(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2019 006 932 A1** 2021.04.01

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 006 932.3**
(22) Anmeldetag: **01.10.2019**
(43) Offenlegungstag: **01.04.2021**

(51) Int Cl.: ***B23K 26/073*** (2006.01)
B23K 26/06 (2014.01)
B23K 26/08 (2014.01)
B23K 26/067 (2006.01)
G02B 26/12 (2006.01)

(71) Anmelder:
MOEWE Optical Solutions GmbH, 09648 Mittweida, DE

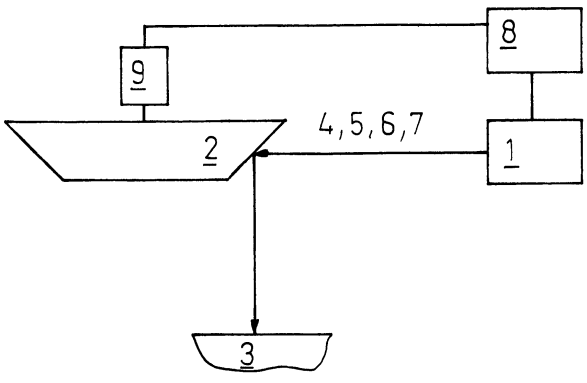
(74) Vertreter:
Krause, Wolfgang, Dr.-Ing. Faching.f.Erfindungswesen, 09648 Mittweida, DE

(72) Erfinder:
Streek, André, Prof. Dr., 09456 Annaberg-Buchholz, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks mit Laserstrahlungen mehrerer Laser**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Einrichtungen zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks mit Laserstrahlungen mehrerer Laser, die mit einer Steuereinrichtung verbunden sind. Die Einrichtungen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass Bereiche des Werkstücks mit mehreren Lasern gleichzeitig bearbeitbar sind. Dazu befinden sich in den Strahlengängen der Laser nacheinander ein angetrieben rotierender Polygonspiegel und das Werkstück. Die Laserstrahlungen der Laser sind auf einen Bereich des Polygonspiegels gerichtet. Die Laser und der Antrieb des Polygonspiegels sind mit der Steuereinrichtung so verbunden, dass die Laserstrahlungen der Laser jeweils mit einem Winkel auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels gelangen und von dieser reflektiert werden, so dass das Werkstück je Spiegelfläche des Polygonspiegels mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlungen der Laser beaufschlagt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Einrichtungen zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks mit Laserstrahlungen mehrerer Laser, die mit einer Steuereinrichtung verbunden sind.

[0002] Polygonspiegel zur Laserstrahlablenkung sind unter anderem aus der Messtechnik und in der Verwendung in Druckern bekannt.

[0003] All diesen Systemen ist gemein, dass die Form des rotierenden Polygonspiegels dadurch gekennzeichnet ist, dass mehrere ebene Spiegelflächen tangential auf einer Kreisbahn mit definiertem Abstand zur Rotationsachse und mit einer Oberflächennormalen senkrecht zur Drehachse angeordnet sind.

[0004] Die Druckschrift US 5 315 428 A offenbart einen optischen Scanner mit einem optischen Modulator. Ein Laserstrahl gelangt über den Modulator auf einen Polygonspiegel. Damit werden winklig zueinander angeordnete Abtastlinien insbesondere für einen Barcode erreicht.

[0005] Durch die Druckschrift US 4 037 920 A ist eine Vorrichtung zur Verwendung in einem optischen Abtastsystem bekannt. Diese kann auch Polygonspiegel aufweisen, deren Rotationsbewegungen sich voneinander unterscheiden können.

[0006] Die Druckschrift US 5 557 438 A beinhaltet eine Scan-System mit mehreren Polygonen um eine Oberfläche abzutasten. Die Polygone eignene sich insbesondere zum fehlerfreien Abtasten gewölbter Oberflächen.

[0007] Die Druckschrift JP S58-037 616 A zeigt einen rotierenden Spiegel mit sich gegenüberstehenden schräg angeordneten Polygonflächen. Der optische Strahl wird zweifach abgelenkt auf eine Oberfläche gerichtet. Mit einer Änderung des Winkels der Drehachse wird der Strahl über eine parallele Linie geführt.

[0008] Die Druckschrift DE 10 2015 014 143 A1 offenbart eine Laserstrahlung ablenkende und fokussierende optische Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung. Dazu weist die optische Einrichtung wenigstens zwei angetrieben rotierende Polygonspiegel und eine die reflektierte Laserstrahlung fokussierende Optik im Strahlengang nach den Polygonspiegeln auf. Die zueinander weisenden Facettenflächen der Polygonspiegel sind als gerade Spiegelflächen bezüglich der Drehachse geneigt und weisen zueinander, so dass die einfallende Laserstrahlung nacheinander an zwei Spiegelflächen reflektiert wird. Eine die reflektierte Laserstrahlung fokussierende Optik ist im Strahlengang vor und/oder nach den Polygonspiegeln angeordnet. Damit stellt die optische Einrichtung einen verzerrungsarmen zweidimensional arbeitenden Polygonspiegelscanner zur Lasermaterialbearbeitung dar, in welchem ein komplex geformter mehrfach reflektierender Polygonspiegel zur Minimierung und Kompensation störender optischer Einflüsse eingebracht ist. Die Lösung bezieht sich auf die optische Einrichtung an sich.

[0009] Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Bereiche eines Werkstücks mit mehreren Lasern gleichzeitig zu bearbeiten.

[0010] Diese Aufgabe wird mit den im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst.

[0011] Die Einrichtungen zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks mit Laserstrahlungen mehrerer Laser, die mit einer Steuereinrichtung verbunden sind, zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass Bereiche des Werkstücks mit mehreren Lasern gleichzeitig bearbeitbar sind.

[0012] Dazu befinden sich in den Strahlengängen der Laser nacheinander ein angetrieben rotierender Polygonspiegel und das Werkstück. Die Laserstrahlungen der Laser sind auf einen Bereich des Polygonspiegels gerichtet. Die Laser und der Antrieb des Polygonspiegels sind mit der Steuereinrichtung so verbunden, dass die Laserstrahlungen der Laser jeweils mit einem Winkel auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels gelangen und von dieser reflektiert werden, so dass das Werkstück je Spiegelfläche des Polygonspiegels mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlungen der Laser beaufschlagt wird.

[0013] Die Laserstrahlungen der Laser sind vorteilhafterweise mit zueinander unterschiedlichen Winkeln auf einen Bereich des Polygonspiegels gerichtet. Die Laserstrahlungen bilden so quasi einen Fächer aus. Die an den Spiegelflächen reflektierenden Laserstrahlungen behalten die Fächerform bei, so dass das Werkstück mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlungen der Laser beaufschlagt wird. Der Bereich des Werkstücks wird damit vorteilhafterweise mit den Laserstrahlungen aller Laser beaufschlagt. Der Energieeintrag ergibt sich durch die Anzahl der Laser. Gleichzeitig ist eine längere Einwirkzeit bei einer hohen Ablenkgeschwindigkeit gegeben. So können beispielsweise Laser mit geringen Leistungen zum Schmelzen von Material verwendet werden.

[0014] Das Werkstück kann auch eine Pulverschicht auf einem Körper oder einem Träger sein. Die Pulverschicht kann dazu ein gerakeltes Pulverbett sein welches schnell und selektiv aufgeschmolzen werden kann. Durch eine verlängerte Einwirkzeit durch die mehreren Laser kann eine Pulverschicht durchgeschmolzen werden.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 12 angegeben.

[0016] Die Laser und der Antrieb des Polygonspiegels sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 2 mit der Steuereinrichtung so verbunden, dass die Laserstrahlungen der Laser gleichzeitig auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels gelangen und von dieser auf das Werkstück reflektiert werden, so dass das Werkstück je Spiegelfläche des Polygonspiegels gleichzeitig mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlungen der Laser beaufschlagt wird.

[0017] Die Laser und der Antrieb des Polygonspiegels sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 3 mit der Steuereinrichtung so verbunden, dass die Laserstrahlungen in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit zeitlich gesteuert auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels gelangen und von dieser auf das Werkstück reflektiert werden, so dass das Werkstück je Spiegelfläche des Polygonspiegels gleichmäßig mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlfoki der Laser beaufschlagt wird.

[0018] Die Laserstrahlfoki in der Reihe reflektierter Laserstrahlungen nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 4 sind beabstandet zueinander angeordnet oder überlappen sich.

[0019] Die Laserstrahlungen der Laser befinden sich nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 5 in einer Ebene.

[0020] Die Laser sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 6 gepulste Laser oder ein- und ausschaltbare cw-Laser. Dabei sind cw-Laser Laser mit kontinuierlichen Laserstrahlungen, wobei cw für continius wave steht.

[0021] In der Laserstrahlung nach den Lasern ist oder sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 7 jeweils wenigstens ein Strahlschalter und/oder eine Laserstrahlen ablenkende Einrichtung und/oder eine Strahlfalle angeordnet.

[0022] Die Laserstrahlen ablenkende Einrichtung ist nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 8 ein Galvanometerscanner, welcher mit der Steuereinrichtung verbunden ist.

[0023] Der Polygonspiegel ist nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 9 ein Doppelpolygonspiegel. Die Anzahl der Spiegelflächen der Polygonspiegel des Doppelpolygonspiegels ist gleich. Weiterhin sind die Facettenflächen des Doppelpolygonspiegels als gerade Spiegelflächen bezüglich der Drehachse geneigt und weisen zueinander.

[0024] Der Polygonspiegel und dessen Antrieb sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 10 als Polygonspiegelscanner mit einer Antriebsvorrichtung verbunden. Der Polygonspiegel und dessen Antrieb bilden eine Einheit, die gegenüber dem Werkstück bewegbar ist. In Fortführung ist die Antriebsvorrichtung nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 11 ein Linearantrieb oder Linearantriebe zur Höhenverstellung und/oder zur Bewegung in einer Ebene. Der Linearantrieb oder die Linearantriebe ist oder sind mit der Steuereinrichtung verbunden.

[0025] Das Werkstück ist nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 12 mit einer Antriebseinrichtung verbunden, welche zur Bewegung in einer Ebene mit der Steuereinrichtung verbunden ist.

[0026] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen jeweils prinzipiell dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

[0027] Es zeigen:

Fig. 1 eine Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks mit mehreren Lasern,

Fig. 2 ein Polygonspiegel mit Laserstrahlungen mehrerer Laser,

Fig. 3 ein Ausschnitt einer Oberfläche eines Werkstücks und

Fig. 4 eine Einrichtung mit einem Doppelpolygonspiegel.

[0028] Eine Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks **3** besteht im Wesentlichen aus mehreren Lasern **1**, einem Polygonspiegel **2** und einer Steuereinrichtung **8**.

[0029] Die **Fig. 1** zeigt eine Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks **3** mit mehreren Lasern **1** in einer prinzipiellen Darstellung.

[0030] Die Laser **1** sind gepulste Laser **1** und/oder ein- und ausschaltbare cw-Laser **1**. In den Strahlengängen **4**, **5**, **6**, **7** nach den Lasern **1** ist der Polygonspiegel **2** und das Werkstück **3** angeordnet. Als Laser **1** und damit als Laserquellen können beispielsweise vier cw-Laserquellen mit einer Leistung von jeweils 500 W eingesetzt werden. Der Polygonspiegel **2** ist so ausgebildet, dass die Facettenflächen als gerade Spiegelflächen bezüglich der Drehachse des Polygonspiegles **2** geneigt sind. Damit werden die einfallenden Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** an den Spiegelflächen des Polygonspiegels **2** reflektiert.

[0031] Die **Fig. 2** zeigt einen Polygonspiegel **2** mit Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** mehrerer Laser **1** in einer prinzipiellen Darstellung.

[0032] Die Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** der Laser **1** sind mit zueinander unterschiedlichen Winkeln auf einen Bereich des Polygonspiegels **2** gerichtet. Die La-

serstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** bilden einen Fächer aus. Von der Facettenfläche **7** gelangen die Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** reflektiert auf das Werkstück **3**.

[0033] Die **Fig. 3** zeigt einen Ausschnitt einer Oberfläche eines Werkstücks **3** in einer prinzipiellen Darstellung.

[0034] Das Werkstück **3** wird durch die fächerförmig angeordneten Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** damit je Spiegelfläche des Polygonspiegels **2** gleichzeitig mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlpulse und/oder der cw-Laserstrahlung der Laser **1** beaufschlagt. So können die vier Laser **1** mit der Leistung von jeweils 500 W einwirken. Die erzeugbare Intensität ist von der einzelnen Laserquelle und damit dem Laser **1** vorgegeben. Die Einwirkzeit der Laserstrahlung **4**, **5**, **6**, **7** auf dem Werkstück **3** wird durch eine Fokussierung und die Ablenkgeschwindigkeit der Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** bestimmt. Bei einem Fokusdurchmesser von 40 µm und einer Ablenkgeschwindigkeit von 200 m/s beträgt die mittlere Einwirkzeit nur 200 ns. Durch das Einwirken von Nacheinander vier Laserstrahlungen **4**, **5**, **6**, **7** wird die Einwirkzeit auf 800 ns vervierfacht. Damit kann die Einwirkzeit von der Scangeschwindigkeit in Grenzen entkoppelt werden. Die einwirkende Gesamtleistung beträgt 2 kW. An den Anfangspunkten und den Endpunkten der Linie der einwirkenden Laserstrahlung werden die Laser **1** nacheinander angeschalten und abgeschalten, so dass auch diese Punkte mit der gesamten Leistung und einer Einwirkdauer von 800 ns bestrahlt werden.

[0035] Der angetriebene Polygonspiegel und dessen Antrieb **9** ist eine kompakte Spiegeleinheit, die mit einer Antriebsvorrichtung verbunden sein kann. Diese kann insbesondere ein Linearantrieb oder Linearantriebe zur Höhenverstellung und/oder zur Bewegung in einer Ebene sein, die mit der Steuereinrichtung **8** verbunden ist oder sind.

[0036] Das Werkstück **3** kann mit einer Antriebseinrichtung verbunden sein, welche zur Bewegung in einer Ebene mit der Steuereinrichtung **8** verbunden ist.

[0037] Die **Fig. 4** zeigt eine Einrichtung mit einem Doppelpolygonspiegel **10** in einer prinzipiellen Darstellung.

[0038] In einer Ausführungsform ist der Polygonspiegel **2** als ein Doppelpolygonspiegel **10** ausgebildet. Die Anzahl der Spiegelflächen der Polygonspiegel des Doppelpolygonspiegels **10** ist gleich und die Facettenflächen des Doppelpolygonspiegels **10** als gerade Spiegelflächen sind bezüglich der Drehachse geneigt und weisen zueinander. Zur Zeilenablenkung ist ein zusätzlicher Galvanometerspiegel **11** eingefügt. Die Fokussierung erfolgt mit einer nachgeordneten F-Theta Optik **12**. Diese Anordnung kann zur schnellen und selektiven Aufschmelzung eines gerakelten Pulverbettes verwendet werden. Durch die Verlängerung der Einwirkzeit können ausreichend dicke Pulverschichten durchgeschmolzen werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5315428 A [0004]
- US 4037920 A [0005]
- US 5557438 A [0006]
- JP 58037616 A [0007]
- DE 102015014143 A1 [0008]

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Lasermaterialbearbeitung eines Werkstücks (3) mit Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) mehrerer Laser, die mit einer Steuereinrichtung (8) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich in den Strahlengängen der Laser (1) nacheinander ein angetrieben rotierender Polygonspiegel (2) und das Werkstück (3) befinden, dass die Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) der Laser (1) auf einen Bereich des Polygonspiegels (2) gerichtet sind, dass die Laser (1) und der Antrieb des Polygonspiegels (2) mit der Steuereinrichtung (8) so verbunden sind, dass die Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) der Laser (1) jeweils mit einem Winkel auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels (2) gelangen und von dieser reflektiert werden, so dass das Werkstück (3) je Spiegelfläche des Polygonspiegels (2) mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) der Laser (1) beaufschlagt wird.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laser (1) und der Antrieb des Polygonspiegels (2) mit der Steuereinrichtung (8) so verbunden sind, dass die Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) der Laser (1) gleichzeitig auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels (2) gelangen und von dieser auf das Werkstück (3) reflektiert werden, so dass das Werkstück (3) je Spiegelfläche des Polygonspiegels (2) gleichzeitig mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) der Laser (1) beaufschlagt wird.

3. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laser (1) und der Antrieb des Polygonspiegels (2) mit der Steuereinrichtung (8) so verbunden sind, dass die Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit zeitlich gesteuert auf eine Spiegelfläche des Polygonspiegels (2) gelangen und von dieser auf das Werkstück (3) reflektiert werden, so dass das Werkstück (3) je Spiegelfläche des Polygonspiegels (2) gleichmäßig mit einer Reihe reflektierter Laserstrahlfoki der Laser (1) beaufschlagt wird.

4. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserstrahlfoki in der Reihe reflektierter Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) beabstandet zueinander angeordnet sind oder sich überlappen.

5. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Laserstrahlungen (4, 5, 6, 7) der Laser (1) in einer Ebene befinden.

6. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laser (1) gepulste Laser (1) oder ein- und ausschaltbare cw-Laser (1) sind.

7. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Laserstrahlung (4, 5, 6, 7) nach den Lasern (1) jeweils wenigstens ein Strahlschalter und/oder eine Laserstrahlen ablenkende Einrichtung und/oder eine Strahlfalle angeordnet ist oder sind.

8. Einrichtung nach den Patentansprüchen 1 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserstrahlen ablenkende Einrichtung ein Galvanometerscanner ist, welcher mit der Steuereinrichtung (8) verbunden ist.

9. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Polygonspiegel (2) ein Doppelpolygonspiegel (10) ist, dass die Anzahl der Spiegelflächen der Polygonspiegel des Doppelpolygonspiegels (10) gleich ist und dass die Facettenflächen des Doppelpolygonspiegels (10) als gerade Spiegelflächen bezüglich der Drehachse geneigt sind und zueinander weisen.

10. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Polygonspiegel (2) und dessen Antrieb als Polygonspiegelscanner mit einer Antriebsvorrichtung verbunden sind, welche mit der Steuereinrichtung (8) verbunden ist.

11. Einrichtung nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebsvorrichtung ein Linearantrieb oder Linearantriebe zur Höhenverstellung und/oder zur Bewegung in einer Ebene sind und dass der Linearantrieb oder die Linearantriebe mit der Steuereinrichtung (8) verbunden ist oder sind.

12. Einrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (3) mit einer Antriebseinrichtung verbunden ist und dass die Antriebseinrichtung zur Bewegung in einer Ebene mit der Steuereinrichtung (8) verbunden ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

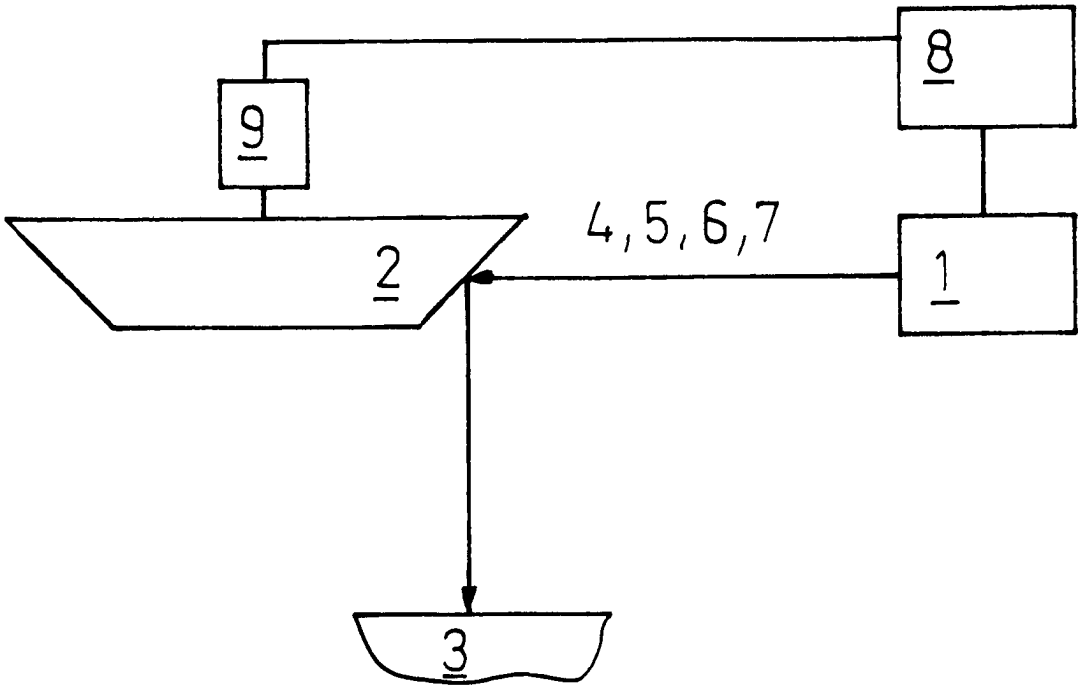


Fig. 1

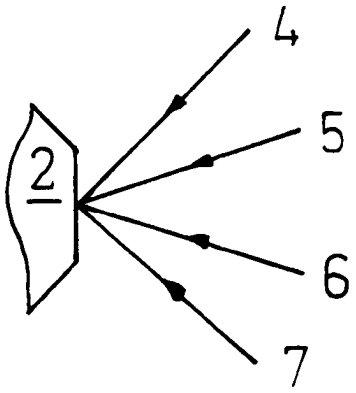


Fig. 2

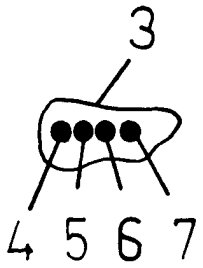


Fig. 3

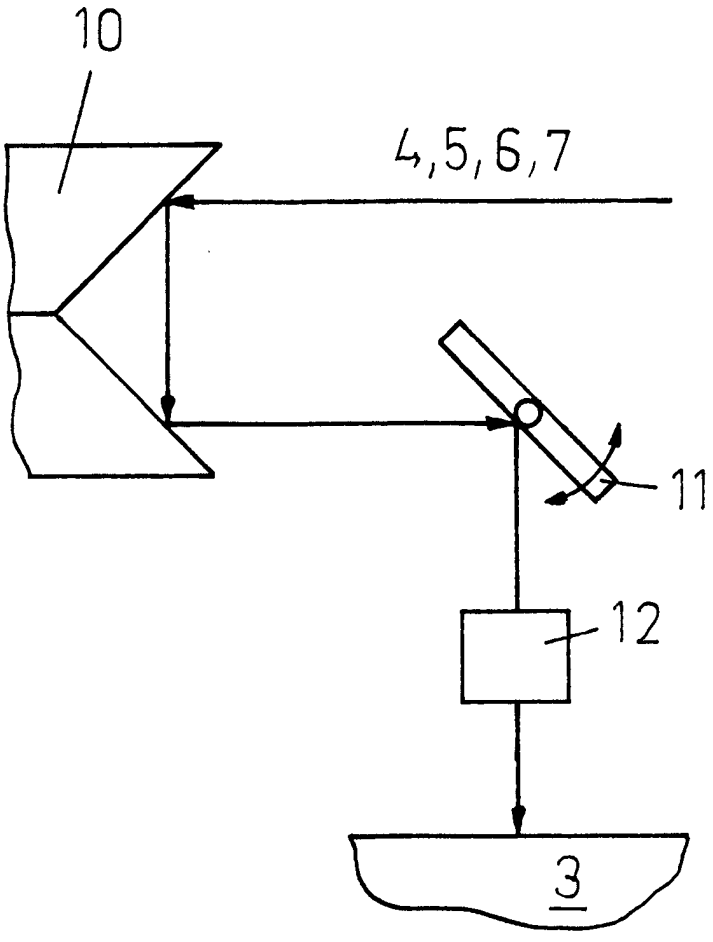


Fig. 4

Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.