

(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  
13. August 2015 (13.08.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/118088 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B23K 26/04* (2014.01)    *B23K 26/30* (2014.01)  
*B23K 26/06* (2014.01)    *G02B 7/04* (2006.01)  
*B23K 26/14* (2014.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen:    PCT/EP2015/052456
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
5. Februar 2015 (05.02.2015)
- (25) Einreichungssprache:    Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache:    Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 101 477.4  
6. Februar 2014 (06.02.2014)    DE
- (71) Anmelder: **PRECITEC GMBH & CO. KG** [DE/DE];  
Draisstraße 1, 76571 Gaggenau-Bad Rotenfels (DE).
- (72) Erfinder: **SPÖRL, Georg**; Am Wasserwerk 13, 76287  
Rheinstetten (DE). **LOOSE, Christian**; Eckenerstraße 82,  
76571 Gaggenau (DE).
- (74) Anwalt: **TER MEER STEINMEISTER & PARTNER  
MBB**; Mauerkircherstr. 45, 81679 München (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, DE, 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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LASER MACHINING HEAD COMPRISING A BELT DRIVE FOR MOVING AN OPTICS

(54) Bezeichnung : LASERBEARBEITUNGSKOPF MIT EINEM BANDANTRIEB ZUR VERSCHIEBUNG EINER OPTIK

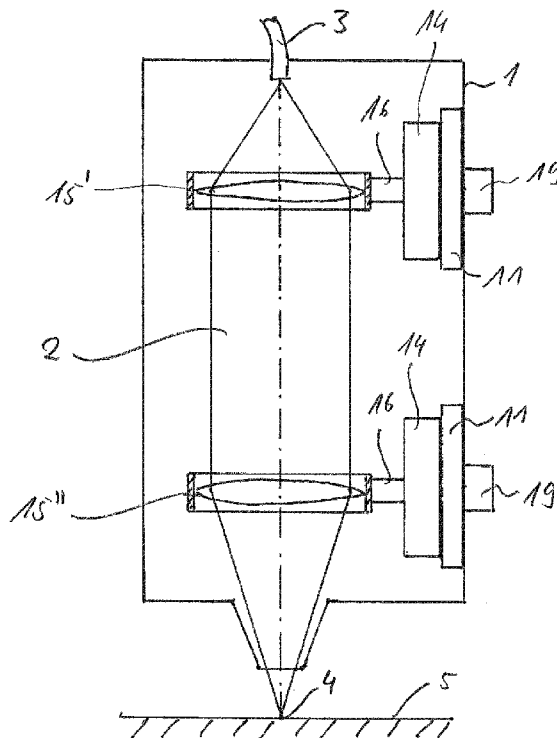


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a laser machining head for machining a workpiece (5) using a laser beam (2), comprising a holder (11) and beam-shaping optics (15', 15'') mounted on the holder (11) in such a way as to be able to move in the longitudinal direction of the laser beam (2). In order to largely prevent the optics (15', 15'') from dirt and in order to securely hold the optics (15', 15'') in the set position, even when subject to strong inertial forces as a result of heavy acceleration, a belt drive is provided for moving the optics (15', 15'').

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Laserbearbeitungskopf zur Bearbeitung eines Werkstücks (5) mit einem Laserstrahl (2), mit einer Halterung (11), einer strahlformenden Optik (15', 15''), die an der Halterung (11) in Längsrichtung des Laserstrahls (2) verschiebbar gelagert ist. Um eine Verschmutzung der Optik (15', 15'') weitgehend zu vermeiden und um die Optik (15', 15'') in ihrer eingestellten Lage sicher zu halten, selbst wenn große Trägheitskräfte in Folge von großen Beschleunigungen auftreten, ist ein Bandantrieb zur Verschiebung der Optik (15', 15'') vorgesehen.

WO 2015/118088 A1

- (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)

## LASERBEARBEITUNGSKOPF MIT EINEM BANDANTRIEB ZUR VERSCHIEBUNG EINER OPTIK

Die Erfindung betrifft einen Laserbearbeitungskopf, in dem eine strahlformende Optik, insbesondere eine Fokussieroptik, eine Kollimatoroptik oder Zoom-Optik verschieb- oder verstellbar gehalten ist.

5 Bei der Bearbeitung eines Werkstücks mittels eines Laserbearbeitungskopfes, insbesondere beim Laserschneiden oder -schweißen, wird üblicherweise ein Laserbearbeitungskopf mit einem Gehäuse vorgesehen, in dem eine Fokussieroptik, eine Kollimatoroptik Zoom-Optik oder angeordnet sind. Ein durch den Laserbearbeitungskopf zu einer Schneiddüse hindurchlaufender Laserstrahl wird durch eine Fokussieroptik so fokussiert, dass ein Werkstück be-  
10 arbeitet werden kann. Die Optik zur Formung des Laserstrahls ist dabei so im Laserbearbeitungskopf gehalten, dass die Optik relativ zum Gehäuse des Laserbearbeitungskopfes verstellbar ist. Dabei kann die Optik einerseits in einer Ebene senkrecht zum Laserstrahl und andererseits in Längsrichtung des Laserstrahls eingestellt werden.

Aus der DE 295 07 189 U1 ist ein Anschlusskopf zur Bearbeitung eines Werkstücks mittels  
15 eines Laserstrahls bekannt, bei dem die Fokussieroptik für den Laserstrahl an einem Einschub, der in das Gehäuse des Anschlusskopfes einführbar ist, verstellbar gehalten ist. Zur Verstellung der Optik in Richtung ihrer Längsachse ist dabei ein manueller Antrieb vorgesehen, der wie ein Spindeltrieb arbeitet.

Aus der DE 196 22 413 ist als Verstelltrieb zum Positionieren einer Optik in einem La-  
20 serbearbeitungskopf ein Seiltrieb bekannt. Hierbei ist es nachteilig, dass auch bei einem Seildurchmesser von nur ca. 1 mm und Biegeradien von ca. 20 mm innerhalb des Seils Abrieb durch Reibung zwischen den einzelnen Drähten entsteht. Dadurch kann das Innere eines Bearbeitungskopfes und insbesondere die Optik(en) darin verschmutzt werden.

Um das Problem einer Verschmutzung der Optik in bekannten Laserbearbeitungsköpfen zu  
25 umgehen, das durch Abrieb und/oder Schmiermittel hervorgerufen wird, wenn eine Verstellung der Optik nach dem Spindelprinzip oder mittels einem Seiltrieb erfolgt, ist es bereits bekannt eine Verstelleinrichtung für die Optik vorzusehen, die einen Linearmotor mit berührungsfreiem Antrieb aufweist.

Eine Verstell- oder Antriebseinrichtung mit derartiger Linearmotor mit berührungsfreiem Antrieb (Direktantrieb) ist aus dem deutschen Gebrauchsmuster DE 20 2009 012 924U1 bekannt.

Nachteilig ist hier, dass die Optik in unerwünschter Weise bewegt und somit die Fokuslage verschoben werden kann, wenn von außen große Beschleunigungen auf den Direktantrieb einwirken, da dann Trägheitskräfte auftreten können, die größer als die magnetische Haltekraft sein können. Soll dieser Effekt vermieden werden, kann entweder eine Bremse oder ein Direktantrieb mit einer größeren Dimensionierung eingebaut werden. Dieses Vorgehen widerspricht einer kleinen Baugröße und möglichst niedrigen Kosten.

10 Aus der DE 43 17 384 A1 ist ein Laserbearbeitungskopf bekannt, dessen strahlformende Optik in Längsrichtung des Laserstrahls von einem Schneckenantrieb verschiebbar ist. Diese Art des Antriebs ist allerdings bekanntermaßen träge und aufgrund des unwillkürlichen Spiels des Schneckenantriebs verhältnismäßig ungenau.

15 Die US 5 546 238 A betrifft eine Zoomoptik mit Hochgeschwindigkeitslinsenantrieb und zeigt zur Verschiebung der Optik einen Bandantrieb mit einem umlaufenden Band, das über zwei Walzen geführt ist. Die einzelnen Linsengruppen der Optik können über piezoelektrische Klemmen wahlweise mit dem umlaufenden Band zur Verschiebung gekoppelt werden. Hier ist das Band über die antreibenden Walzen reibschlüssig geführt.

20 Die DE 196 28 857 A1 betrifft einen Anschlusskopf zur Bearbeitung eines Werkstücks mittels eines Laserstrahls, dessen strahlformende Optik ist in einer Kassette angeordnet, die in eine Trägereinheit im Laserbearbeitungskopf einsetzbar ist. Zur Verschiebung der Trägereinheit in Richtung der optischen Achse ist ein elektrisch angetriebener Getriebemotor vorgesehen, dessen Motorwelle parallel zur optischen Achse verläuft. Auf der Motorwelle sitzt ein Antriebsrad für einen Zahnriemen, der um ein weiteres Antriebsrad herumgelegt ist, das fest auf einer Spindel sitzt, um diese zu drehen, wenn sich der Motor dreht. Zur Verschiebung der Trägereinheit wirkt die Spindel mit einer Spindelmutter zusammen, die fest an der Seite der Trägereinheit angebracht ist.

Somit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Laserbearbeitungskopf mit einer darin verstellbar gehaltenen Optik zu schaffen, bei denen eine Verschmutzung der Optik weitgehend vermieden und die Optik in ihrer eingestellten Lage sicher gehalten werden kann, selbst wenn große Trägheitskräfte in Folge von großen Beschleunigungen auftreten.

5 Diese Aufgabe wird durch den Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß weist also ein Laserbearbeitungskopf zur Halterung und Verstellung einer strahlformenden Optik, wie einer Fokussieroptik zur Fokussierung eines Laserstrahls auf eine Werkstück, einer Kollimatoroptik, die in Längsrichtung des Laserstrahls verschiebbar am Einschub gelagert ist, oder einer Zoom-Optik einen Bandantrieb auf, mit dem die strahlformende Optik präzise verschoben werden kann und der die strahlformende Optik in der eingestellten Position auch dann sicher hält, wenn in Folge von schnellen Bewegungen und Geschwindigkeitsänderungen des Laserbearbeitungskopfes große Trägheitskräfte auftreten. Der erfindungsgemäß vorgesehene Bandantrieb hat den Vorteil, dass bei der Verschiebung der Optik im Bandantrieb keine Gleitreibung auftritt, die zu Abrieb führen könnte, sondern ausschließlich Wälzreibung, so dass Verschmutzungen, wie sie beim Stand der Technik auftreten können, vermieden werden.

10  
15

Um eine automatische Einstellung auch während der Laserbearbeitung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass der Bandantrieb eine an der Halterung drehbar gelagerte Bandtrommel aufweist, die von einem Motor, insbesondere von einem bürstenlosen Gleichstrommotor oder einem Schrittmotor antreibbar ist.

20

Um eine sichere Führung der Optik bei der Verschiebung relativ zum Einschub zu gewährleisten, ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Optik an einem an der Halterung in Längsrichtung des Laserstrahls verschiebbar gelagerten Schlitten gehalten ist, der zwei in Bewegungsrichtung voneinander beabstandete Enden aufweist, ein erstes Band mit seinem einen Ende an dem einem Ende des Schlittens befestigt ist und mit seinem anderen Ende um die Bandtrommel gewickelt und an dieser befestigt ist, und ein zweites Band mit seinem einen Ende an dem anderen Ende des Schlittens befestigt ist und mit seinem anderen Ende um die Bandtrommel gewickelt und an dieser befestigt ist.

25  
30

Vorteilhafterweise sind das erste und das zweite Band in Axialrichtung der Trommel gesehen nebeneinander um die Bandtrommel gewickelt, wobei ein erstes Band zwischen zwei zweiten Bändern angeordnet ist. Dabei ist zweckmäßigerweise die Summe der Breiten der zwei zweiten Bänder gleich oder größer als die Breite des ersten Bandes, wobei die beiden zweiten Bänder gleich breit sind.

Durch die spezielle Anordnung der Bänder auf der Bandtrommel lässt sich die Rotationsbewegung der Bandtrommel über die Bänder in eine präzise Linearverschiebung des vom Bandantrieb angetriebenen Schlittens umsetzen, da sich die von den Bändern auf die Bandtrommel übertragenen Kräfte gegenseitig aufheben.

Um die Beanspruchung der Bänder beim Verschieben des Schlittens zur Einstellung der Optik möglichst gering zu halten, ist vorgesehen, dass das Verhältnis von Banddicke zum Bandtrommelradius kleiner als 0,05, vorzugsweise kleiner als 0,03, insbesondere kleiner als 0,01 ist.

Um einen zuverlässigen Betrieb und lange Standzeiten des Bandantriebs zu gewährleisten, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, dass die ersten und zweiten Bänder die gleiche Dicke aufweisen, die im Bereich von 0,1 mm bis 0,01 mm, vorzugsweise von 0,08 mm bis 0,02 mm insbesondere von 0,06 mm bis 0,04 mm liegt.

Vorteilhafterweise bestehen die ersten und zweiten Bänder aus Stahl, insbesondere Federstahl oder dergleichen. Die ersten und zweiten Bänder können auch als erste und zweite Bandabschnitte eines einstückigen Bandes ausgebildet sein.

Ferner ist es zweckmäßig, die Halterung zur Lagerung der in Längsrichtung des Laserstrahls verschiebbaren Optik an einem Einschub gehalten ist, der in den Laserbearbeitungskopf einsetzbar ist. Hierdurch lässt sich ein schneller und einfacher Austausch der Optik ermöglichen, wenn dies wegen eines Brennweitenwechsels oder einer Beschädigung der Optik erforderlich wird.

Die Erfindung wird im Folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung weiter erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine vereinfachte schematische Blockdarstellung eines erfindungsgemäßen Laserbearbeitungskopfes,

Figur 2 eine vereinfachte schematische Seitenansicht eines Einschubs zur verstellbaren Halterung einer Optik in dem erfindungsgemäßen Laserbearbeitungskopf, und

Figur 3 eine vereinfachte schematische Draufsicht auf den Verstellmechanismus für die Optik,

5 Figur 4a eine perspektivische Ansicht eines einstückigen Bandes für einen Bandantrieb des Verstellmechanismus, und

Figur 4b eine perspektivische Ansicht des Bandes nach Figur 4a im aufgewickelten Montagezustand.

In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind einander entsprechende Bauelemente mit  
10 gleichem Bezugszeichen versehen.

Wie in Figur 1 dargestellt ist, weist ein erfindungsgemäßer Laserbearbeitungskopf ein Gehäuse 1 auf, durch das ein Laserstrahl 2 geführt ist. Zur Formung des aus einer Lichtleitfaser 3 austretenden Laserstrahls 2 sind beispielsweise eine erste Optik 15', die als Kollimatoroptik ausgebildet ist, und eine zweite Optik 15'' vorgesehen, die als Fokussieroptik den Laserstrahl 2 in den Wechselwirkungsbereich 4 zwischen Laserstrahl 2 und Werkstück 5 fokussiert. Zur verstellbaren Halterung der Optiken 15', 15'' sind diese jeweils über einen Halter 16 an einem Schlitten 14 eines Bandantriebs befestigt, der von einem Motor 19 antreibbar und an einer Halterung 11 verschiebbar geführt ist. Die Halterung 11 kann, wie in Figur 1 dargestellt, unmittelbar im Gehäuse 1 des Laserbearbeitungskopfes befestigt sein. Es ist  
15 aber auch möglich, die Halterung 11 – wie in Figur 2 gezeigt – an einem Einschub 10 vorzusehen, der in den Laserbearbeitungskopf einsetzbar ist.  
20

Anstelle der in Figur 1 dargestellten Kollimator- und Fokussieroptiken kann zur Strahlformung jedoch auch eine Zoomoptik eingesetzt werden, mit der nicht nur die Fokusslage, sondern auch die Brennweite verändert werden kann.

25 Wie in Figur 2 dargestellt ist, weist der Einschub 10, der in den Laserbearbeitungskopf einführbar ist, die Halterung 11 auf, die als am Gehäuse 1 des Laserbearbeitungskopfes befestigt

tigbare Halteplatte ausgebildet ist. An der Halterung 11 sind Führungsschienen 12 für den Schlitten 14 vorgesehen, an dem eine Optik 15 gehalten ist. Die Optik 15 kann dabei wie erwähnt eine Kollimatoroptik zur Aufweitung und Kollimierung, also zur Erzeugung eines aufgeweiteten parallelen Laserstrahls oder eine Fokussieroptik sein, die den Laserstrahl 2 zum Schneiden, Schweißen, Löten, Pulverauftragsschweißen oder dergleichen auf ein zu bearbeitendes Werkstück 5 fokussiert. Die Optik 15 ist, wie in Figur 1 und 2 schematisch angedeutet, über den Halter 16 am Schlitten 14 befestigt, der beispielsweise als Haltemanschette oder dergleichen ausgebildet sein kann. Der Schlitten 14 weist eine erste und eine zweite an jeweiligen Führungsschienen 12 an der Halterung 11 geführte Schlittenschienen 17, 18 auf, die so ausgebildet sind, dass eine von einem Motor 19 angetriebene Bandtrommel 20, die ortsfest an der Halterung 11 angeordnet ist, ungehindert durch den Schlitten 14 hindurch ragen kann, so dass sich die Bandtrommel 20 und der Schlitten 14 nicht gegenseitig im Wege sind. An einer der Schlittenschienen, im dargestellten Ausführungsbeispiel an der ersten Schlittenschiene 17 sind erste und zweite Bandhalter 21, 22 angebracht, an denen erste und zweite Bänder 23, 24 mit ihren einen Enden befestigt sind, während ihre jeweils anderen Enden um die Bandtrommel 20 herumgewickelt und an dieser befestigt sind. Genauer gesagt, ist das erste Band 23 mit seinem einen Ende, dem in der Figur 1 oberen Ende über den Bandhalter 21 an einem Ende des Schlittens 14 befestigt, während es mit seinem unteren Ende im Uhrzeigersinn um die Bandtrommel 20 gewickelt und an dieser befestigt ist. Das zweite Band, das als zwei zweite Bänder 24 ausgebildet ist, ist mit seinem in der Zeichnung unteren Ende über den Bandhalter 22 mit dem anderen Ende des Schlittens 14 verbunden, während sein oberes Ende, also die oberen Enden der beiden zweiten Bänder 24 im Gegenuhrzeigersinn um die Trommel 20 herumgeführt und an dieser befestigt sind. Die ersten und zweiten Bänder 23, 24, sind so nebeneinander angeordnet, dass die beiden zweiten Bänder 24 auf beiden Seiten des ersten Bandes 23 liegen. Die ersten und zweiten Bänder 23, 24 bilden dabei gemeinsam eine Bandschleife, die um die Trommel 20 herum geführt ist.

Wie in Figur 4a gezeigt ist, können anstelle des ersten Bandes und der zweiten Bänder ein erster Bandabschnitt 23' und zwei zweite Bandabschnitte 24' eines einstückigen Bandes 33 verwendet werden. Die ersten und zweiten Bandabschnitte 23', 24' treffen sich in der Mitte des Bandes 33 und bilden einen gabelförmigen Abschnitt 34 mit dem das Band 33 auf der Trommel 20 befestigt wird, wie in Figur 4b angedeutet.

Die Bänder 23, 24; 33 für den Bandantrieb, also die Zugmittel, die die Antriebskraft der Trommel 20 auf den Schlitten 14 übertragen, weisen ein Verhältnis von Breite zu Dicke auf, das größer als 50, vorzugsweise größer als 80 ist. Die Bänder bestehen dabei aus Stahl, vorzugsweise Federstahl und besitzen eine Dicke, die im Bereich von 0,1 mm bis 0,01 mm, vorzugsweise von 0,08 mm bis 0,02 mm, insbesondere bei 0,05 mm liegt.

Die Banddicke und der Trommeldurchmesser sind jeweils so zu wählen, dass das Verhältnis von Banddicke zum Bandtrommelradius kleiner als 0,05, vorzugsweise kleiner als 0,03, insbesondere kleiner als 0,01 ist. Nimmt man beispielsweise einen Trommeldurchmesser von 12 mm entsprechend einem Trommelradius von 6 mm an, so ergibt sich bei der Banddicke von 0,05 mm ein Verhältnis von Banddicke zu Biegeradius von 0,0083.

Wird nun die Trommel vom Motor 19, der beispielsweise ein bürstenloser Gleichstrommotor oder ein Schrittmotor sein kann, in Figur 2 im Uhrzeigersinn gedreht, so wird das erste Band 23 oder der erste Bandabschnitt 23' aufgewickelt, während das zweite Band, also die zweiten Bänder 24 oder die zweiten Bandabschnitte 24' abgewickelt werden, so dass sich der Schlitten 14 in der Zeichnung nach unten bewegt. Umgekehrt wird der Schlitten 14 nach oben bewegt, wenn sich die Bandtrommel 20 im Gegenuhrzeigersinn dreht.

Hierbei wird die Position der Optik 15 durch einen nicht näher dargestellten Linearmaßstab gemessen. Ein entsprechendes Positionssignal wird an einen Motorregler weitergeleitet, der dafür sorgt, dass die Optik 15 an der gewünschten Stelle positioniert wird.

Der Motor 19 ist dabei so auszulegen, dass sein Drehmoment größer ist als die zu bewegende Masse mal dem Radius der Bandtrommel 20. Ein derartiger Motor 19 ist dann auch in der Lage, die Optik 15 in ihrer gewünschten Stellung zu halten, wenn die von außen wirkenden Kräfte durch Beschleunigungen bewirkt werden, die bis zum sechsfachen der Erdbeschleunigung betragen. Je nach Richtung der Beschleunigung wirkt noch zusätzlich die Gewichtskraft der durch den Bandantrieb zu bewegenden Masse.

Durch den Einsatz eines Bandantriebs lässt sich die Optik 15 also in Richtung ihrer optischen Achse A relativ zur Halterung 11 des Einschubs 10 zwischen den Führungsschienen 12 hin und her verschieben, um ihre Position im Laserbearbeitungskopf in gewünschter

- Weise einzustellen. Im Falle einer Kollimatorlinse wird die Optik 15 so verschoben, dass die Austrittsfläche einer Lichtleitfaser, die das Laserlicht liefert, mit dem gegenstandsseitigen Fokus der Kollimatoroptik zusammenfällt, um die Austrittsfläche nach Unendlich abzubilden, um also einen aufgeweiteten parallelen Laserstrahl zu erhalten. Im Falle einer Fo-
- 5 kussierlinse wird die Optik 15 so verschoben, dass der Laserfokus die gewünschte Lage zur Werkstückoberfläche aufweist. Treten insbesondere bei einer Fokussieroptik Verschiebungen des Brennpunktes wegen Erwärmung der Linse auf, so kann die Optik 15 über den vom Motor 19 getriebenen Bandantrieb nachgeführt werden, ohne dass der Arbeitsprozess wesentlich unterbrochen zu werden braucht.
- 10 Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäß eingesetzten Bandantriebs ist, dass das Verhältnis der Zugmitteldicke, also der Dicke der Bänder zum Biegeradius verkleinert und damit verbessert werden kann. Damit lässt sich auch die Beanspruchung der unter Zugspannung stehenden Bänder durch Auf- und Abwickeln verringern. Da innerhalb der Bänder kein dem Seil ähnlicher Verschleißmechanismus auftritt, besteht auch keine Gefahr der Ver-
- 15 schmutzung der Linsen im Laserbearbeitungskopf. Ferner ist es wesentlich, dass zwischen den Bändern und der Bandtrommel keinerlei Gleitreibung, sondern nur Wälzreibung auftritt, die praktisch abriebfrei ist.

### Patentansprüche

1. Laserbearbeitungskopf zur Bearbeitung eines Werkstücks mit einem Laserstrahl, mit einer Halterung (11), einer strahlformenden Optik (15), die an der Halterung (11) in Längsrichtung des Laserstrahls verschiebbar gelagert ist, und einem Bandantrieb zur Verschiebung der Optik (15).
2. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bandantrieb eine an der Halterung (11) drehbar gelagerte Bandtrommel (20) aufweist, die von einem Motor (19), insbesondere von einem bürstenlosen Gleichstrommotor oder einem Schrittmotor antreibbar ist.
3. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
  - die Optik (15) an einem an der Halterung (11) in Längsrichtung des Laserstrahls verschiebbar gelagerten Schlitten gehalten ist, der zwei in Bewegungsrichtung voneinander beabstandete Enden aufweist,
  - ein erstes Band (23) mit seinem einen Ende an dem einem Ende des Schlittens (14) befestigt ist und mit seinem anderen Ende um die Bandtrommel (20) gewickelt und an dieser befestigt ist, und ein zweites Band (24) mit seinem einen Ende an dem anderen Ende des Schlittens (14) befestigt ist und mit seinem anderen Ende um die Bandtrommel (20) gewickelt und an dieser befestigt ist.
4. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Band (23, 24) in Axialrichtung der Trommel gesehen nebeneinander um die Bandtrommel (20) gewickelt sind.
5. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Band (23) zwischen zwei zweiten Bändern (24) angeordnet ist.
6. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Breiten der zwei zweiten Bänder (24) gleich der oder größer als die Breite des ersten Bandes (23) ist.

7. Laserbearbeitungskopf nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden zweiten Bänder (24) gleich breit sind.
8. Laserbearbeitungskopf nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Verhältnis von Banddicke zum Bandtrommelradius kleiner als 0,05, vorzugsweise kleiner als 0,03, insbesondere kleiner als 0,01 ist.
9. Laserbearbeitungskopf nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Bänder (23, 24) die gleiche Dicke aufweisen, die im Bereich von 0,1 mm bis 0,01 mm, vorzugsweise von 0,08 mm bis 0,02 mm, insbesondere von 0,06 mm bis 0,04 mm liegt.
10. Laserbearbeitungskopf nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Bänder (23, 24) aus Stahl, insbesondere Federstahl oder dergleichen bestehen.
11. Laserbearbeitungskopf nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Bänder (23, 24) als erste und zweite Bandabschnitte (23', 24') eines einstückigen Bandes (33) ausgebildet sind.
12. Laserbearbeitungskopf nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (11) zur Lagerung der in Längsrichtung des Laserstrahls verschiebbaren Optik (15) an einem Einschub (10) gehalten ist, der in den Laserbearbeitungskopf einsetzbar ist.

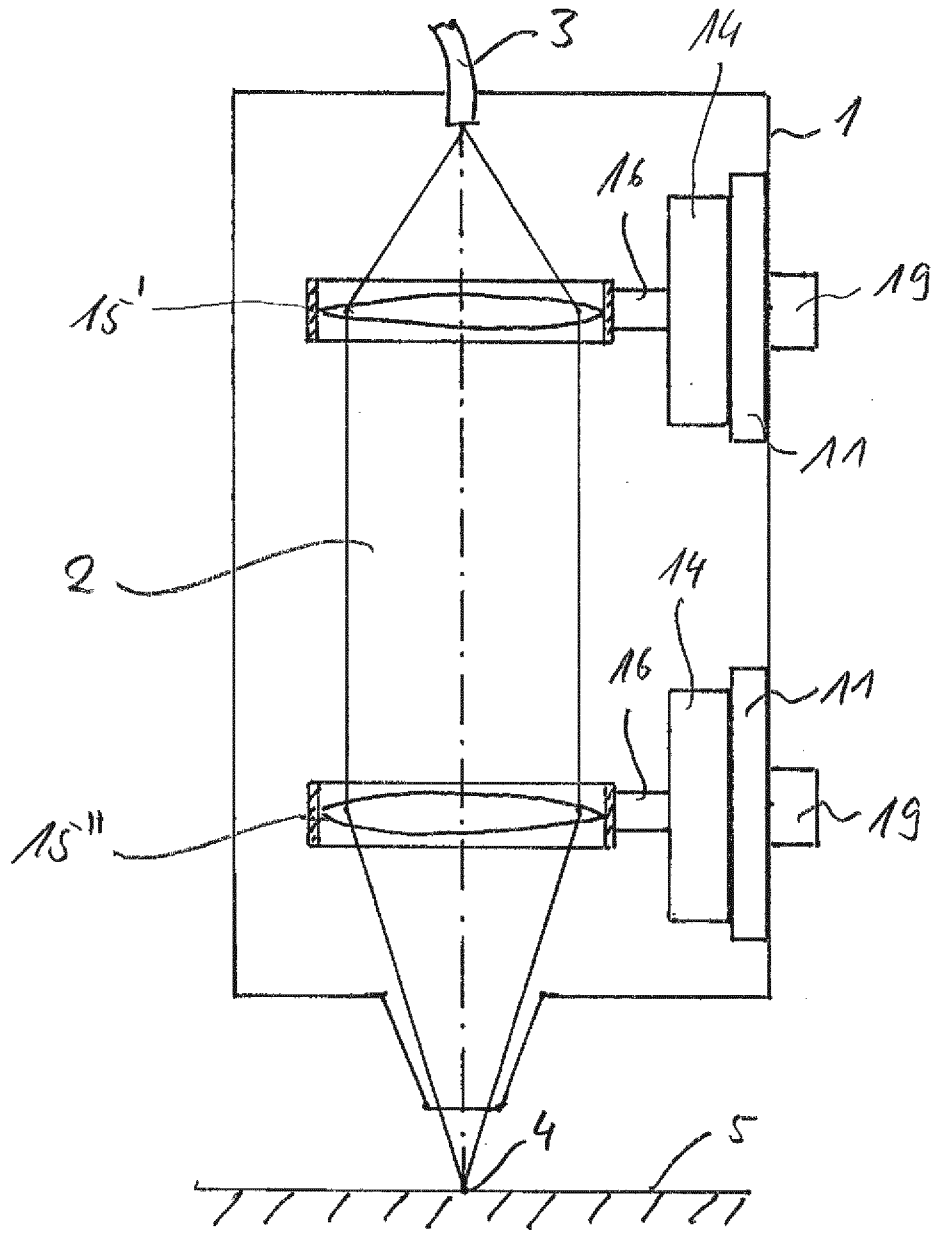


Fig. 1

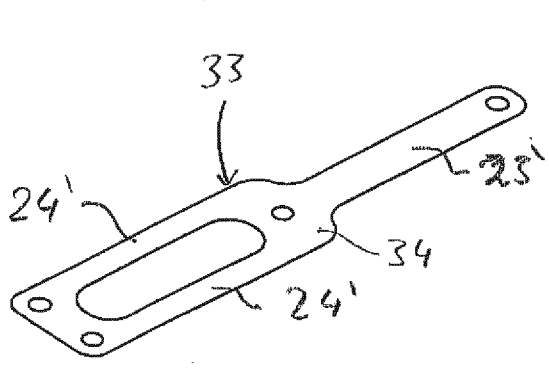


Fig. 4a

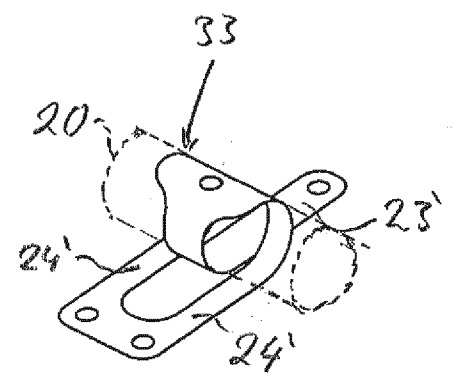
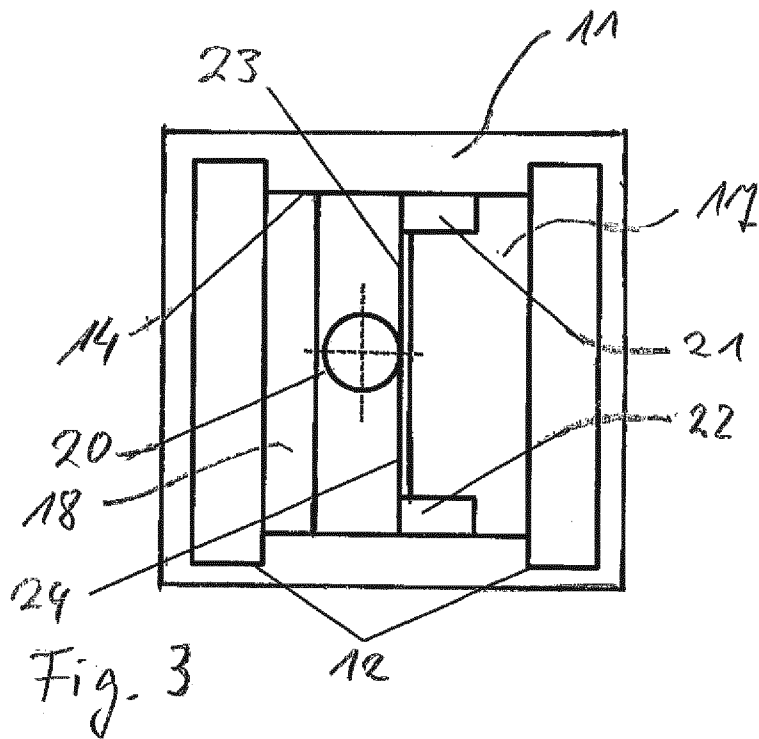
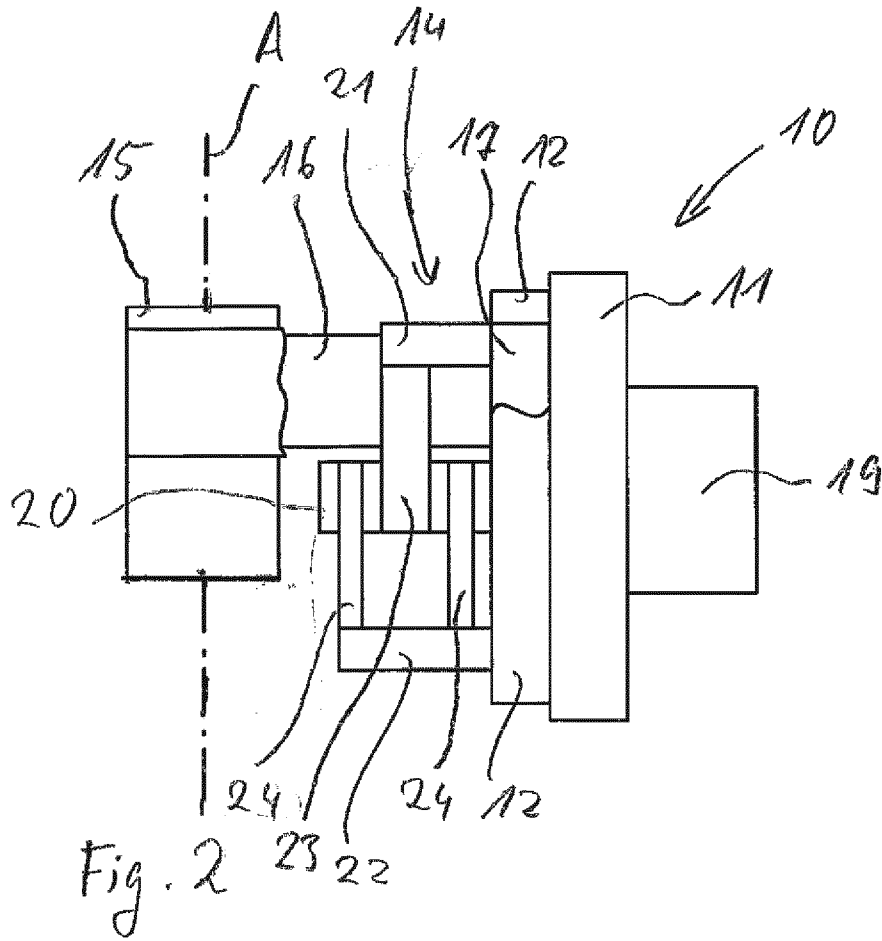


Fig. 4b



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2015/052456

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. B23K26/04      B23K26/06      B23K26/14      B23K26/30      G02B7/04  
 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 G02B

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

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP S63 21617 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 29 January 1988 (1988-01-29)	1-9,12
Y	abstract; figures 8-10	10,11
Y	----- US 4 366 722 A (A. HASLER) 4 January 1983 (1983-01-04) column 1, line 60 - column 2, line 11 column 2, line 58 - column 3, line 3; figures 2,4,5	10,11
A	----- DE 196 22 413 A1 (PRECITEC GMBH) 18 December 1997 (1997-12-18) cited in the application abstract; claims; figures	1-12
A	----- US 2 706 913 A (D. TROSSI) 26 April 1955 (1955-04-26) column 1, lines 15-21; figures	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  25 June 2015	Date of mailing of the international search report  06/07/2015
---	--

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  Jeggy, Thierry
--	--

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/052456

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
JP S6321617	A	29-01-1988	JP H0785124 B2	13-09-1995
			JP S6321617 A	29-01-1988
-----				
US 4366722	A	04-01-1983	NONE	
-----				
DE 19622413	A1	18-12-1997	DE 19622413 A1	18-12-1997
			US 5865061 A	02-02-1999
-----				
US 2706913	A	26-04-1955	NONE	
-----				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2015/052456

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. B23K26/04 B23K26/06 B23K26/14 B23K26/30 G02B7/04  
ADD.

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
B23K G02B

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.
X	JP S63 21617 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD) 29. Januar 1988 (1988-01-29)	1-9,12
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 8-10	10,11
Y	----- US 4 366 722 A (A. HASLER) 4. Januar 1983 (1983-01-04) Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 11 Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 3; Abbildungen 2,4,5	10,11
A	----- DE 196 22 413 A1 (PRECITEC GMBH) 18. Dezember 1997 (1997-12-18) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen	1-12
A	----- US 2 706 913 A (D. TROSSI) 26. April 1955 (1955-04-26) Spalte 1, Zeilen 15-21; Abbildungen	1

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. Juni 2015	06/07/2015

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  Jeggy, Thierry
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/052456

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S6321617 A	29-01-1988	JP H0785124 B2 JP S6321617 A	13-09-1995 29-01-1988
US 4366722 A	04-01-1983	KEINE	
DE 19622413 A1	18-12-1997	DE 19622413 A1 US 5865061 A	18-12-1997 02-02-1999
US 2706913 A	26-04-1955	KEINE	