



(10) **DE 10 2021 003 427 B3** 2022.11.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 003 427.9**
(22) Anmeldetag: **12.06.2021**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.11.2022**

(51) Int Cl.: **B23K 26/082** (2014.01)
B23K 26/035 (2014.01)
G02B 26/10 (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:
**MOEWE Optical Solutions GmbH, 09648
Mittweida, DE**

(74) Vertreter:
**Krause, Wolfgang, Dr.-Ing. Faching. f.
Erfindungswesen, 04779 Wernsdorf, DE**

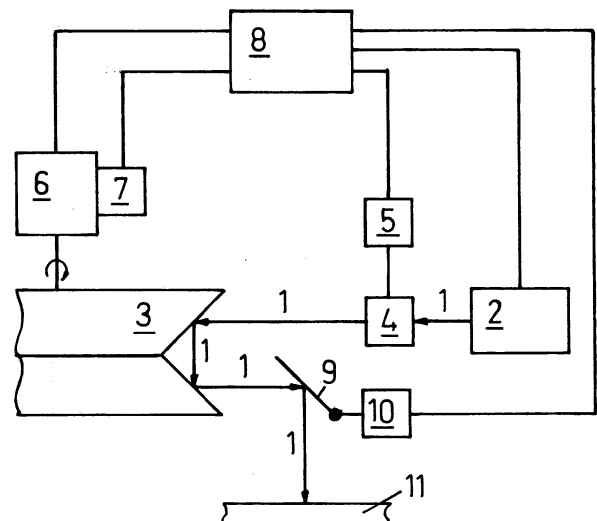
(72) Erfinder:
**Streek, André, Prof. Dr., 09456 Annaberg-
Buchholz, DE; Rößler, Florian, Dr., 01187 Dresden,
DE; Ebert, Robby, 09114 Chemnitz, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	10 2005 047 328	B3
DE	34 06 676	A1
DE	20 2008 017 745	U1
DE	20 2019 004 080	U1
US	2019 / 0 258 067	A1

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Lagekorrektur eines Laserstrahls gepulster Strahlquellen in Verbindung mit einer Scannereinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Einrichtungen zur Lagekorrektur eines Laserstrahls gepulster Strahlquellen in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit wenigstens einem Polygonspiegel zur Beaufschlagung eines Werkstücks mit Laserstrahlen der gepulsten Strahlquelle und Verwendungen wenigstens eines in der Laserstrahlung einer Strahlquelle angeordneten Elements. Die Einrichtungen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass eine Lageverschiebung der Laserstrahlung zur Phasenanpassung der festfrequenten Laserstrahlquelle hinsichtlich des Eintreffens von Laserpulsen auf einer Bearbeitungsebene des Körpers realisierbar ist. Dazu ist im Strahlengang der gepulsten Strahlquelle mit einer Festfrequenz wenigstens ein kippbares und für die Laserstrahlen transparenter Körper angeordnet. Der transparente Körper ist weiterhin zum Kippen mit einem Mechanismus und/oder einem Antrieb verbunden. Der Antrieb ist mit einer Steuereinrichtung so verbunden, dass zur Anpassung der festfrequenten Strahlquelle bezüglich des Auftreffortes der Laserpulse auf der Oberfläche des Werkstücks die Lage der Laserstrahlen in Ablenkrichtung mit dem transparenten Körper zur Korrektur des Auftreffortes der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle verschoben wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Einrichtungen zur Lagekorrektur eines Laserstrahls gepulster Strahlquellen in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit wenigstens einem Polygonspiegel zur Beaufschlagung eines Werkstücks mit Laserstrahlen der gepulsten Strahlquelle, wobei der Polygonspiegel einen frequenzgesteuerten elektrischen Motor aufweist, und Verwendungen wenigstens eines in der Laserstrahlung einer Strahlquelle angeordneten Elements.

[0002] Zur Lagekorrektur von Laserpulsen werden auf der Reflexion beruhende laserstrahlbeeinflussende Einrichtungen verwendet. Diese weisen aber eine geringe Präzision auf und sind somit in ihrer Lagekorrektur ungenau.

[0003] Die Druckschrift DE 34 06 676 A1 offenbart eine Einrichtung zur Lagekorrektur eines über eine Gelenkoptik geführten Laserstrahls. Die Gelenkoptik enthält ausgangsseitig einen positionsempfindlichen Detektor, dessen Signal einen am Eingang der Gelenkoptik angeordneten Stellspiegel zugeführt wird. Mit diesem wird ein Auswandern des Laserstrahls infolge von Fehlern in den Führungen und Lagern des Gelenkarms kompensiert.

[0004] Die Druckschrift US 2019 0 258 067 A1 betrifft eine Einrichtung zur Laserbearbeitung, wobei eine stabile und ideale Strahlform während einer Mikrobearbeitung von Werkstücken beibehalten werden kann. Dazu ist im Strahlengang der Laserstrahlung eine Strahlprofilsteuerung angeordnet, welche eine Strahlgrößenänderungsvorrichtung zum Ändern eines Seitenverhältnisses und einen Strahlwellenfrontkonverter zum Konvertieren einer Phase aufweist. Diese sind als zwei kippbare Prismen ausgebildet.

[0005] Durch die Druckschrift DE 20 2019 004 080 U1 ist eine Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks mit Laserstrahlungen mehrerer Laser bekannt. In den Strahlengängen der Laser befinden sich nacheinander ein angetrieben rotierender Polygonspiegel und das Werkstück, so dass das Werkstück mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlpulse je Spiegelfläche des Polygonspiegels beaufschlagt wird. Zur Zeilenablenkung wird dem Polygonspiegel ein Galvanometerspiegel nachgeordnet. Insbesondere bei festfrequenten Laserstrahlquellen kann es vorkommen, dass die durch die Auftreffpunkte der Laserpulse hervorgerufenen Wirkorte nicht genau zueinander stehen. An den Wirkorten kann so anstelle eines Rechtecks ein schiefwinkliges Parallelogramm entstehen. Eine Anpassung ist nicht vorgesehen.

[0006] Die Druckschrift DE 10 2005 047 328 B3 beinhaltet eine Vorrichtung zum Bohren und für den

Materialabtrag mittels Laserstrahl. Diese besitzt eine Ausgleichseinrichtung, die in ihrer relativen Drehposition zu einem Bildrotator in einer Grundeinstellung einstellbar ist. Diese weist vorzugsweise eine Planversatzeinheit mit einer kippbar gelagerten Planplatte und zwei kippbar gelagerte Keilplatten auf, so dass der aus dem Bildrotator austretende Laserstrahl zurückjustierbar ist. Die Ausgleichsvorrichtung ist dazu drehbar in einer Hohlwelle angeordnet.

[0007] Durch die Druckschrift DE 20 2008 017 745 U1 ist eine Vorrichtung zum Führen eines Lichtstrahls bekannt, welche eine rotierend oder oszillierend angetriebenes Lichtführungselement mit wenigstens einer optischen Gruppe aufweist, die ihrerseits zumindest in einem Betriebszustand zwei planparallel Oberflächen aufweist, die quer zum Lichtstrahl um einen einstellbaren Kippwinkel geneigt ausgerichtet sind. Damit kann der Fokus des Lichtstrahls mit hoher Bahngeschwindigkeit bewegt werden.

[0008] Der in den Patentansprüchen 1 und 10 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lageverschiebung von Laserstrahlung zur Phasen Anpassung einer festfrequenten Laserstrahlquelle hinsichtlich des Eintreffens von Laserpulsen auf einer Bearbeitungsebene zu realisieren.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den in den Patentansprüchen 1 und 10 aufgeführten Merkmalen gelöst.

[0010] Die Einrichtungen zur Lagekorrektur eines Laserstrahls gepulster Strahlquellen in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit wenigstens einem Polygonspiegel zur Beaufschlagung eines Werkstücks mit Laserstrahlen der gepulsten Strahlquelle, wobei der Polygonspiegel einen frequenzgesteuerten elektrischen Motor aufweist, zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass eine Lageverschiebung der Laserstrahlung zur Phasen Anpassung der festfrequenten Laserstrahlquelle hinsichtlich des Eintreffens von Laserpulsen auf einer Bearbeitungsebene des Körpers realisierbar ist.

[0011] Dazu sind die Periodenlängen der Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle und des frequenzgesteuerten Motors des Polygonspiegels gleich oder ganzzahlige Vielfache voneinander sind. Im Strahlengang der gepulsten Strahlquelle mit einer Festfrequenz ist wenigstens ein kippbarer und für die Laserstrahlen transparenter Körper angeordnet, welcher zum Kippen mit einem Mechanismus und/oder einem Antrieb verbunden. Der Antrieb ist mit einer Steuereinrichtung so verbunden, dass zur Anpassung der festfrequenten Strahlquelle bezüglich des Auftreffortes der Laserpulse auf der Oberfläche des Werkstücks die Lage der Laserstrahlen in Ablenkrichtung mit dem transparenten Körper zur Korrektur des Auftreffortes

der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle verschoben wird. Dabei wird eine Lagedifferenz zwischen zwei benachbarten Strecken gebildet aus Punkten, welche mittels der Laserpulse entsprechend der Länge einer Spiegelfläche in Drehrichtung des Polygonspiegels ausgebildet sind und welche durch eine Phasenverschiebung zwischen Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle und des frequenzgesteuerten elektrischen Motors des Polygonspiegels durch den betriebenen Polygonspiegel hervorgerufen wird, mit dem transparenten Körper zur Korrektur des Auftreffortes der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle korrigiert, so dass die benachbarten Strecken parallel verschoben zueinander angeordnet sind.

[0012] Die benachbarten Strecken sind parallel verschoben zueinander angeordnet und befinden sich innerhalb eines Rechtecks.

[0013] Vorteilhafterweise wird eine Einrichtung mit einer gepulsten Strahlquelle in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit wenigstens einem Polygonspiegel zur Beaufschlagung eines Werkstücks mit Laserstrahlen der gepulsten Strahlquelle und wenigstens eines in den Laserstrahlen einer gepulsten Strahlquelle angeordneten Körpers verwendet. Der Polygonspiegel weist dabei einen frequenzgesteuerten elektrischen Motor auf. Die gepulste Strahlquelle und der frequenzgesteuerte Motor des Polygonspiegels, wobei die Periodenlängen der Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle und des frequenzgesteuerten Motors des Polygonspiegels gleich oder ganzzahlige Vielfache voneinander sind, und der im Strahlengang der mit einer Festfrequenz gepulsten Strahlquelle kippbare und für die Laserstrahlen transparente Körper, welcher zum Kippen mit einem Mechanismus und/oder einem Antrieb in Verbindung mit einer Steuereinrichtung verbunden ist, werden zur Korrektur einer Lagedifferenz zwischen zwei benachbarten Strecken gebildet aus Punkten verwendet. Diese sind mittels der Laserpulse entsprechend der Länge einer Spiegelfläche in Drehrichtung des Polygonspiegels ausgebildet und werden durch eine Phasenverschiebung zwischen Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle und des frequenzgesteuerten elektrischen Motors des Polygonspiegels durch den betriebenen Polygonspiegel hervorgerufen, so dass die benachbarten Strecken parallel verschoben zueinander angeordnet sind.

[0014] Bei Linien, welche mit gepulster Laserstrahlung mit einer Ablenkung mittels eines Polygonspiegels als Polygonscanner erzeugt werden, kann es vorkommen, dass die Wirkorte nicht genau zueinander stehen. Die Länge der Linien sind durch die Länge der Spiegelflächen in Drehrichtung des Polygonspiegels bestimmt, so dass die Linien Strecken

von Auftreffpunkten der Laserpulse sind. Der Abstand dieser Strecken wird durch eine dem Polygonspiegel nachgeordnete Einrichtung zur Ablenkung der Laserstrahlung erreicht, wozu insbesondere ein Galvoscaner eingesetzt werden kann. Dieser wird im Abstand benachbarter Spiegelflächen geschaltet. Ein Sachverhalt, wobei die durch die Auftreffpunkte der Laserpulse hervorgerufenen Wirkorte nicht genau zueinander stehen, kann insbesondere bei festfrequenten Laserstrahlquellen auftreten. An den Wirkorten kann so anstelle eines Rechtecks ein schiefwinkliges Parallelogramm entstehen. Deshalb muss nach jeder Zeile der Wirkort so angepasst werden, dass die Pulse exakt quasi phasenrichtig auftreffen und in beide Richtungen senkrecht zueinander stehen. Eine Anpassung des Polygonspiegels in Form eines Polygonrads kann nicht so schnell in der Drehgeschwindigkeit erfolgen. Zur Anpassung sind minimale Nachstellungen der Auftrefforte zwischen den Umschaltungen der Zeilen notwendig. Dieses Problem wird mit dem transparenten Körper gelöst, welcher den Laserstrahl vor dem Polygonspiegel leicht in Polygonscanrichtung ablenkt, bis die nächste Linie wieder quasi die gleiche Phase wie die vorhergehende Linie in Form der Strecke aufweist. Das bedeutet, dass der erste Puls der zu erzeugenden Linie exakt beabstandet und so parallel verschoben zum ersten Puls der vorherigen Linie auftrifft. Die Ablenkung führt quasi zu einer zusätzlichen Bewegung des Laserstrahlfokus.

[0015] Dazu kann die Lage der Phasen der Laserstrahlen mit einer Festfrequenz und der Umdrehungsfrequenz des Antriebs des Polygonspiegels so gepasst werden, dass die Pulsmuster innerhalb der Linien quasi parallel zueinander verlaufen. Das erfolgt quasi statisch. Zusätzlich können auch die Abstände der Wirkorte in der Linie korrigiert werden, zumindest dann, wenn die Abweichungen mathematischen Funktionen entsprechen. Wenn beispielsweise die Linsenfunktion einer Fokussieroptik nicht exakt ist, und die Wirkorte in einer Linie in der Mitte einen kleineren Abstand haben als außen, könnte das in den mechanischen Grenzen ausgeglichen werden. Dabei muss nur begrenzte Beschleunigung des transparenten Körpers beachtet werden. Damit wäre ein dynamischer Ausgleich gegeben.

[0016] Vorteilhafterweise erfolgt mittels der Einrichtung zur Lagekorrektur eines Laserstrahls gepulster Strahlquellen eine präzise steuerbare Lageverschiebung der Laserstrahlung innerhalb eines Scannersystems mit einem Polygonspiegel als Polygonscanners zur Phasenanpassung festfrequenter Laserstrahlquellen in Bezug des Eintreffens von Laserpulsen auf der Bearbeitungsebene des Werkstücks.

[0017] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den folgenden Ausführungsformen angegeben.

[0018] Der kippbare und für die Laserstrahlen transparente Körper kann in einer Ausführungsform eine planparallele Platte sein.

[0019] Im Strahlengang der Laserstrahlen sind in einer Ausführungsform zwei transparente Körper nacheinander und beabstandet zueinander angeordnet, wobei sich zwei ebene Seitenflächen der Körper gegenüberstehen. Wenigstens einer dieser transparenten Körper ist so kippbar angeordnet, dass der Winkel zwischen den ebenen Seitenflächen der Körper veränderbar ist. Die zwei sich zunächst kompensierenden transparenten Körper führen vorteilhafterweise nur zum Strahlversatz, der Laserstrahl wird parallel weitergeführt. Bei einer Verdrehung eines Körpers wird der Laserstrahl abgelenkt.

[0020] Im Strahlengang der Laserstrahlen sind in einer Ausführungsform zwei transparente und keilförmig ausgebildete Körper nacheinander und beabstandet zueinander angeordnet, wobei sich zwei ebene Seitenflächen der Körper gegenüberstehen. Wenigstens einer dieser transparenten Körper ist so kippbar angeordnet ist, dass der Winkel zwischen den sich gegenüberliegenden ebenen Seitenflächen der Körper veränderbar ist.

[0021] Im Strahlengang der Laserstrahlen sind in einer Ausführungsform zwei gleich große transparente und keilförmig ausgebildete Körper nacheinander und beabstandet zueinander angeordnet. Das führt dazu, dass der Laserstrahl ohne Kippung des Körpers seine Richtung beibehält.

[0022] Die Scannereinrichtung kann wenigstens einen Polygonspiegel und einen im Strahlengang der Laserstrahlen vorgeordneten oder nachgeordneten Galvoscaner aufweisen.

[0023] Der transparente Körper kann im Strahlengang vor oder nach dem Polygonspiegel angeordnet sein.

[0024] Die mit dem Antrieb des transparenten Körpers verbundene Steuereinrichtung ist in einer Ausführungsform ein Datenverarbeitungssystem. Weiterhin sind eine Sensoreinrichtung zur Winkelmessung des Polygonspiegels, die gepulste Strahlquelle und der Motor des Polygonspiegels mit dem Datenverarbeitungssystem verbunden, wobei das Datenverarbeitungssystem ein die Phasenverschiebung ermittelndes und ein den Antrieb des transparenten Körpers in Echtzeit entsprechend der Phasenverschiebung steuerndes Datenverarbeitungssystem ist.

[0025] Die Sensoreinrichtung zur Winkelmessung des Polygonspiegels kann insbesondere ein optischer Encoder sein. Bekannterweise ist das ein Messwertgeber, der als Drehgeber die aktuelle Position des Polygonspiegels erkennt und als elektrisches Signal ausgibt.

[0026] Die Ausführungsformen können auch in wenigstens einer Kombination davon vorhanden und so verwendet werden.

[0027] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen jeweils prinzipiell dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

[0028] Es zeigen:

Fig. 1 eine Einrichtung zur Lagekorrektur eines Laserstrahls gepulster Strahlquellen in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit einem Polygonspiegel,

Fig. 2 ein Raster mit Auftrefforten von Laserpulsen,

Fig. 3 eine planparallele Platte als transparenter Körper im Strahlengang des Laserstrahls und

Fig. 4 zwei transparente Körper im Strahlengang des Laserstrahls.

[0029] Eine Einrichtung zur Lagekorrektur eines Laserstrahls 1 gepulster Strahlquellen 2 in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit einem Polygonspiegel 3 besteht im Wesentlichen aus einem mittels eines Antriebs 5 kippbaren transparenten Körper 4, einer Sensoreinrichtung 7 zur Winkelmessung des Polygonspiegels 3 und einem Datenverarbeitungssystem 8 als Steuereinrichtung.

[0030] Die **Fig. 1** zeigt eine Einrichtung zur Lagekorrektur eines Laserstrahls 1 gepulster Strahlquellen 2 in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit einem Polygonspiegel 3 in einer prinzipiellen Darstellung.

[0031] Im Strahlengang des Laserstrahls 1 der gepulsten Strahlquelle 2 mit einer Festfrequenz sind die Scannereinrichtung und das Werkstück 11 angeordnet. Die Scannereinrichtung besitzt den kippbaren transparenten Körper 4, den Polygonspiegel 3 und einen Galvoscaner 9. Der kippbare transparente Körper 4 kann sich vor dem Polygonspiegel 3 befinden. In Ausführungsformen kann der transparente Körper 4 auch nach dem Polygonspiegel 3 oder nach dem Galvoscaner 9 angeordnet sein. Der Polygonspiegel 3 kann insbesondere ein Doppelpolygonspiegel 3 sein, wobei schräg angeordnete Spiegelflächen der Polygonspiegel 3 zueinander weisen. Der Doppelpolygonspiegel 3 ist mit einem frequenzgesteuerten Motor 6 verbunden. Dieser Motor 6 des Polygonspiegels 3, ein Antrieb 5 des

kippbaren transparenten Körpers 4 und ein Antrieb 10 des Galvoscaners 9 sind zu deren Steuerung mit dem Datenverarbeitungssystem 8 verbunden. Dabei werden die gepulsten Laserstrahlen 1 mittels einem Spiegel des Polygonspiegels 3 linienförmig über das Werkstück 11 geführt, so dass eine Strecke mit den Punkten realisiert wird. Der Anfangspunkt und der Endpunkt der Strecke wird durch die Länge einer Spiegelfläche des Polygonspiegels 3 in dessen Drehrichtung bestimmt. Mittels des angetriebenen Galvoscaners 9 wird der Laserstrahl 1 auf die nächste Zeile bewegt. Damit wird das Werkstück 11 mittels der Scannereinrichtung in mehreren Zeilen linienförmig angeordneter Laserpulse beaufschlagt.

[0032] Zur Anpassung der festfrequenten gepulsten Strahlquelle 2 bezüglich des Auftreffortes der Laserpulse auf der Oberfläche des Werkstücks 11 wird die Lage der Laserstrahlen 1 in Ablenkrichtung mit dem transparenten Körper 4 zur Korrektur des Auftreffortes der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle 2 verschoben. Dazu ist das Datenverarbeitungssystem 8 mit dem Antrieb 5 des transparenten Körpers 4 so verbunden, dass eine Lagedifferenz zwischen zwei benachbarten Strecken aus Laserpulsen entsprechend der Länge einer Spiegelfläche in Drehrichtung des Polygonspiegels 3, welche durch eine Phasenverschiebung zwischen Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle 2 und des frequenzgesteuerten Motors 6 des Polygonspiegels 3 durch den betriebenen Polygonspiegel 3 hervorgerufen wird, mit dem transparenten Körper 4 zur Korrektur des Auftreffortes der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle 2 korrigiert wird.

[0033] Die Fig. 2 zeigt ein Raster mit Auftrefforten von Laserpulsen in einer prinzipiellen Darstellung.

[0034] Die benachbarten Anfangspunkte der Strecken sind parallel verschoben, so dass die Strecken parallel zueinander angeordnet sind und sich innerhalb eines Rechtecks befinden.

[0035] Die Sensoreinrichtung 7 zur Winkelmessung des Polygonspiegels 3, die gepulste Strahlquelle 2 und der frequenzgesteuerte Motor 6 des Polygonspiegels 3 sind dazu mit dem Datenverarbeitungssystem 8 verbunden, welches ein die Phasenverschiebung ermittelndes und ein den Antrieb 5 des transparenten Körpers 4 in Echtzeit entsprechend der Phasenverschiebung steuerndes Datenverarbeitungssystem 8 ist. Die Sensoreinrichtung 7 zur Winkelmessung des Polygonspiegels 3 kann ein optischer Encoder sein.

[0036] Die Periodenlängen der Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle 2 und des frequenzgesteuerten Motors 6 des Polygonspiegels 3 können insbesondere gleich oder ganzzahlige Vielfache voneinander sein.

[0037] Die Fig. 3 zeigt eine planparallele Platte 12 als transparenter Körper 4 im Strahlengang des Laserstrahls 1 in einer prinzipiellen Darstellung.

[0038] In einer Ausführungsform kann der kippbare und für die Laserstrahlen 1 transparente Körper 4 eine planparallele Platte 12 sein. In dieser Ausführungsform mit der planparallelen Platte 12 ist im Strahlengang der Laserstrahlen 1 eine die Laserstrahlen 1 fokussierende Einrichtung vorgeordnet.

[0039] Die Fig. 4 zeigt zwei transparente Körper 4 im Strahlengang des Laserstrahls 1 in einer prinzipiellen Darstellung.

[0040] Im Strahlengang der Laserstrahlen 1 können sich in einer Ausführungsform zwei keilförmig ausgebildete und transparente Körper 4a, 4b nacheinander und beabstandet zueinander befinden, wobei sich zwei ebene Seitenflächen 13a, 13b der Körper 4a, 4b gegenüberstehen. Ein Keil ist bekannterweise ein Körper 4a, 4b, bei dem zwei Seitenflächen 13, 14 unter einem spitzen Winkel zusammenlaufen. Eine Seitenfläche 13a, 13b ist so schräg gegenüber der gegenüberliegenden Seitenfläche 14a, 14b angeordnet. Ist keine Korrektur des Auftreffortes des Laserstrahls 1 notwendig, sind die der schräg angeordneten Seitenflächen 13a, 13b gegenüberliegenden Seitenflächen 14a, 14b der Körper 4a, 4b rechtwinklig zum Laserstrahl 1 angeordnet. Wenigstens einer dieser transparenten Körper 4a, 4b ist so kippbar angeordnet, dass der Winkel zwischen den ebenen Seitenflächen 13a, 13b der Körper 4a, 4b veränderbar ist. Sind beide Körper 4a, 4b gleich groß, behält der Laserstrahl 1 in Nulllage seine Richtung bei. Der Laserstrahl 1 ist lediglich parallel verschoben, das sich leicht ausgleichen lässt.

[0041] Mit solchen Einrichtungen können so unter anderem gleichmäßig beabstandete und regelmäßige Bohrungsraster mit senkrecht aufeinander stehenden Rasterlinien erzeugt werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Lagekorrektur eines Laserstrahls (1) gepulster Strahlquellen (2) in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit wenigstens einem Polygonspiegel (3) zur Beaufschlagung eines Werkstücks (11) mit Laserstrahlen (1) der gepulsten Strahlquelle (2), wobei der Polygonspiegel (3) einen frequenzgesteuerten elektrischen Motor (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Periodenlängen der Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle (2) und des frequenzgesteuerten Motors (6) des Polygonspiegels (3) gleich oder ganzzahlige Vielfache voneinander sind, dass im Strahlengang der gepulsten Strahlquelle (2) mit einer Festfrequenz wenigstens ein kippbarer und für die Laserstrahlen (1) transpa-

reter Körper (4) angeordnet ist, dass der transparente Körper (4) zum Kippen mit einem Mechanismus und/oder einem Antrieb (5) verbunden ist, dass der Antrieb (5) mit einer Steuereinrichtung so verbunden ist, dass zur Anpassung der festfrequenten Strahlquelle (2) bezüglich des Auftreffortes der Laserpulse auf der Oberfläche des Werkstücks (11) die Lage der Laserstrahlen (1) in Ablenkrichtung mit dem transparenten Körper (4) zur Korrektur des Auftreffortes der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle (2) verschoben wird, wobei eine Lagedifferenz zwischen zwei benachbarten Strecken gebildet aus Punkten, welche mittels der Laserpulse entsprechend der Länge einer Spiegelfläche in Drehrichtung des Polygonspiegels (3) ausgebildet sind und welche durch eine Phasenverschiebung zwischen Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle (2) und des frequenzgesteuerten elektrischen Motors (6) des Polygonspiegels (3) durch den betriebenen Polygonspiegel (3) hervorgerufen wird, mit dem transparenten Körper (4) zur Korrektur des Auftreffortes der Laserpulse der gepulsten Strahlquelle (2) korrigiert wird, so dass die benachbarten Strecken parallel verschoben zueinander angeordnet sind.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der kippbare und für die Laserstrahlen (1) transparente Körper (4) eine planparallele Platte (12) ist.

3. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich im Strahlengang der Laserstrahlen (1) zwei transparente Körper (4a, 4b) nacheinander und beabstandet zueinander befinden, wobei sich zwei ebene Seitenflächen der Körper (4a, 4b) gegenüberstehen, dass wenigstens einer dieser transparenten Körper (4a, 4b) so kippbar angeordnet ist, dass der Winkel zwischen den ebenen Seitenflächen der Körper (4a, 4b) veränderbar ist.

4. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich im Strahlengang der Laserstrahlen (1) zwei transparente und keilförmig ausgebildete Körper (4a, 4b) nacheinander und beabstandet zueinander befinden, wobei sich zwei ebene Seitenflächen (13a, 13b) der Körper (4a, 4b) gegenüberstehen, dass wenigstens einer dieser transparenten Körper (4a, 4b) so kippbar angeordnet ist, dass der Winkel zwischen den sich gegenüberliegenden ebenen Seitenflächen (13a, 13b) der Körper (4a, 4b) veränderbar ist.

5. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die sich im Strahlengang der Laserstrahlen (1) befindenden transparenten und keilförmig ausgebildeten Körper (4a, 4b) gleich groß sind.

6. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scannereinrichtung wenigstens einen Polygonspiegel (3) und einen im Strahlengang der Laserstrahlen (1) vorgeordneten oder nachgeordneten Galvoscaner (9) aufweist.

7. Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Körper (4) im Strahlengang vor oder nach dem Polygonspiegel (3) angeordnet ist.

8. Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit dem Antrieb (5) des transparenten Körpers (4) verbundene Steuereinrichtung ein Datenverarbeitungssystem (8) ist, dass eine Sensoreinrichtung (7) zur Winkelmessung des Polygonspiegels (3), die gepulste Strahlquelle (2) und der Motor (6) des Polygonspiegels (3) mit dem Datenverarbeitungssystem (8) verbunden sind und dass das Datenverarbeitungssystem (8) ein die Phasenverschiebung ermittelndes und ein den Antrieb (5) des transparenten Körpers (4) in Echtzeit entsprechend der Phasenverschiebung steuerndes Datenverarbeitungssystem (8) ist.

9. Einrichtung nach Patentanspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinrichtung (7) zur Winkelmessung des Polygonspiegels (3) ein optischer Encoder ist.

10. Verwendung einer Einrichtung mit einer gepulsten Strahlquelle (2) in Verbindung mit einer Scannereinrichtung mit wenigstens einem Polygonspiegel (3) zur Beaufschlagung eines Werkstücks (11) mit Laserstrahlen (1) der gepulsten Strahlquelle (2), wobei der Polygonspiegel (3) einen frequenzgesteuerten elektrischen Motor (6) aufweist, und wenigstens eines in den Laserstrahlen (1) einer gepulsten Strahlquelle (2) angeordneten Körpers (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass die gepulste Strahlquelle (2) und der frequenzgesteuerte Motor (6) des Polygonspiegels (3), wobei die Periodenlängen der Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle (2) und des frequenzgesteuerten Motors (6) des Polygonspiegels (3) gleich oder ganzzahlige Vielfache voneinander sind, und der im Strahlengang der mit einer Festfrequenz gepulsten Strahlquelle (2) kippbare und für die Laserstrahlen (1) transparente Körper (4), welcher zum Kippen mit einem Mechanismus und/oder einem Antrieb (5) in Verbindung mit einer Steuereinrichtung verbunden ist, zur Korrektur einer Lagedifferenz zwischen zwei benachbarten Strecken gebildet aus Punkten, welche mittels der Laserpulse entsprechend der Länge einer Spiegelfläche in Drehrichtung des Polygonspiegels (3) ausgebildet sind und welche durch eine Phasenverschiebung zwischen Schwingungen der mit der Festfrequenz betriebenen gepulsten Strahlquelle (2) und des frequenzgesteuerten elektrischen Motors (6) des Poly-

gonspiegels (3) durch den betriebenen Polygonspiegel (3) hervorgerufen wird, verwendet werden, so dass die benachbarten Strecken parallel verschoben zueinander angeordnet sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

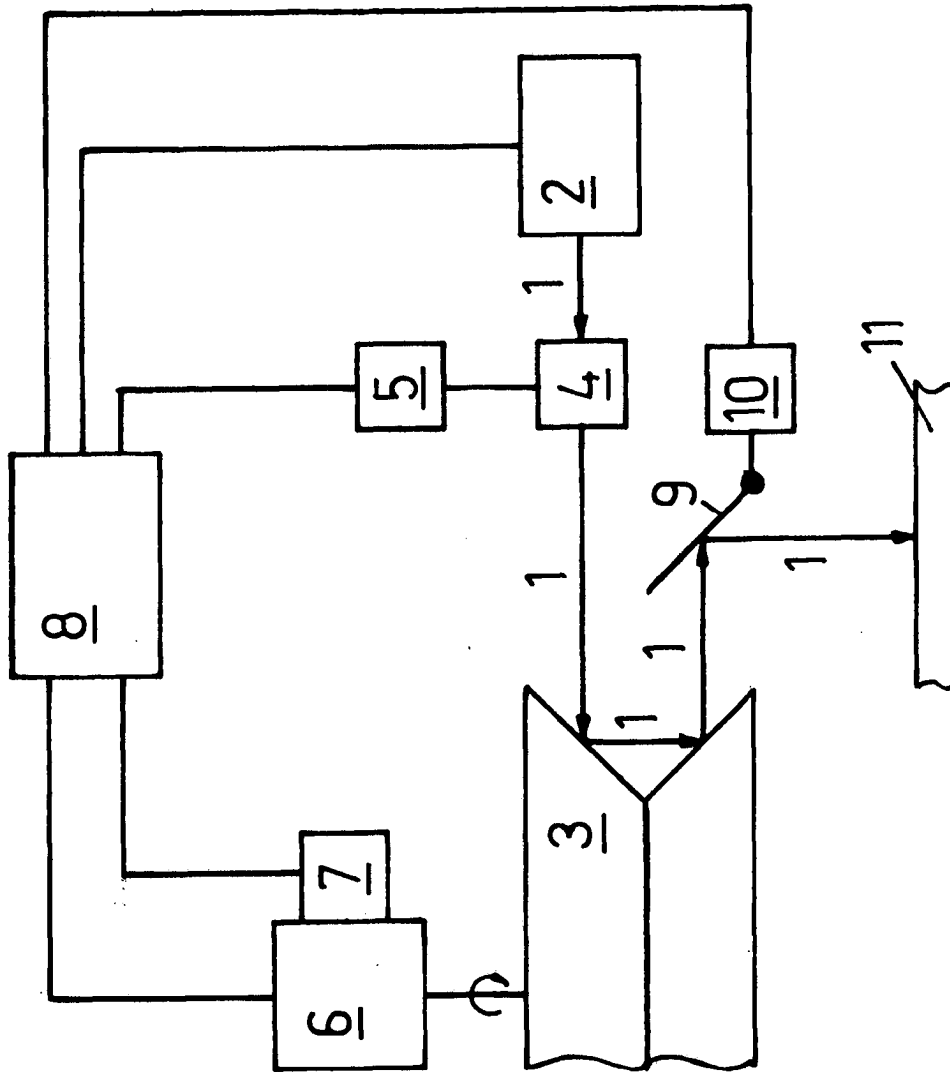


Fig. 1

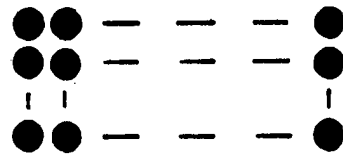


Fig. 2

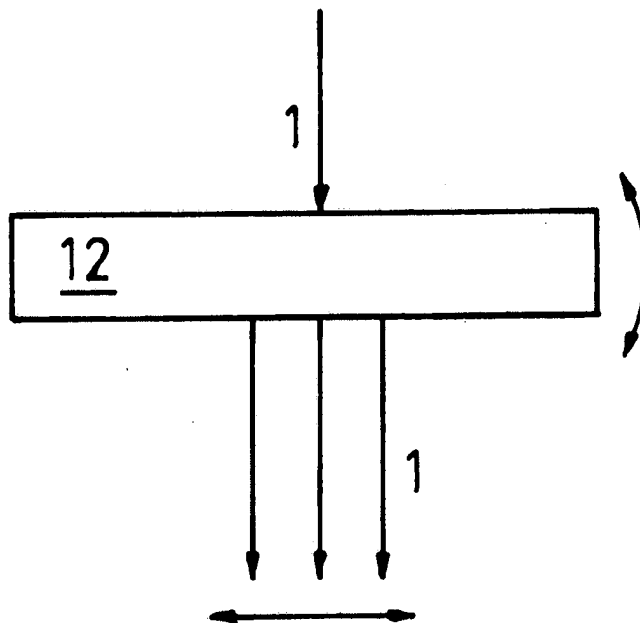


Fig. 3

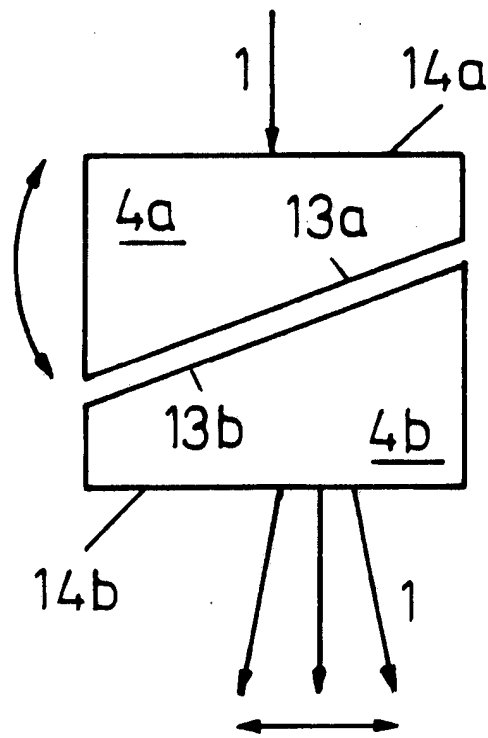


Fig. 4