruppe **1.2** zur Strahlaufweitung vorgeordnet ist. Eine Anordnung von mehreren Laserstrahlquellen **1.1** nebeneinander ohne vorgeordnete Strahlformung, z. B. Laserlinie mit mehreren Barren nebeneinander, ist auch möglich. Die einzelnen optischen Baugruppen **1.2** sind entsprechend der Anordnung der Laserstrahlquellen **1.1**

angeordnet. Die Funktionen des Fassens und Anordnens der optischen Baugruppen **1.2** und des Haltens des Dorns **4** koaxial zum Rohr **3** werden hier vorteilhaft durch eine Halteplatte **5.2** gelöst, die anstelle der Abstandselemente **5.1** als Halteeinheit dient. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel, wo sich die Abstandselemente **5.1** innerhalb des Abstrahlbereiches der Laserstrahlung befinden, befindet sich die Halteplatte **5.2** hier außerhalb des Abstrahlbereiches der Laserstrahlung. Da in diesem Fall die Einstrahlung der Laserstrahlung nicht über den gesamten Querschnitt des Rohres **3** verteilt erfolgt, ist das erste Dornteil **4.1** nur als Kegelstumpf bzw. Pyramidenstumpf ausgeführt, womit vorteilhaft durch die sich ergebende Deckfläche eine Montagefläche für die Halteplatte **5.2** gebildet ist.

[0045] Gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel (siehe **Fig. 3a–Fig. 3d**) soll die Vorrichtung, neben der optischen Funktion zur Führung der Laserstrahlung auf die Bauteile **7, 8** und der mechanischen Funktion zur Übertragung einer Andruckkraft, auch eine Funktion zur Aufnahme und Positionierung des ersten Bauteils **7** zur Vorrichtung und damit zur Schweißnaht sowie zum zweiten Bauteil **8** übernehmen.

[0046] Für Letzteres wird das zweite Dornteil **4.2** genutzt, indem dessen dem strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** zugewandtes Ende abgestimmt auf das erste Bauteil **7** mit einem Partner einer kraft-formschlüssigen Steckverbindung ausgestattet ist, wobei das erste Bauteil **7** den anderen Partner für diese Verbindung aufweist. Selbst wenn der Dorn **4** auch als Andruckmittel verwendet wird, kann die dafür zu nutzende Stirnfläche auf eine Ringform beschränkt werden, und innerhalb des von der Stirnfläche eingeschlossenen Innenbereichs kann der Partner für die kraft-formschlüssige Steckverbindung ausgebildet sein.

[0047] Das erste Bauteil **7** kann bereits eine Form aufweisen, die als Partner für die kraft-formschlüssige Steckverbindung genutzt werden kann. Hierbei kann es sich z. B. um ein hülsenförmiges Bauteil **7.1** mit einem Hülsenteil **7.1.2** und einem daran ausgebildeten Kragen **7.1.1** handeln.

[0048] Das dritte Ausführungsbeispiel betrifft eine Vorrichtung, die für das Schweißen eines solchen hülsenförmigen Bauteils **7.1** ausgelegt ist.

[0049] An dem dem strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** zugewandten Ende des Dorns **4** ist ein das Hülsenteil **7.1.2** ausfüllender Kern, nachfolgend Aufnahmekern **4.2.1**, ausgebildet. Das Hülsenteil **7.1.2** und der Aufnahmekern **4.2.1** stellen die kraft-formschlüssige Steckverbindung dar. Damit das Hülsenteil **7.1.2** nicht mit Laserstrahlung beaufschlagt wird, ist der Aufnahmekern **4.2.1** durch eine Ringnut **6** getrennt

von einem Reflektormantel **4.2.2** koaxial umgeben. Die Ringnut **6** erstreckt sich so weit in das zweite Dornteil **4.2**, dass das Hülsenteil **7.1.2** des hülsenförmigen Bauteils **7.1** wenigstens nahezu vollständig in der Ringnut **6** aufgenommen werden kann.

[0050] Auch bei diesem dritten Ausführungsbeispiel kann das erste Bauteil **7**, hier konkret der Kragen **7.1.1** des hülsenförmigen Bauteils **7.1**, durch eine oder auch zwei Stirnflächen angedrückt werden, je nachdem, ob das strahlaustrittsseitige Rohrende **3.2** über den Reflektormantel **4.2.2** hinausragt oder umgekehrt oder ob beide Stirnflächen in einer Ebene liegen.

[0051] In den **Fig. 3a bis Fig. 3d** ist gezeigt, wie das hülsenförmige Bauteil **7.1** durch die Vorrichtung aufgenommen und für die Schweißung zur Vorrichtung und zu dem zweiten Bauteil **8**, welches wenigstens im Bereich der Schweißnaht plattenförmig ist, positioniert wird.

[0052] Gemäß **Fig. 3a** liegt das hülsenförmige Bauteil **7.1** in einer Lagerpalette **9** auf dem Kragen **7.1.1** auf, sodass das Hülsenteil **7.1.2** senkrecht nach oben ragt. Die Vorrichtung wird, wie in **Fig. 3b** gezeigt, von oben senkrecht auf das hülsenförmige Bauteil **7.1** aufgesetzt, sodass der Aufnahmekern **4.2.1** in das Hülsenteil **7.1.2** eingeführt wird. Dabei kommt es zu einer leichten Aufdehnung des Hülsenteils **7.1.2**, wobei die Aufdehnung eine Rückstellkraft bewirkt und eine kraft-formschlüssige Steckverbindung zwischen dem Aufnahmekern **4.2.1** und dem Hülsenteil **7.1.2** gebildet wird. Die Vorrichtung wird jetzt mit dem angesteckten hülsenförmigen Bauteil **7.1** dem zweiten Bauteil **8** relativ zugestellt, auf das das hülsenförmige Bauteil **7.1** aufgeschweißt werden soll, und auf diesem abgesetzt. Dabei wird das hülsenförmige Bauteil **7.1** weiter auf den Aufnahmekern **4.2.1** und in die Ringnut **6** geschoben, bis der Kragen **7.1.1** am Rohr **3** oder Reflektormantel **4.2.2** oder beiden zur Anlage kommt. Vorteilhaft ist an dem zweiten Bauteil **8** eine Positionierhilfe vorhanden. Das kann ein aus anderen Gründen vorhandenes Loch **8.1** sein, um welches der Kragen **7.1.1** angeschweißt werden soll und in den der Aufnahmekern **4.2.1** gegebenenfalls ebenfalls eingeführt wird, wie in **Fig. 3d** gezeigt, oder auch ein auf dem zweiten Bauteil **8** ausgebildeter Ring (in den **Fig.** nicht dargestellt), in den der Kragen **7.1.1** beim Absetzen der Vorrichtung eingepasst wird.

[0053] Die Form der Schweißnaht ist, wie bereits erklärt, durch den gewählten Querschnitt des Rohres **3** sowie des Dorns **4** am strahlaustrittsseitigen Rohrende **3.2** bestimmt. Die Form kann ein regelmäßiges Vieleck, speziell ein Quadrat, wie in **Fig. 1b** gezeigt, oder ein Sechseck, wie in **Fig. 1c** gezeigt, ebenso aber auch ein unregelmäßiges Vieleck darstellen. Des Weiteren kann sie z. B. einen Kreisring, wie in

Fig. 1d gezeigt, oder einen elliptischen Ring, wie in **Fig. 1e** gezeigt, darstellen.

Bezugszeichenliste

1	Laserstrahleinheit
1.1	Laserstrahlquelle
1.2	optische Baugruppe
3	Rohr
3.0	Rohrachse
3.1	strahleintrittsseitiges Rohrende
3.2	strahlaustrittsseitiges Rohrende
4	Dorn
4.1	erstes Dornenteil
4.1.0	erste Grundfläche
4.2	zweites Dornenteil
4.2.0	zweite Grundfläche
4.2.1	Aufnahmekern
4.2.2	Reflektormantel
5.1	Abstandselement
5.2	Halteplatte
6	Ringnut
7	erstes Bauteil
7.1	hülsenförmiges Bauteil
7.1.1	Kragen (des hülsenförmigen Bauteils 7.1)
7.1.2	Hülse (des hülsenförmigen Bauteils 7.1)
8	zweites Bauteil
8.1	Loch (im zweiten Bauteil 8)
9	Lagerpalette
α	Mittelpunktswinkel

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht zwischen einem ersten Bauteil (**7**) und einem zweiten Bauteil (**8**), enthaltend eine Schweißeinheit mit einem Rohr (**3**), eine Rohrachse (**3.0**), ein strahleintrittsseitiges Rohrende (**3.1**) und ein strahlaustrittsseitiges Rohrende (**3.2**) aufweisend, sowie eine an dem strahleintrittsseitigen Rohrende (**3.1**) angeordnete Laserstrahleinheit (**1**) mit einer Abstrahlrichtung in Richtung der Rohrachse (**3.0**), wobei eine innere Umfangsfläche des Rohres (**3**) für von der Laserstrahleinheit (**1**) emittierte Laserstrahlung reflektierend ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Rohr (**3**) ein mit diesem über eine Halteeinheit verbundener Dorn (**4**) koaxial angeordnet ist, der ein dem strahleintrittsseitigen Rohrende (**3.1**) zugewandtes erstes Dornenteil (**4.1**), mit einer ersten Grundfläche (**4.1.0**), in Form eines geraden Kegels, eines geraden Kegelstumpfes, einer geraden Pyramide oder eines geraden Pyramidenstumpfes, mit einem zum strahlaustrittsseitigen Rohrende (**3.2**) geöffneten Mittelpunktswinkel (α) kleiner 90° , und ein dem strahlaustrittsseitigen Rohrende (**3.2**) zugewandtes zweites Dornenteil (**4.2**), mit einer zweiten Grundfläche (**4.2.0**), in Form eines geraden Zylinders oder eines geraden Prismas aufweist, wobei die

erste Grundfläche (**4.1.0**) und die zweite Grundfläche (**4.2.0**) aneinander angepasst sind und dem Rohr (**3**) zugewandte Umfangsflächen des Dorns (**4**) für die Laserstrahlung reflektierend sind, so dass die Laserstrahlung durch Mehrfachreflexionen zwischen dem Rohr (**3**) und dem Dorn (**4**) zum strahlaustrittsseitigen Rohrende (**3.2**) hin umgelenkt und ringförmig geformt wird.

2. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem zweiten Dornenteil (**4.2**) dem strahlaustrittsseitigen Rohrende (**3.2**) zugewandt ein Partner für eine kraftformschlüssige Steckverbindung mit dem ersten Bauteil (**7**) vorhanden ist.

3. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Dornenteil (**4.2**) teilweise, ausgehend von dem strahlaustrittsseitigen Rohrende (**3.2**) durch eine Ringnut (**6**) in einen Reflektormantel (**4.2.2**) und einen koaxialen Aufnahmekern (**4.2.1**) unterteilt ist, um das erste Bauteil (**7**), das als ein hülsenförmiges Bauteil (**7.1**), aufweisend einen Kragen (**7.1.1**) und ein Hülse (teil (**7.1.2**), ausgeführt ist, über das Hülse (teil (**7.1.2**) in die Ringnut (**6**) einführen zu können, sodass der Kragen (**7.1.1**) mit der Laserstrahlung beaufschlagt werden kann und der Aufnahmekern (**4.2.1**) den Partner der kraftformschlüssigen Steckverbindung darstellt.

4. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das strahlaustrittsseitige Rohrende (**3.2**) über den Reflektormantel (**4.2.2**) hinausragt, sodass der Kragen (**7.1.1**) des eingeführten hülsenförmigen Bauteils (**7.1**) mittels des Rohres (**3**) an das dem hülsenförmigen Bauteil (**7.1**) relativ zugestellte zweite Bauteil (**8**) angedrückt werden kann.

5. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufnahmekern (**4.2.1**) über das strahlaustrittsseitige Rohrende (**3.2**) hinausragt, sodass das hülsenförmige Bauteil (**7.1**) durch Einführen des Aufnahmekerns (**4.2.1**) in das Hülse (teil (**7.1.2**) von einer Lagerpalette (**9**) durch die Vorrichtung aufgenommen und mit der Vorrichtung dem zweiten Bauteil (**8**) relativ zugestellt werden kann.

6. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das strahlaustrittsseitige Rohrende (**3.2**) und ein freies Ende des Reflektormantels (**4.2.2**) in einer Ebene liegen, sodass der Kragen (**7.1.1**) des eingeführten hülsenförmigen Bauteils (**7.1**) auch mittels des Reflektormantels

(4.2.2) an das dem hülsenförmigen Bauteil (7.1) relativ zugestellte zweite Bauteil (8) angedrückt werden kann.

7. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserstrahlleinheit (1) aus wenigstens einer Laserstrahlquelle (1.1) und wenigstens einer vorgeordneten optischen Baugruppe (1.2) zur Aufweitung der Laserstrahlung gebildet ist.

8. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 1 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteeinheit aus wenigstens zwei Abstandselementen (5.1) gebildet ist, die an einer der Umfangsflächen des Dorns (4) angeordnet sind.

9. Vorrichtung zum Lasertransmissionsschweißen einer ringförmigen Schweißnaht nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteeinheit eine Halteplatte (5.2) ist, die an einem dem strahleintrittsseitigen Rohrende (3.1) zugewandten Ende des ersten Dornenteils (4.1) angeordnet ist und in der die wenigstens eine optische Baugruppe (1.2) gefasst ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

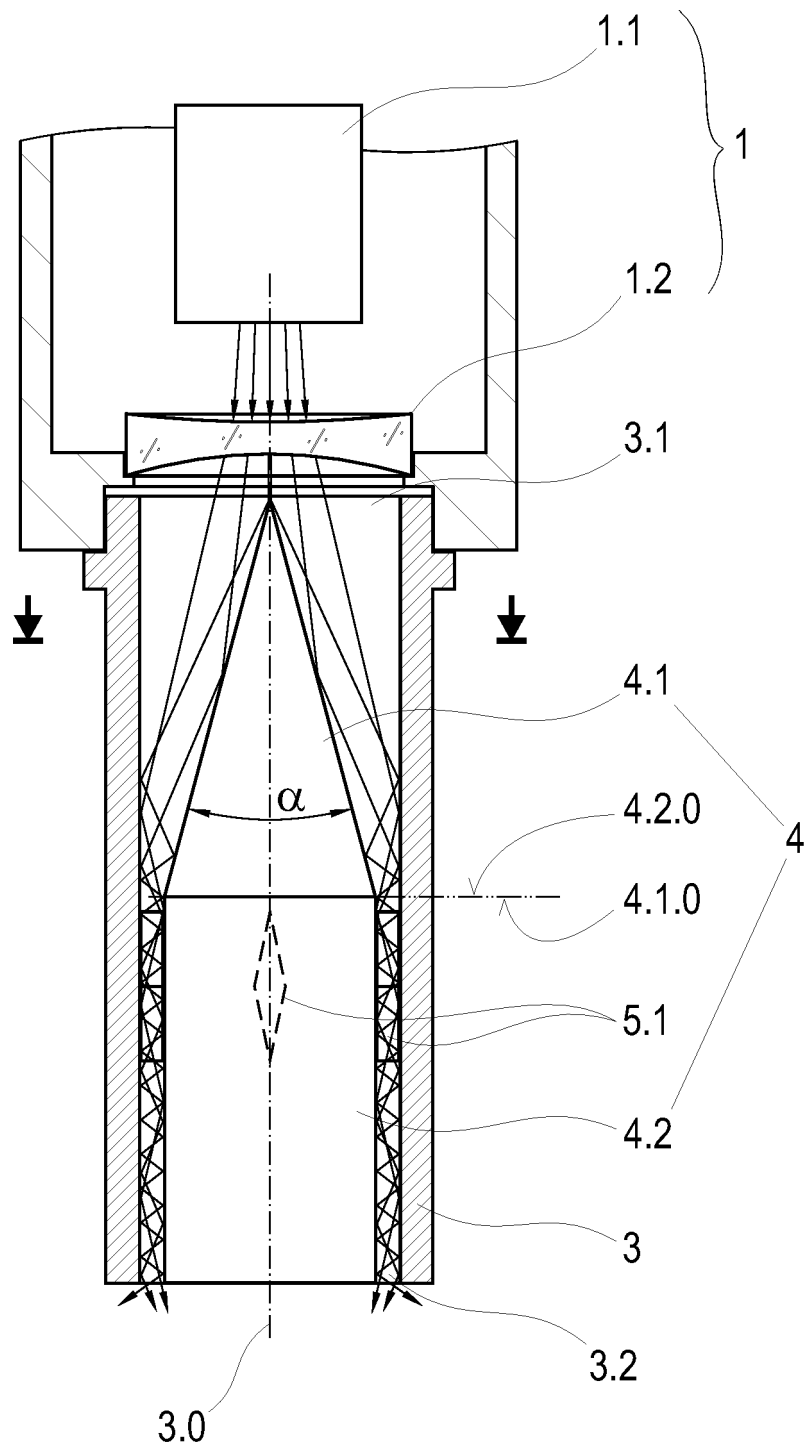


Fig. 1a

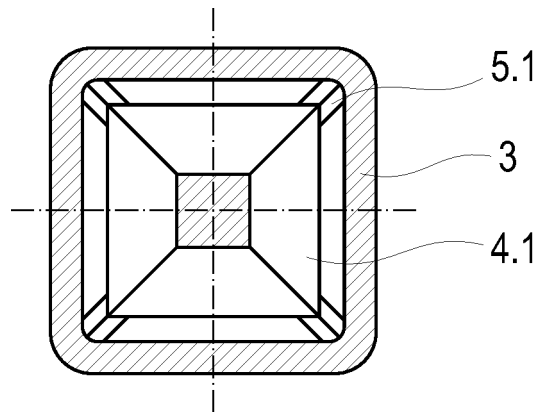


Fig. 1b

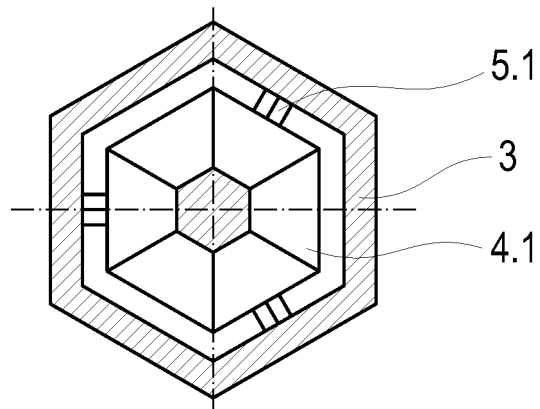


Fig. 1c

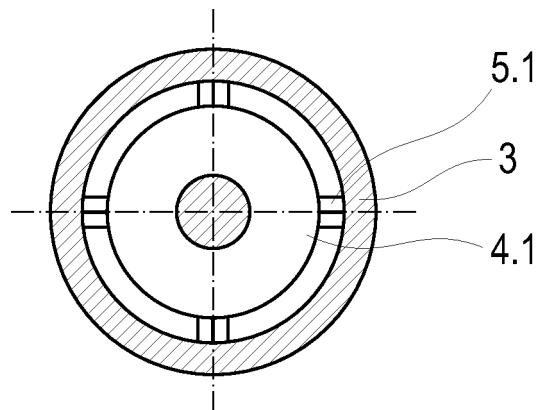


Fig. 1d

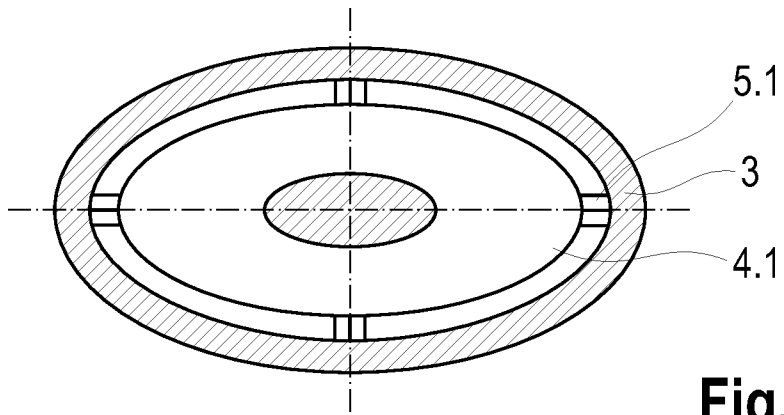


Fig. 1e

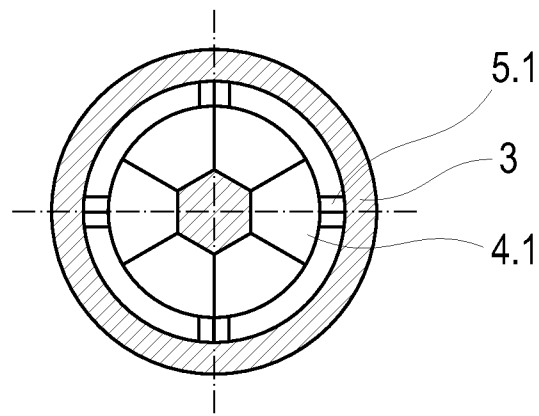


Fig. 1f

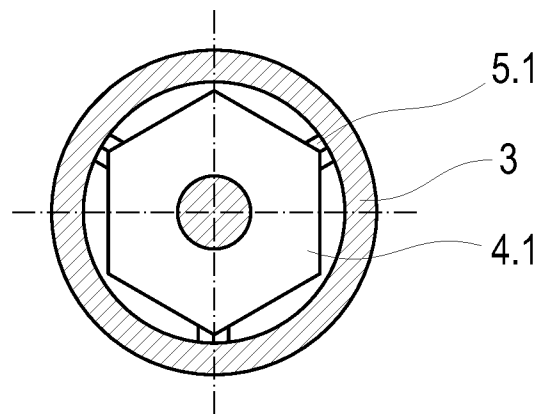


Fig. 1g

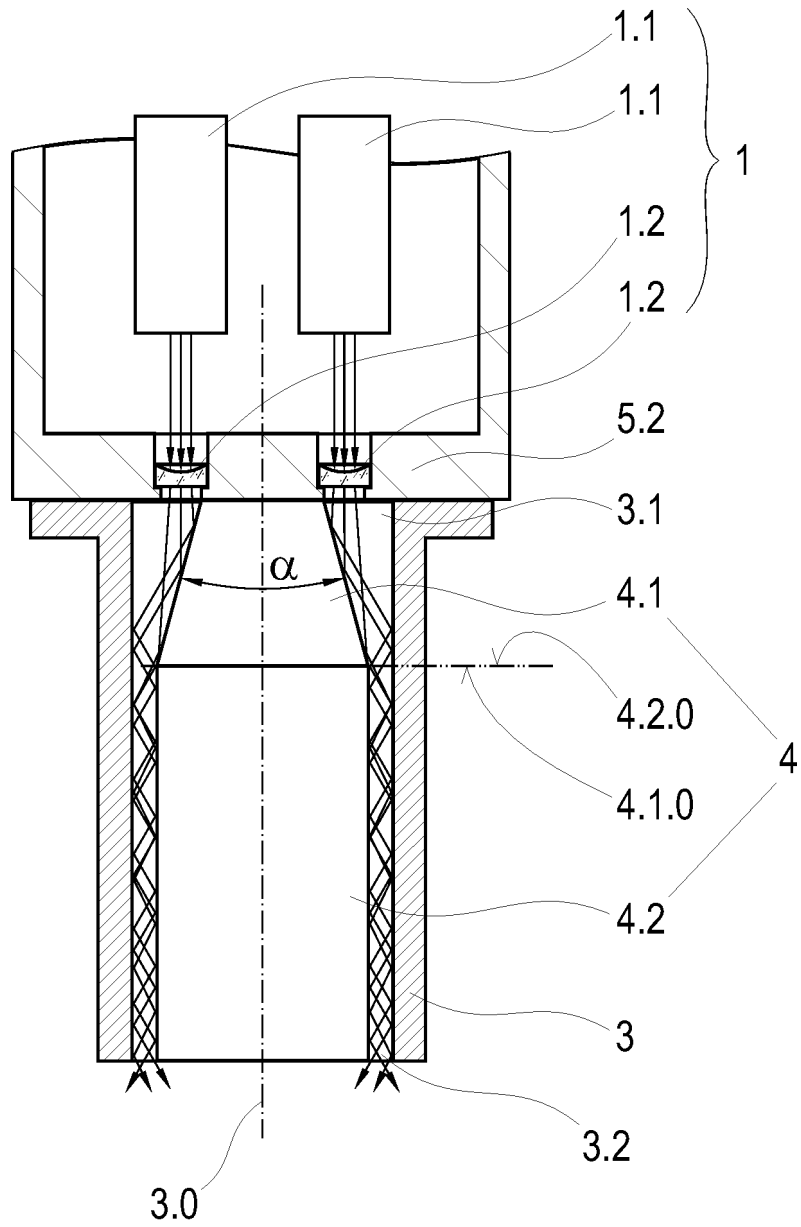


Fig. 2

