

(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
16. November 2023 (16.11.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/217554 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01J 1/42 (2006.01) B23K 26/06 (2014.01)
B23K 26/70 (2014.01) G02B 27/09 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/061259
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2023 (28.04.2023)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2022 111 572.0
10. Mai 2022 (10.05.2022) DE
- (71) Anmelder: TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECHNIK GMBH [DE/DE]; Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).
- (72) Erfinder: ZELLER, Thomas; Eschenriedstrasse 21, 71067 Sindelfingen (DE).
- (74) Anwalt: TRUMPF PATENTABTEILUNG; Trumpf SE + Co. KG Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: MEASURING DEVICE FOR MEASURING A LASER LINE BEAM

(54) Bezeichnung: MESSVORRICHTUNG ZUM VERMESSEN EINES LASERLINIENSTRAHLS

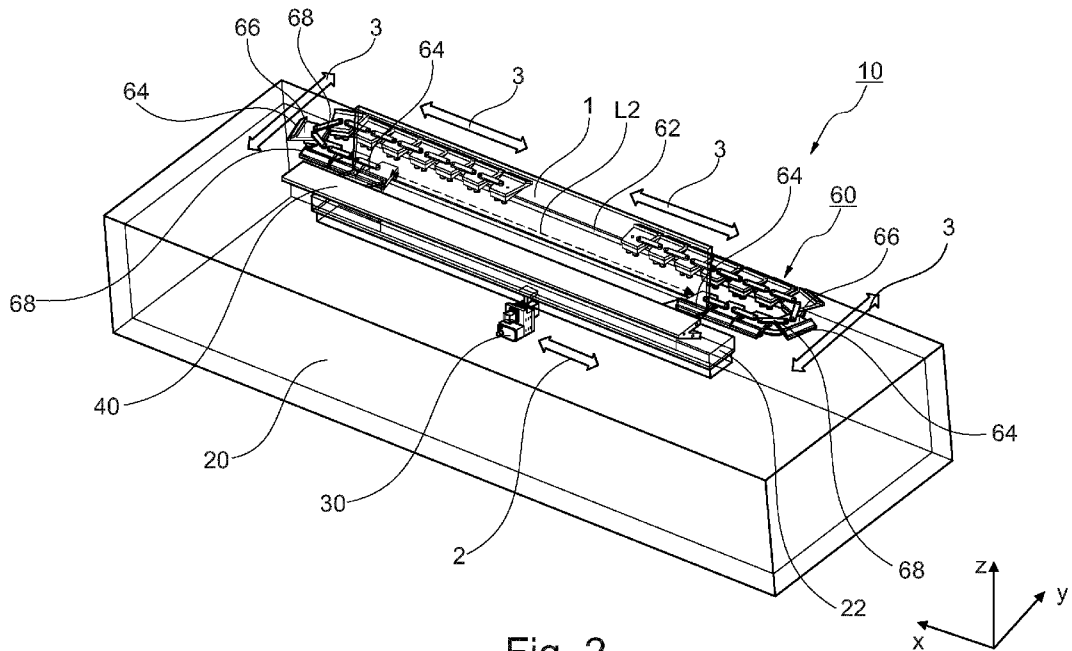


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a measuring device (10) for measuring a laser line beam (1) generated by a laser system (100), the measuring device (10) having: a process chamber (20) which has an entrance region (22) for entry of the laser line beam (1) into the process chamber (20), a beam profile measurement apparatus (30) which is arranged in the process chamber (20) and is designed to measure the laser line beam (1) entering the entrance region (22), and a trim device (60) for trimming the laser line beam (1) before entry into the process chamber (20). The trim device (60) has a plurality of at least three individual mirrors (64), which can be moved by at least one drive, for trimming the laser line beam (1) before entry into the process chamber (20), wherein the individual mirrors (64) can be moved at least in some regions in at least one movement direction (3) relative to a linear extent of the laser line beam (1)



WO 2023/217554 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)
 - in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.
-

specified by the measuring device (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung (10) zum Vermessen eines von einem Lasersystem (100) erzeugten Laserlinienstrahls (1), wobei die Messvorrichtung (10) aufweist: eine Prozesskammer (20), die einen Eintrittsbereich (22) zum Eintreten des Laserlinienstrahls (1) in die Prozesskammer (20) aufweist, ein Strahlprofilmessgerät (30), das in der Prozesskammer (20) angeordnet ist und zum Vermessen des durch den Eintrittsbereich (22) eintretenden Laserlinienstrahls (1) eingerichtet ist, und eine Trimmvorrichtung (60) zum Trimmen des Laserlinienstrahls (1) vor dem Eintreten in die Prozesskammer (20). Die Trimmvorrichtung (60) weist eine Vielzahl von zumindest drei einzelnen und mittels zumindest eines Antriebs bewegbaren Spiegeln (64) zum Trimmen des Laserlinienstrahls (1) vor dem Eintreten in die Prozesskammer (20) auf, wobei die einzelnen Spiegel (64) zumindest abschnittsweise in zumindest einer Bewegungsrichtung (3) relativ zu einer durch die Messvorrichtung (10) vorgegebenen Linienerstreckung des Laserlinienstrahls (1) bewegbar sind.

5

10

15

20

25

**Titel: Messvorrichtung zum Vermessen eines
Laserlinienstrahls**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Vermessen
eines von einem Lasersystem erzeugten Laserlinienstrahls gemäß
dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein korrespondierendes
Lasersystem.

In bestimmten Anwendungen werden Lasersysteme eingesetzt, die
Laserstrahlen mit sehr homogenen linienförmigen
Intensitätsverteilungen in einer jeweiligen Fokuszone liefern.
Eine solche Fokuszone wird hier auch als Laserlinienfokus oder
kurz als Laserlinie bezeichnet. In Bezug auf den erzeugten
Laserstrahl wird hier auch von einem Laserlinienstrahl
gesprochen. Entsprechende Lasersysteme zielen darauf ab,

Intensitätsverteilungen mit großen bis sehr großen
Aspektverhältnissen der Strahldurchmesser in zwei senkrechten
Richtungen des Strahlprofils (d.h. senkrecht zu den
Strahlausbreitungsrichtungen) bereitzustellen, wobei
5 gleichzeitig eine große Tiefenschärfe in Richtung des
kleineren Strahldurchmessers gewährleistet ist.

Beispielhafte Anwendungen, bei denen ein solcher
Laserlinienstrahl verwendet wird, sind die Laserbearbeitung
10 wie die Rekristallisation von auf Glassubstraten
abgeschiedenen Siliziumdioxidschichten, die z. B. in TFT-
Displays verwendet werden, die laserbasierte Dotierung von z.
B. Solarzellen und Laser-Lift-Off-Prozesse, die z. B. bei der
Herstellung mikroelektronischer Bauelemente eingesetzt werden.
15 Ein beispielhaftes Lasersystem, das einen Laserstrahl mit
einem Laserlinienfokus erzeugt und verwendet, wird in der WO
2018/019374 A1 beschrieben.

Vor dem Bearbeiten des Substrats mittels des
20 Laserlinienstrahls ist typischerweise eine Vermessung des
Laserlinienstrahls erforderlich. Dabei werden die langen
Laserlinien mit hoher Homogenität in der Regel durch ein
Strahlprofilmessgerät (engl. "Beam Profiler") vermessen,
welcher die Laserlinie entlangfährt und die Laserlinie
25 orts aufgelöst punktuell vermisst. Dieser Vorgang kann mehrere
Minuten dauern. Von der Gesamtlänge der Laserlinie wird dabei
Schritt für Schritt ein sehr kleiner Teil von beispielsweise
nur 1 mm Länge der Laserlinie vermessen und anschließend zu
einer Messung der Gesamtlänge der Laserlinie zusammengesetzt.
30 Die Vermessung mit dem Strahlprofilmessgerät findet dabei
typischerweise in derselben Prozesskammer statt, in der auch
die Bearbeitung des Substrats durch den Laserlinienstrahl

erfolgt. Die Prozesskammer ist dabei normalerweise mit einer Schutzgasatmosphäre versehen und hermetisch abgedichtet. Damit die Laserlinienstrahlung in die Prozesskammer eindringen kann, wird an der Prozesskammer ein Eintrittsbereich, normalerweise
5 in Form eines Eintrittsfensters, für den Laserlinienstrahl bereitgestellt.

Da bei dem gesamten Vermessungsvorgang jeweils nur ein kleiner Teil der Laserlinie für die augenblickliche Vermessung
10 benötigt wird, muss die Energie in dem restlichen Teil der Laserlinie vernichtet werden. Dies geschieht vorteilhafterweise in wassergekühlten Absorbern, um die hohen Laserleistungen von typischerweise um 6 kW vernichten zu können. Da Wasser in der Prozesskammer jedoch nicht erlaubt
15 ist, können wassergekühlte Absorber nicht in der Prozesskammer selbst, sondern nur außerhalb verwendet werden. Sind die Absorber jedoch unzureichend gekühlt, gar nicht vorhanden oder muss der Laserstrahl von innerhalb der Prozesskammer zu einem Absorber außerhalb der Prozesskammer umgelenkt werden, führt
20 dies zur Erwärmung von Bauteilen in der Umgebung des Strahlprofilmessgeräts, was die Ergebnisse der Vermessung verfälschen kann.

Es ist bekannt, zwei über dem Eintrittsbereich angeordnete,
25 unter dem Laserlinienstrahl bewegbare und in einer Linie mit der Laserlinie angeordnete Laserstrahlschneider (engl. "beam cutter") zu verwenden. Diese schneiden den Laserlinienstrahl für die Bearbeitung des Substrats in der Prozesskammer zu, da die erzeugte Länge der Laserlinie typischerweise größer
30 ausfällt als die für die Bearbeitung eines individuellen Substrats notwendige Länge. Der Teil der Laserlinie, der über die notwendige Länge der Laserlinie hinausgeht, wird von den

Laserstrahlschneidern quasi abgeschnitten bzw. auf einen außerhalb der Prozesskammer befindlichen, wassergekühlten Absorber reflektiert, der die in diesem Teil der Laserlinie enthaltene Energie vernichtet.

5

Die Erfinder haben nun als eine mögliche Lösung zur Vermeidung von verfälschten Vermessungen erkannt, dass es möglich wäre, die zwei gemeinsam in Längsrichtung bzw.

Linienstreckungsrichtung des Laserlinienstrahls bewegbaren

10

Laserstrahlschneidern derart weiterzubilden, insbesondere zu verlängern, dass sie die Länge des Laserlinienstrahls auf die für die Vermessung durch das Strahlprofilmessgerät jeweils erforderliche Länge kürzen. Allerdings erfordert dies sehr lange Laserstrahlschneider, die über die Prozesskammer

15

herausstehen. Zu diesem hohen Bauraumbedarf kommt hinzu, dass ein Aufbau mit zwei langen Laserstrahlschneidern labil ist und damit zu unerwünschten Schwingungen neigen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Messvorrichtung zum Vermessen eines von einem Lasersystem erzeugten Laserlinienstrahls vorzuschlagen, welches insbesondere präzise Messergebnisse liefern kann und einen kompakten Aufbau aufweist.

20

25

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Messvorrichtung gemäß Anspruch 1. Vorgeschlagen wird dementsprechend eine Messvorrichtung zum Vermessen eines von einem Lasersystem erzeugten Laserlinienstrahls, wobei die Messvorrichtung aufweist: (a) eine Prozesskammer, die einen Eintrittsbereich zum Eintreten des Laserlinienstrahls in die Prozesskammer aufweist, (b) ein Strahlprofilmessgerät, das in der Prozesskammer angeordnet ist und zum Vermessen des durch den

30

Eintrittsbereich eintretenden Laserlinienstrahls eingerichtet ist, und (c) eine Trimmvorrichtung zum Trimmen des Laserlinienstrahls vor dem Eintreten (durch den Eintrittsbereich) in die Prozesskammer. Die Trimmvorrichtung weist eine Vielzahl von zumindest drei einzelnen und mittels zumindest eines Antriebs bewegbaren Spiegeln zum Trimmen des Laserlinienstrahls vor dem Eintreten in die Prozesskammer auf, wobei die einzelnen Spiegel zumindest abschnittsweise in zumindest einer Bewegungsrichtung relativ zu einer durch die Messvorrichtung vorgegebenen Linienerstreckung des Laserlinienstrahls bewegbar sind.

Demnach wird erfindungsgemäß eine Trimmvorrichtung bereitgestellt, welche eine Vielzahl von zumindest drei Spiegeln aufweist, die den Laserlinienstrahl vor dem Eintreten in die Prozesskammern trimmen. Zum Trimmen werden die Spiegel unter den Laserlinienstrahl und über den Eintrittsbereich bewegt. Gegenüber den bekannten Laserstrahlschneidern sorgt die Trimmvorrichtung mit der Vielzahl von Spiegeln für einen kompakten Aufbau. Anders als bei einer Verlängerung der bekannten Laserstrahlschneider kann durch die Vielzahl von Spiegeln, die insbesondere kleiner bzw. kürzer als die Laserstrahlschneider ausfallen können, damit vermieden werden, dass die Trimmvorrichtung mit ihren Spiegeln sich nach außerhalb der Prozesskammern erstreckt, sodass der gewünschte kompakte Aufbau erzielt wird.

Dass die Messvorrichtung die Linienerstreckung des Laserlinienstrahls vorgibt meint, dass die Orientierung der Linienerstreckung des Laserlinienstrahls relativ gegenüber bzw. zu der Messvorrichtung vorgegeben ist. Das bedeutet, dass die durch das Lasersystem erfolgende Ausrichtung des

Laserlinienstrahls mit seiner Linienerstreckung auf die Messvorrichtung, also auf den Eintrittsbereich der Prozesskammer, durch die Messvorrichtung vorgegeben wird, sodass sich das Lasersystem für die Positionierung des Laserlinienstrahls an der Messvorrichtung orientiert. Dabei können verschiedene Einrichtungen an dem Messgerät für die Vorgabe der Linienerstreckung zum Einsatz kommen. Insbesondere ist die Linienerstreckung bzw. Länge des Laserlinienstrahls durch den Eintrittsbereich vorgegeben, sodass der Laserlinienstrahl auf diesen auftreffen und in die Prozesskammer gelangen kann. Ferner insbesondere ist die Linienerstreckung bzw. Länge des Laserlinienstrahls durch das Strahlprofilmessgeräts in der Prozesskammer vorgegeben. Bevorzugt ist das Strahlprofilmessgerät dabei auf einer Strecke parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls bewegbar, insbesondere verfahrbar, eingerichtet. Entsprechend könnte man auch sagen, dass die zumindest eine Bewegungsrichtung der Spiegel relativ zu der Strecke, entlang derer das Strahlprofilmessgerät verfahrbar ist, angeordnet ist. Möglich ist beispielsweise, wie später näher erläutert wird, dass ein Abschnitt der Bewegungsrichtung der einzelnen Spiegel quer oder parallel zur Linienerstreckung ausgerichtet ist und/oder ein Abschnitt der Bewegungsrichtung der einzelnen Spiegel quer, insbesondere senkrecht, zur Linienerstreckung ausgerichtet ist.

Unter einer Vielzahl von Spiegeln werden erfindungsgemäß drei oder mehr Spiegel verstanden. Dass die einzelnen Spiegel zumindest abschnittsweise in einer Bewegungsrichtung relativ zur einer Linienerstreckung des Laserlinienstrahls bewegbar sind bedeutet dabei, dass die einzelnen Spiegel nicht entlang ihres gesamten Bewegungsbereichs einer Bewegungsrichtung

relativ zur Linienerstreckung bewegbar sein müssen.

Stattdessen ist möglich, dass mehrere Bewegungsrichtungen, wie oben erläutert beispielsweise parallel und quer, zur Linienerstreckung gegeben sind, entlang derer sich die Spiegel bewegen können. Es kann jedoch auch nur eine Bewegbarkeit der Spiegel einzig in einer Bewegungsrichtung, beispielsweise quer oder parallel, zur Linienerstreckung bereitgestellt werden.

Bei dem zumindest einen Antrieb der einzelnen und bewegbaren Spiegel kann es sich um einen gemeinsamen Antrieb für mehrere der Vielzahl von Spiegeln oder alle Spiegel, beispielsweise in Gestalt einer Nockenwelle, handeln, oder, alternativ, um jeweils individuelle Antriebe jedes einzelnen Spiegels handeln. Der zumindest eine Antrieb stellt dadurch die Bewegbarkeit, insbesondere Verfahrbarkeit, der Spiegel bereit. Die Antriebe können beispielsweise elektrisch motorisiert sein.

Die Prozesskammer kann gleichzeitig als Messkammer für das Vermessen des Laserlinienstrahls und als Bearbeitungskammer für das Bearbeiten eines Substrats mittels des Laserlinienstrahls dienen. In der Prozesskammer kann eine Schutzgasatmosphäre herrschen, wobei die Prozesskammer vorzugsweise hermetisch abgedichtet ist. Der Eintrittsbereich kann beispielsweise als ein Eintrittsfenster, beispielsweise aus Glas oder Kunststoff, ausgebildet sein.

Das Strahlprofilmessgerät kann, wie zuvor bereits erwähnt, parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls bewegbar, insbesondere verfahrbar, ausgebildet sein. Hierzu kann das Strahlprofilmessgerät über einen eigenen Antrieb verfügen. Dadurch kann das Strahlprofilmessgerät zum Vermessen

des Laserlinienstrahls entlang der Laserlinienerstreckung verschoben werden.

Bevorzugt ist, dass die einzelnen Spiegel derart bewegbar
5 sind, dass zwischen zwei der Vielzahl von einzelnen Spiegeln ein vorgegebener Messspalt und/oder ein vorgegebener Bearbeitungsspalt am Eintrittsbereich verbleibt, durch den der Laserlinienstrahl in die Prozesskammer eintreten kann. Besonders bevorzugt ist dabei die vorgenannte Kombination, bei
10 der die Spiegel so bewegt werden können, dass entweder der vorgegebene Messspalt oder der vorgegebene Bearbeitungsspalt zwischen den jeweiligen zwei Spiegeln verbleibt. So kann mittels der einzelnen Spiegel schnell und einfach entweder die Bearbeitung des Substrats, bei der ein zu langer
15 Laserlinienstrahl geringfügig gekürzt wird, oder die Vermessung des Laserlinienstrahls, bei der der Laserlinienstrahl entlang seiner Länge jeweils signifikant gekürzt wird und stellenweise vermessen wird, eingestellt werden. Die bisher verwendeten Laserstrahlschneider können
20 entsprechend entfallen, was neben einer erhöhten Kompaktheit eine signifikante Kostenreduktion bedeutet.

Bevorzugt umfasst die Messvorrichtung eine Steuereinrichtung zum Steuern des Vermessens des Laserlinienstrahls. Dabei kann
25 die Steuereinrichtung durch Steuern des zumindest einen Antriebs zum Bewegen der Spiegel dazu eingerichtet sein, den vorgegebenen Messspalt in einer vorgegebenen Messrichtung relativ zur Linienestreckung des Laserlinienstrahls gegenüber einem Messbereich des Strahlprofilmessgeräts zu verschieben.
30 Gleichsam kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung eine korrespondierende Bewegung bzw. einen Vorschub des Strahlprofilmessgeräts steuert, um so den Mess- oder

Erfassungsbereich des Strahlprofilmessgeräts mit einer Position des vorgegebenen Messspalts zu koordinieren bzw. zusammenzubringen. So können verschiedene Bereiche des Laserlinienstrahls entlang der Linienerstreckung in die Prozesskammer und auf das Strahlprofilmessgerät gelenkt werden.

Bevorzugt ist dabei, dass der vorgegebene Messspalt eine Länge im Bereich von 20 mm bis 100 mm aufweist und/oder der vorgegebene Bearbeitungsspalt eine Länge im Bereich von 1.200 mm bis 1.800 mm aufweist. Mit Länge wird hierin eine größte Erstreckung eines Elements und/oder eine in Längsrichtung der Laserlinienerstreckung und parallel zum Laserlinienstrahl gemessene Größe bezeichnet, es sei denn, etwas anderes ist erwähnt. Ganz besonders ist bevorzugt, dass der vorgegebene Messspalt eine Länge im Bereich von 30 mm bis 80 mm, ferner bevorzugt im Bereich von 40 mm bis 60 mm, aufweist. Außerdem ist bevorzugt, dass der vorgegebene Bearbeitungsspalt eine Länge im Bereich von 800 mm bis 1.600 mm, ferner bevorzugt im Bereich von 900 mm bis 1.550 mm, aufweist. Es hat sich gezeigt, dass bei den erwähnten Messspaltlängen eine besonders präzise und schnelle Vermessung möglich ist. Bei den erwähnten Bearbeitungsspaltlängen wiederum hat sich gezeigt, dass eine besonders präzise und schnelle Bearbeitung von Substraten möglich ist.

Wie zuvor bereits erwähnt, umfasst die Vielzahl von Spiegeln drei oder mehr Spiegel. Besonders bevorzugt ist jedoch, dass die Messvorrichtung zumindest vier, insbesondere zumindest fünf, ganz besonders zumindest sechs und ferner besonders zumindest neun, einzelne Spiegel umfasst. Wiederum kann die Vielzahl von Spiegeln eine vorteilhafte Maximalzahl von 48,

ganz besonders 36 und ferner besonders 30 aufweisen. Als besonders vorteilhaft im Hinblick auf die Kompaktheit und Präzision bei Vermessung und Bearbeitung hat sich eine Anzahl von Spiegeln im Bereich von 4 bis 30, ganz besonders 5 bis 24, erwiesen.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die einzelnen Spiegel jeweils eine Länge im Bereich von 40 mm bis 200 mm, ganz besonders im Bereich von 60 mm bis 150 mm und ferner insbesondere im Bereich von 80 mm bis 120 mm, aufweisen. Wie zuvor angedeutet, ist damit insbesondere die größte Erstreckung der Spiegel bzw. die in Längsrichtung der Laserlinienerstreckung und parallel zum Laserlinienstrahl gemessene Größe gemeint. Die Länge eines Spiegels korrespondiert damit zu der effektiven Teillänge des von einem Spiegel reflektierbaren Laserlinienstrahls.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung einen, insbesondere außerhalb der Prozesskammer angeordneten, Strahlabsorber auf, der dazu eingerichtet ist, den von den einzelnen Spiegeln getrimmten und auf den Strahlabsorber reflektierten Teil des Laserlinienstrahls zu absorbieren. Mit dem getrimmten Teil des Laserlinienstrahls wird folglich derjenige Teil bezeichnet, der nicht durch den Eintrittsbereich in die Prozesskammer eintritt, sondern auf den Strahlabsorber reflektiert wird. Der Strahlabsorber kann insbesondere wassergekühlt sein. Alternativ kann der Strahlabsorber auch innerhalb der Prozesskammer angeordnet sein, dort ist in der Regel aber keine vorteilhafte Wasserkühlung möglich.

Die Spiegel der Trimmvorrichtung können in einem, insbesondere übereinstimmenden, voreingestellten oder einstellbaren Winkel

gegenüber dem Laserlinienstrahl angestellt sein. Insbesondere werden sie in einem derartigen Winkel angestellt, dass sie den Laserlinienstrahl auf den Strahlabsorber der Messvorrichtung reflektieren. Der Strahlabsorber kann so die Energie des in
5 der Prozesskammer unerwünschten Teils des Laserlinienstrahls vernichten.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung eine vorgegebene Fahrbahn auf, entlang welcher die einzelnen Spiegel bewegbar
10 sind. Die Fahrbahn kann sich vorzugsweise zumindest abschnittsweise parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls erstrecken.

Bevorzugt ist ferner, dass jeder der einzelnen Spiegel jeweils
15 auf einem Wagen angeordnet ist, mittels dem der jeweilige einzelne Spiegel durch Verfahren des Wagens bewegbar ist. Der Wagen dient damit als ein Mittel zum Bewegen der Spiegel, wobei mittels jeden Wagens jeder Spiegel individuell auf dem Wagen bewegt wird. Der zumindest eine Antrieb der Spiegel kann
20 dabei antriebstechnisch mit den Wagen gekoppelt sein, um die Spiegel zu bewegen.

In einer bevorzugten Variante sind die Wagen auf zumindest einer durch eine Schiene gebildeten Fahrbahn verfahrbar
25 angeordnet. Bei der Fahrbahn kann es sich insbesondere um die zuvor erwähnte Fahrbahn handeln. Die Schiene stellt hier eine vergleichsweise einfache und kostengünstige Möglichkeit dar, die Wagen und damit die Spiegel entlang einer Fahrbahn verfahrbar anzuordnen. Insbesondere kann eine durchgängige
30 Schiene verwendet werden. Gleichwohl sind andere Varianten von Fahrbahnen denkbar und möglich.

Dabei kann vorgesehen sein, dass (jeweils) benachbarte Wagen miteinander verbunden sind und gemeinsam miteinander verfahrbar sind. Insbesondere können benachbarte Wagen direkt miteinander verbunden sein, was bedeutet, dass ein gemeinsames Verbindungsglied zwischen benachbarten Wagen diese miteinander verbindet. Ganz besonders können so zwei Reihen von jeweils miteinander verbundenen Wagen bereitgestellt werden, wobei die eine Reihe von einer ersten Seite aus, beispielsweise von links, und die andere Reihe von einer zweiten Seite aus, beispielsweise von rechts, an den Laserlinienstrahl verfahrbar ist, um diesen zu trimmen. Durch die Verbindung und gemeinsame Verfahrbarkeit der beiden Reihen von Wagen kann der Laserlinienstrahl praktisch auf eine beliebige Länge in Bezug auf ihre Länge, mit der sie in die Prozesskammer eintritt, getrimmt bzw. gekürzt werden.

Auch vorgesehen sein kann, dass benachbarten Wagen mittels Gelenklagern miteinander verbunden sind, die dazu eingerichtet sind, beim Verfahren der Wagen einen Mindestabstand zwischen den einzelnen Wagensicherzustellen. Durch die gelenkige Verbindung mittels derartiger Gelenklager als Verbindungsmittel von benachbarten Wagen wird folglich sichergestellt, dass die Spiegel beim Verfahren nicht durch Kollision der einzelnen Wagen miteinander beschädigt werden. Dies ist ganz besonders dann wichtig, wenn die Fahrbahn eine Kurve bzw. einen (Teil-)Radius aufweist, entlang der die Wagen verfahren werden, was ganz besonders bei einer geschlossenen, beispielsweise runden, elliptischen oder rechteckigen (ggf. mit abgerundeten Ecken) Trajektorie der Fahrbahn, oder einer U-förmig Trajektorie der Fahrbahn, der Fall ist, wie sie vorteilhafterweise Verwendung finden können. Hingegen sollte der Abstand zwischen den einzelnen Spiegeln im Stillstand,

also ohne Verfahren dieser, bevorzugt null bzw. minimal sein, damit der Laserlinienstrahl nicht dazwischen hindurchdringen kann.

5 Schließlich kann vorgesehen sein, dass die jeweiligen Wagen der einzelnen Spiegel entlang einer gemeinsamen Fahrbahn verfahrbar sind. Das bedeutet, dass alle Wagen vorteilhafterweise auf einer einzigen Fahrbahn laufen, die insoweit durchgängig ist und eine praktisch beliebige Trimmung
10 des Laserlinienstrahls erlaubt.

Wie zuvor erwähnt ist dabei vorteilhaft, wenn die gemeinsame Fahrbahn eine geschlossene Trajektorie, wie beispielsweise eine runde, elliptische oder rechteckige (insbesondere mit
15 abgerundeten Ecken) Trajektorie, oder eine im Wesentlichen U-förmige Trajektorie aufweist. Dies erlaubt kompakte Aufbauten der Trimmvorrichtung und damit der Messvorrichtung als Ganzes.

Alternativ zu einer gemeinsamen Verfahrbarkeit der Spiegel
20 und/oder einer Verfahrbarkeit entlang einer gemeinsamen Trajektorie bzw. Fahrbahn ist möglich, dass die einzelnen Spiegel voneinander unabhängig bewegbar sind und/oder jeweils entlang separater Trajektorien bewegbar sind. So ist beispielsweise denkbar, dass alle Spiegel, insbesondere mit
25 ihren Wagen, voneinander unabhängig auf separaten Fahrbahnen quer, insbesondere im Wesentlichen senkrecht, zur Linienerstreckung, verfahrbar sind. Sie können dementsprechend individuell unter den Laserlinienstrahl gefahren und daraus herausgefahren werden.

30

Außerdem ist eine Ausführungsvariante vorteilhaft, bei der zumindest einer der Spiegel in der Bewegungsrichtung über

zumindest einem anderen der Spiegel bewegbar und anordenbar ist. Insbesondere können auch mehrere Spiegel über einem oder mehreren Spiegel bewegbar und anordenbar sein. Ganz besonders kann auch vorgesehen sein, dass sich drei oder mehr Spiegel

5 übereinander bewegen und anordnen lassen können. Dazu können den Spiegeln zugeordnete Wagen oder die Spiegel selbst unterschiedlich groß sein. Dies meint insbesondere, dass sich die Wagen und/oder Spiegel insbesondere in einer

10 Quererstreckung bzw. Höhenerstreckung quer, ganz besonders senkrecht, zur Linienerstreckung des Laserstrahls unterscheiden können. Dabei können die Spiegel oder Wagen mit einem offenen Raum oder Hohlraum versehen sein, in den der jeweils kleinere Wagen mit Spiegel oder der jeweils kleinere Spiegel eingeschoben werden kann, sodass dieser sich unter dem

15 größeren Wagen oder Spiegel befindet. Dabei können die Länge und/oder Breite der Spiegel in Längsrichtung der Linienerstreckung des Laserstrahls gleich bleiben unter den einzelnen Spiegeln oder sich voneinander unterscheiden. Die Spiegel können jeweils übereinander angeordnet werden, was

20 insbesondere meint, dass die Spiegel berührungsfrei übereinander verfahrbar und somit berührungsfrei übereinander stapelbar sind. Die einzelnen Spiegel können, ganz besonders jeweils mit den zuvor erwähnten Wagen ausgestattet, auf

25 Fahrbahnen verfahrbar sein, wobei die einzelnen Spiegel und Wagen auf unterschiedlichen Fahrbahnen, insbesondere Schienen, laufen können, die parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls angeordnet sein können. So kann in

Längsrichtung der Linienerstreckung eine große Länge mit den Spiegeln abgedeckt werden, entlang derer der Messspalt oder

30 Bearbeitungsspalt eingestellt werden kann, wobei die Spiegel jedoch nicht oder nicht sehr weit nach außen ragen müssen,

weil diese statt nebeneinander übereinander angeordnet werden können.

Vorteilhaft kann sein, wenn die einzelnen Spiegel zumindest
5 abschnittsweise in zumindest einer Bewegungsrichtung quer zu
einer durch die Messvorrichtung vorgegebenen Linienerstreckung
des Laserlinienstrahls bewegbar sind. Gegenüber den bekannten
Laserstrahlschneidern sorgt die Trimmvorrichtung mit der
Bewegbarkeit oder, mit anderen Worten, Verschiebbarkeit der
10 Spiegel quer zur Linienerstreckung bzw. Längsrichtung des
Laserlinienstrahls für einen besonders einfachen kompakten
Aufbau. Anders als bei einer Verlängerung der bekannten
Laserstrahlschneider kann durch die Bewegbarkeit quer zur
Linienerstreckung damit vermieden werden, dass die
15 Trimmvorrichtung mit ihren Spiegeln sich nach außerhalb der
Prozesskammern erstreckt, sodass der gewünschte kompakte
Aufbau erzielt wird. Dass die Spiegel in zumindest einer
Bewegungsrichtung quer zur Linienerstreckung des
Laserlinienstrahls bewegbar sind bedeutet, dass auch mehrere
20 Bewegungsrichtungen quer zur Linienerstreckung vorliegen
können, die sich jeweils in ihrem Winkel zur Linienerstreckung
unterscheiden. Ganz besonders kann die zumindest eine
Bewegungsrichtung oder eine von mehreren Bewegungsrichtungen
im Wesentlichen senkrecht zur Linienerstreckung sein. Im
25 Wesentlichen senkrecht schließt dabei senkrecht sowie
fertigungstechnisch bedingte Abweichungen bzw. Toleranzen von
einer mathematisch perfekten Orthogonalität ein.

Bei einer Bewegungsrichtung quer zur Linienerstreckung des
30 Laserlinienstrahls kann es sich insbesondere um eine solche
handeln, die in einem Winkel von wenigstens 10° , vorzugsweise
wenigstens 30° und ferner vorzugsweise zumindest 45° , zur

Linienerstreckung steht. Ganz besonders kann eine Bewegungsrichtung im Wesentlichen senkrecht zur Linienerstreckung sein. Bei einer Bewegungsrichtung bzw. einem Winkel kann es sich um die einzige bzw. den einzigen Winkel handeln oder, alternativ, können viele Bewegungsrichtungen vorgesehen sein, die unter einem jeweils unterschiedlichen Winkel zur Linienerstreckung stehen.

Die eingangs erwähnte Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Lasersystem zum Erzeugen eines Laserlinienstrahls, wobei das Lasersystem zumindest eine Laserquelle zum Emittieren zumindest eines Laserstrahls, eine Laserumformungsvorrichtung zum Umformen des von der zumindest einen Laserquelle emittierten zumindest einen Laserstrahls in den Laserlinienstrahl und die erfindungsgemäße Messvorrichtung zum Vermessen des erzeugten Laserlinienstrahls umfasst.

Dabei können die aus dem Stand der Technik, beispielsweise den eingangs erwähnten Druckschriften, bekannten Laserquellen und Laserumformungsvorrichtungen verwendet werden.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen, anhand derer Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben und erläutert werden.

Es zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer Messvorrichtung in einer Bearbeitungsstellung;

- Figur 2 eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer Messvorrichtung in einer Bearbeitungsstellung;
- 5 Figur 3 eine alternative perspektivische Ansicht der zweiten Ausführungsform der Messvorrichtung aus Fig. 2 in der Bearbeitungsstellung;
- Figur 4 die perspektivische Ansicht der Fig. 2 der
10 zweiten Ausführungsform der Messvorrichtung der Fig. 2 und 3, wobei die Messvorrichtung sich in einer Vermessungsstellung befindet;
- Figur 5 die alternative perspektivische Ansicht der
15 Fig. 3 der zweiten Ausführungsform der Messvorrichtung aus Fig. 4 in der Bearbeitungsstellung;
- Figur 6 eine perspektivische Ansicht einer dritten
20 Ausführungsform einer Messvorrichtung in einer Vermessungsstellung;
- Figur 7 eine perspektivische Ansicht einer vierten
25 Ausführungsform einer Messvorrichtung in einer Vermessungsstellung;
- Figur 8 eine perspektivische Ansicht einer fünften
Ausführungsform einer Messvorrichtung in einer
30 Bearbeitungsstellung; und
- Figur 9 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Lasersystems.

Fig. 1 zeigt eine gegenüber dem Stand der Technik modifizierte Variante einer hierin als Messvorrichtung 10 bezeichneten Anordnung aus einer Prozesskammer 20, einem

5 Strahlprofilmessgerät 30 und einer Laserstrahlschneideanordnung 50. Die Messvorrichtung 10 ist hier in einer Bearbeitungsstellung gezeigt, bei der ein Laserlinienstrahl 1 durch zwei längs der Linienerstreckung des Laserlinienstrahls 1 bewegbare Laserstrahlschneider 52, 54 von

10 einer Ursprungslänge L_1 auf eine Bearbeitungslänge bzw. einen Bearbeitungsspalt L_2 mit einer solchen Bearbeitungslänge beschnitten wird, da aus praktischen Gründen die erzeugte Länge bzw. Ursprungslänge L_1 der Laserlinie größer ausfällt

15 als die für die Bearbeitung eines individuellen Substrats notwendige Länge L_2 . Der Teil der Laserlinie, der über die notwendige Länge L_2 der Laserlinie hinausgeht, wird von den Strahlschneidern 52, 54 quasi abgeschnitten bzw. auf einen Strahlabsorber 40 reflektiert, der die in diesem Teil der Laserlinie enthaltene Energie absorbiert.

20

Durch einen Eintrittsbereich 22 in Form eines Eintrittsfensters in der Prozesskammer 20 kann der auf die Bearbeitungslänge L_2 beschnittene Laserstrahl 1 ein (nicht gezeigtes) Substrat innerhalb der Prozesskammer 20 bearbeiten.

25 Die Prozesskammer 20 ist dabei normalerweise mit einer Schutzgasatmosphäre versehen und hermetisch abgedichtet.

In Fig. 1 ist die Einfallsrichtung 4 bzw. Propagationsrichtung des Laserlinienstrahls 1 gezeigt, welche senkrecht zur

30 Linienerstreckung des Laserlinienstrahls 1 orientiert ist. Das bedeutet in der Ansicht der Fig. 1, dass der Laserlinienstrahl von oben her kommend ist. Die Einfallsrichtung 4 ist dabei so

orientiert, dass der Laserlinienstrahl 1 durch den Eintrittsbereich 22 in die Prozesskammer 20 propagieren kann. Der Laserlinienstrahl 1 weist dabei einen in der Prozesskammer 20 liegenden Fokus auf. Die Länge L1 bzw. L2 des
5 Laserlinienstrahls 1 erstreckt sich folglich senkrecht zu seiner Einfallrichtung 4.

Vor der Bearbeitung ist typischerweise ein Vermessungsvorgang des Laserlinienstrahls 1 erforderlich, bei dem der
10 Laserlinienstrahl 1 vermessen wird. Dabei wird die lange Laserlinie mit hoher Homogenität durch das Strahlprofilmessgerät 30 vermessen, welches die Laserlinie entlangfährt und die Laserlinie orts aufgelöst punktuell vermisst. Dieser Vorgang kann mehrere Minuten dauern. Von der
15 Gesamtlänge der Laserlinie wird dabei Schritt für Schritt ein sehr kleiner Teil von beispielsweise nur 1 mm Länge der Laserlinie vermessen und anschließend zu einer Messung der Gesamtlänge der Laserlinie zusammengesetzt. Da bei dem
20 gesamten Vermessungsvorgang jeweils nur ein kleiner Teil der Laserlinie für die augenblickliche Vermessung benötigt wird, muss die Energie in dem restlichen Teil der Linie absorbiert werden. Dies geschieht in der Regel in Strahlenabsorbern, wie dem in Fig. 1 gezeigten wassergekühlten Strahlenabsorber 40 außerhalb der Prozesskammer 20.

25

Die Vermessung mit dem Strahlprofilmessgerät 30 findet dabei in derselben Prozesskammer 20 statt, in der auch die Bearbeitung des Substrats durch den Laserlinienstrahl 1 erfolgt. Nicht nur die erzeugte Laserlinie ist dabei länger
30 als die tatsächlich in die Prozesskammer 20 eintretende Länge der Laserlinie. Denn der Laserlinienstrahl 1 und das Eintrittsfenster 22 sind für die Bearbeitung des Substrats in

der Prozesskammer 20 typischerweise um ein Vielfaches länger als der kurze Teil der Laserlinie, die in einem jeweiligen Zeitpunkt von dem Strahlprofilmessgerät 30 vermessen wird. Beim Vermessen muss deshalb auch die Energie, die in dem jeweiligen Zeitpunkt nicht vermessenen Teil des Laserlinienstrahls 1 steckt, vernichtet werden. Eine Vernichtung erfolgt, wie beschrieben, vorteilhafterweise in wassergekühlten Absorbern, wie dem gezeigten Absorber 40. Der gezeigte Absorber 40 befindet sich jedoch außerhalb der Prozesskammer 20 und kann daher vorteilhafterweise mit Wasser gekühlt werden. In Prozesskammern ist in der Regel jedoch kein Wasser erlaubt, sodass derartige wassergekühlte Absorber nicht in der Prozesskammer verwendet werden können. Sind die Absorber jedoch unzureichend gekühlt oder gar nicht vorhanden führt dies zur Erwärmung von Bauteilen in der Umgebung des Strahlprofilmessgeräts 30, was die Ergebnisse der Vermessung verfälschen kann.

In Fig. 1 ist nun eine Weiterentwicklung einer prinzipiell aus dem Stand der Technik bekannten Messvorrichtung 10 gezeigt. In Fig. 1 kann gesehen werden, wie die bereits erwähnte und entlang der langen x-Achse des gezeigten x,y,z-Koordinatensystems über dem Eintrittsbereich 22 und vor dem Laserlinienstrahl 1 bewegbare (in die durch die Doppelpfeile 3 angedeuteten und entgegengesetzten Richtungen entlang der x-Achse bewegbare) Strahlschneideanordnung 50 in Form von zwei Strahlschneidern 52, 54 über die kurzen Seiten der Prozesskammer 20 herausragen. Gegenüber dem Stand der Technik sind die Strahlschneider 52, 54 hier erheblich verlängert, damit sie es erlauben, nicht nur den Laserlinienstrahl 1 bzw. seine Laserlinie auf die Bearbeitungslänge L2, sondern durch entsprechendes Verfahren der Strahlschneider 52, 54 auch auf

eine wesentlich kürzere Vermessungslänge L3 bzw. einen Messspalt L3 mit der entsprechenden Vermessungslänge (in Fig. 1 nicht gezeigt, siehe bspw. Fig. 4) zu kürzen.

5 Dies erlaubt es, auch den restlichen Teil des Laserlinienstrahls 1 auf den Strahlabsorber 40 umzulenken und so zu vernichten, ohne eine Erwärmung in der Prozesskammer 20 zu provozieren. Wie jedoch bereits erwähnt worden ist, ist die dafür erforderliche Länge der in Längsrichtung der Laserlinie
10 des erzeugten Laserlinienstrahls 1 verfahrbaren Strahlschneider 52, 54 so groß, dass diese über die Prozesskammer 20 hinausstehen. Das sorgt für einen erhöhten Bauraumbedarf und sorgt dafür, dass die Strahlschneider 52, 54 in einen Bereich gelangen, in dem auf aufwändige Art und Weise
15 Prozesssicherheit gewährleistet werden muss, beispielsweise, um eine Verschmutzung der Strahlschneider 52, 54 zu vermeiden.

Die Figuren 2 und 3 zeigen nun eine demgegenüber verbesserte Ausführungsvariante der Messvorrichtung 10, bei der die
20 Strahlschneideanordnung 50 entfallen ist. Stattdessen wird hier eine Trimmvorrichtung 60 mit einer Vielzahl von einzelnen Spiegeln 64 eingesetzt. Diese Spiegel 64 sind abschnittsweise parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls 1 bewegbar, wie anhand von die Bewegungsrichtung 3 andeutenden
25 Doppelpfeilen in der Fig. 2 und 3 zu sehen ist. Die Spiegel 64 sind zudem auch abschnittsweise quer zur Linienerstreckung bewegbar (siehe die Doppelpfeile nahe den kurzen Seiten der Prozesskammer 20, welche quer zu den Doppelpfeilen an der langen Seite der Prozesskammer 20 sind), vorliegend entlang
30 einer beispielhaft rechteckigen Trajektorie (mit abgerundeten Ecken) einer hier beispielhaft gezeigten Fahrbahn 62, auf der sich die Spiegel 64 bewegen lassen können. Tatsächlich ergibt

sich gegenüber den hier lediglich beispielhaft mit den Doppelpfeilen angedeuteten Bewegungsrichtungen 3 eine Vielzahl von Bewegungsrichtungen 3 quer, auch senkrecht, zu der Linienerstreckung entlang der Trajektorie der Fahrbahn 62. Die
5 Vielzahl von Bewegungsrichtungen 3 erstrecken sich dabei jeweils in derselben Ebene, die vorliegend die x,y-Ebene ist, die von der x-Achse und der y-Achse des Koordinatensystems aufgespannt wird.

10 Die Bewegbarkeit der Spiegel 64 wird von zumindest einem Antrieb (nicht gezeigt) bereitgestellt, sodass auch von einer Verfahrbarkeit auf der Fahrbahn 62 gesprochen werden kann. Die Fahrbahn 62 ist hier beispielhaft als eine Schiene
15 ausgebildet, auf der die Spiegel 64 mittels entsprechender Wagen 66 angeordnet sind, wobei je ein Spiegel 64 auf je einem Wagen 66 angeordnet ist. Die Wagen 66 und damit die einzelnen Spiegel 64 sind entlang der Bewegungsrichtungen 3 verfahrbar.

Die Figuren 4 und 5 zeigen nun die gleiche Messvorrichtung 10
20 aus Fig. 2 und 3 in den gleichen Ansichten, wobei jedoch die Wagen 66 und damit die Spiegel 64 entlang der gezeigten Bewegungsrichtungen 3 derart bewegt worden sind, dass der Bearbeitungsspalt L2 bzw. die ursprüngliche Länge L1 des Laserlinienstrahls 1 auf den Messspalt L3 mit der entsprechend
25 reduzierten Länge gekürzt worden ist. Durch die Vielzahl von neu in den Bereich unter (bezogen auf die z-Achse) den Laserlinienstrahl 1 und über (bezogen auf die z-Achse) den Eintrittsbereich 22 verfahrenen Spiegeln 64 wird nun ein
30 Großteil der Laserlinie auf den Strahlabsorber 40 reflektiert und die Energie des Laserlinienstrahls 1 dort vernichtet. Demgegenüber kann durch den kleinen Messspalt L3 ein in seiner Länge vorgegebener Teil des Laserlinienstrahls 1 passieren, um

von dem Strahlprofilmessgerät 30 vermessen zu werden. Dabei kann das Strahlprofilmessgerät 30 mit seinem Messbereich 32 in der Bewegungsrichtung 2 parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls 1 verschoben werden, damit der Messbereich
5 32 den Messspalt L3 erfasst.

So kann nun Schritt-für-Schritt die gesamte Laserlinie vermessen werden, indem die Wagen 66 entlang der Bewegungsrichtungen 3 verschoben werden, um jeweils einen noch
10 nicht vermessenen Teil des Laserlinienstrahls 1 durch einen neuen Messspalt L3 für den Messbereich 32 zugänglich zu machen, wobei parallel das Strahlprofilmessgerät 30 entlang der Laserlinienerstreckung verfahren wird. Die so erfolgten Einzelmessungen von Teilen der Laserlinie können später zu
15 einer Gesamtmessung zusammengesetzt werden. Eine nicht gezeigte Steuervorrichtung kann das Koordinieren der Verfahrbewegung der Wagen 66 und des Strahlprofilmessgeräts 30 steuern.

20 Figur 6 zeigt eine gegenüber den Fig. 2 bis 5 alternative Ausführungsform einer Messvorrichtung 10, bei der die Trajektorie der Fahrbahn 62 nicht rechteckig und nicht geschlossen, sondern offen ist. Die Trajektorie ist hier im Wesentlichen U-förmig.

25

Figur 7 zeigt eine gegenüber den Fig. 2 bis 6 wiederum alternative Ausführungsform einer Messvorrichtung 10, bei der die Wagen 66 mit den Spiegeln 64 der Trimmvorrichtung 60 jeweils einzeln und senkrecht zur Linienerstreckung des
30 Laserlinienstrahls 1 bewegbar sind, nämlich unterhalb den Laserlinienstrahl 1 und vor den Eintrittsbereich 22 und von

dem Laserlinienstrahl 1 weg und aus dem Eintrittsbereich 22 heraus.

Figur 8 zeigt eine gegenüber den Fig. 2 bis 7 ebenfalls
5 alternative Ausführungsform einer Messvorrichtung 10, bei der die Wagen 66 mit den Spiegeln 64 der Trimmvorrichtung 60 jeweils einzeln und parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls 1 bewegbar sind, nämlich unterhalb den Laserlinienstrahl 1 und vor den Eintrittsbereich 22 und von
10 dem Laserlinienstrahl 1 weg und aus dem Eintrittsbereich 22 heraus. Die Spiegel 64, die hier beispielhaft in einer Anzahl von fünf gezeigt sind, sind damit nur in den gezeigten Bewegungsrichtungen 3 parallel zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls 1 bewegbar. Dies wird vorteilhafterweise
15 mit nur einer geringen Länge der Trimmvorrichtung 60 erzielt, indem drei rechts in der Fig. 8 gelegene Wagen 66, auf denen jeweils einer der Spiegel 64 ausgebildet ist, entlang der Bewegungsrichtungen 3 übereinander berührungsfrei bewegbar und übereinander anordenbar, quasi berührungsfrei stapelbar, sind.
20 Dazu weisen die hier beispielhaft ganz rechts und parallel zum Laserlinienstrahl 1 gelegenen drei Wagen 66 zusammen mit ihren Spiegeln 64 unterschiedliche Größen auf. Die Größen beziehen sich auf die Höhe der Wagen 66 senkrecht zur Linienerstreckung des Laserstrahls 1, wobei die Längen der Wagen 66 und/oder
25 Spiegel 64 jedoch gleich sein können. Die Wagen 66 weisen jeweils einen offenen Raum bzw. Hohlraum auf, in den hinein ein jeweils kleinerer Wagen 66 verfahren werden kann, sodass dieser zumindest teilweise unter dem jeweils größeren Wagen 66 versteckt wird.

30

Ein relativ kleinerer Wagen 66 kann in der Fig. 8 von links nach rechts jeweils unter einen benachbarten größeren Wagen 66

der drei rechten Wagen 66 verschoben werden. Anders herum können auch die größeren Wagen 66 über die kleineren Wagen verschoben werden. Dazu können die unterschiedlich großen Wagen 66 auf unterschiedlichen, parallel zueinander und
5 insbesondere parallel zu der Linienstreckung des Laserlinienstrahls 1 angeordneten Fahrbahnen (in Fig. 8 nicht explizit gezeigt) laufen. Ferner sind auch die beiden Wagen 66 links außen mit ihren Spiegeln 64 unterschiedlich groß ausgebildet, sodass auch der dortige kleinere Wagen 66 mit
10 seinem Spiegel 64 unterhalb den größeren Wagen 66 mit seinem Spiegel 64 verschoben werden kann.

Figur 9 zeigt schließlich schematisch ein Lasersystem 100 zum Erzeugen des Laserlinienstrahls 1. Das Lasersystem 100 weist
15 dabei zumindest eine Laserquelle 110 zum Emittieren zumindest eines Laserstrahls 4 auf. Ferner weist das Lasersystem 100 eine Laserumformungsvorrichtung 120 zum Umformen des von der Laserquelle 110 emittierten zumindest einen Laserstrahls 4 in
den Laserlinienstrahl 1 auf. Die Messvorrichtung 10 gemäß
20 einem der voranstehenden Ausführungsbeispiele dient in dem Lasersystem 100 dem Vermessen des erzeugten Laserlinienstrahls 1.

Patentansprüche

1. Messvorrichtung (10) zum Vermessen eines von einem
5 Lasersystem (100) erzeugten Laserlinienstrahls (1), wobei
die Messvorrichtung (10) aufweist:
- (a) eine Prozesskammer (20), die einen Eintrittsbereich
(22) zum Eintreten des Laserlinienstrahls (1) in die
Prozesskammer (20) aufweist,
 - 10 (b) ein Strahlprofilmessgerät (30), das in der
Prozesskammer (20) angeordnet ist und zum Vermessen
des durch den Eintrittsbereich (22) eintretenden
Laserlinienstrahls (1) eingerichtet ist, und
 - (c) eine Trimmvorrichtung (60) zum Trimmen des
15 Laserlinienstrahls (1) vor dem Eintreten in die
Prozesskammer (20),
- dadurch gekennzeichnet**, dass die Trimmvorrichtung (60)
eine Vielzahl von zumindest drei einzelnen und mittels
zumindest eines Antriebs bewegbaren Spiegeln (64) zum
20 Trimmen des Laserlinienstrahls (1) vor dem Eintreten in
die Prozesskammer (20) aufweist, wobei die einzelnen
Spiegel (64) zumindest abschnittsweise in zumindest einer
Bewegungsrichtung (3) relativ zu einer durch die
Messvorrichtung (10) vorgegebenen Linienerstreckung des
25 Laserlinienstrahls (1) bewegbar sind.
2. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die einzelnen
Spiegel (64) derart bewegbar sind, dass zwischen zwei der
Vielzahl von einzelnen Spiegeln (64) ein vorgegebener
30 Messspalt (L3) und/oder ein vorgegebener Bearbeitungsspalt
(L2) am Eintrittsbereich (22) verbleibt, durch den der

Laserlinienstrahl (1) in die Prozesskammer (20) eintreten kann.

3. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 2, wobei die
5 Messvorrichtung (10) eine Steuereinrichtung zum Steuern des Vermessens des Laserlinienstrahls (1) umfasst, wobei die Steuereinrichtung durch Steuern des zumindest einen Antriebs zum Bewegen der Spiegel (64) dazu eingerichtet ist, den vorgegebenen Messspalt (L3) in einer vorgegebenen
10 Messrichtung (2) relativ zur Linienerstreckung des Laserlinienstrahls (1) gegenüber einem Messbereich (32) des Strahlprofilmessgeräts (30) zu verschieben.
4. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der
15 vorgegebene Messspalt (L3) eine Länge im Bereich von 20 mm bis 100 mm aufweist und/oder der vorgegebene Bearbeitungsspalt (L2) eine Länge im Bereich von 1.200 mm bis 1.800 mm aufweist.
- 20 5. Messvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (10) zumindest vier, insbesondere zumindest fünf, einzelne Spiegel (64) umfasst.
- 25 6. Messvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die einzelnen Spiegel (64) jeweils eine Länge (L64) im Bereich von 40 mm bis 200 mm aufweisen.
7. Messvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden
30 Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (10) einen, insbesondere außerhalb der Prozesskammer (20) angeordneten, Strahlabsorber (40) aufweist, der dazu

eingerrichtet ist, den von den einzelnen Spiegeln (64) getrimmten und auf den Strahlabsorber (40) reflektierten Teil des Laserlinienstrahls (1) zu absorbieren.

- 5 8. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Messvorrichtung (10) eine vorgegebene Fahrbahn (62) aufweist, entlang welcher die einzelnen Spiegel (64) bewegbar sind, wobei sich die Fahrbahn (62) vorzugsweise zumindest abschnittsweise parallel zur
10 Linienerstreckung des Laserlinienstrahls (1) erstreckt.
9. Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeder der einzelnen Spiegel (64) jeweils auf einem Wagen (66) angeordnet ist, mittels dem der
15 jeweilige einzelne Spiegel (64) durch Verfahren des Wagens (66) bewegbar ist.
10. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 9, wobei die Wagen (66) auf zumindest einer durch eine Schiene gebildeten Fahrbahn
20 (62) verfahrbar angeordnet sind.
11. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 9 oder 10, wobei benachbarte Wagen (66) miteinander verbunden sind und gemeinsam miteinander verfahrbar sind.
25
12. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 11, wobei die benachbarten Wagen mittels Gelenklagern (68) miteinander verbunden sind, die dazu eingerichtet sind, beim Verfahren der Wagen (66) einen Mindestabstand zwischen den einzelnen
30 Wagen (66) sicherzustellen.

13. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die gemeinsame Fahrbahn (62) eine geschlossene Trajektorie oder eine im Wesentlichen U-förmige Trajektorie aufweist.
- 5 14. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die einzelnen Spiegel (64) voneinander unabhängig bewegbar sind und/oder jeweils entlang separater Trajektorien bewegbar sind.
- 10 15. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei zumindest einer der Spiegel (64) in der Bewegungsrichtung (3) über zumindest einem anderen der Spiegel (64) bewegbar und anordenbar ist.
- 15 16. Messvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die einzelnen Spiegel (64) zumindest abschnittsweise in zumindest einer Bewegungsrichtung (3) quer zu einer durch die Messvorrichtung (10) vorgegebenen Linienerstreckung des Laserlinienstrahls (1) bewegbar
20 sind.
17. Lasersystem (100) zum Erzeugen eines Laserlinienstrahls (1), wobei das Lasersystem (100) zumindest eine Laserquelle (110) zum Emittieren zumindest eines
25 Laserstrahls (4), eine Laserumformungsvorrichtung (120) zum Umformen des von der zumindest einen Laserquelle (110) emittierten zumindest einen Laserstrahls (4) in den Laserlinienstrahl (1) und eine Messvorrichtung (10) zum Vermessen des erzeugten Laserlinienstrahls (1) nach einem
30 der voranstehenden Ansprüche umfasst.

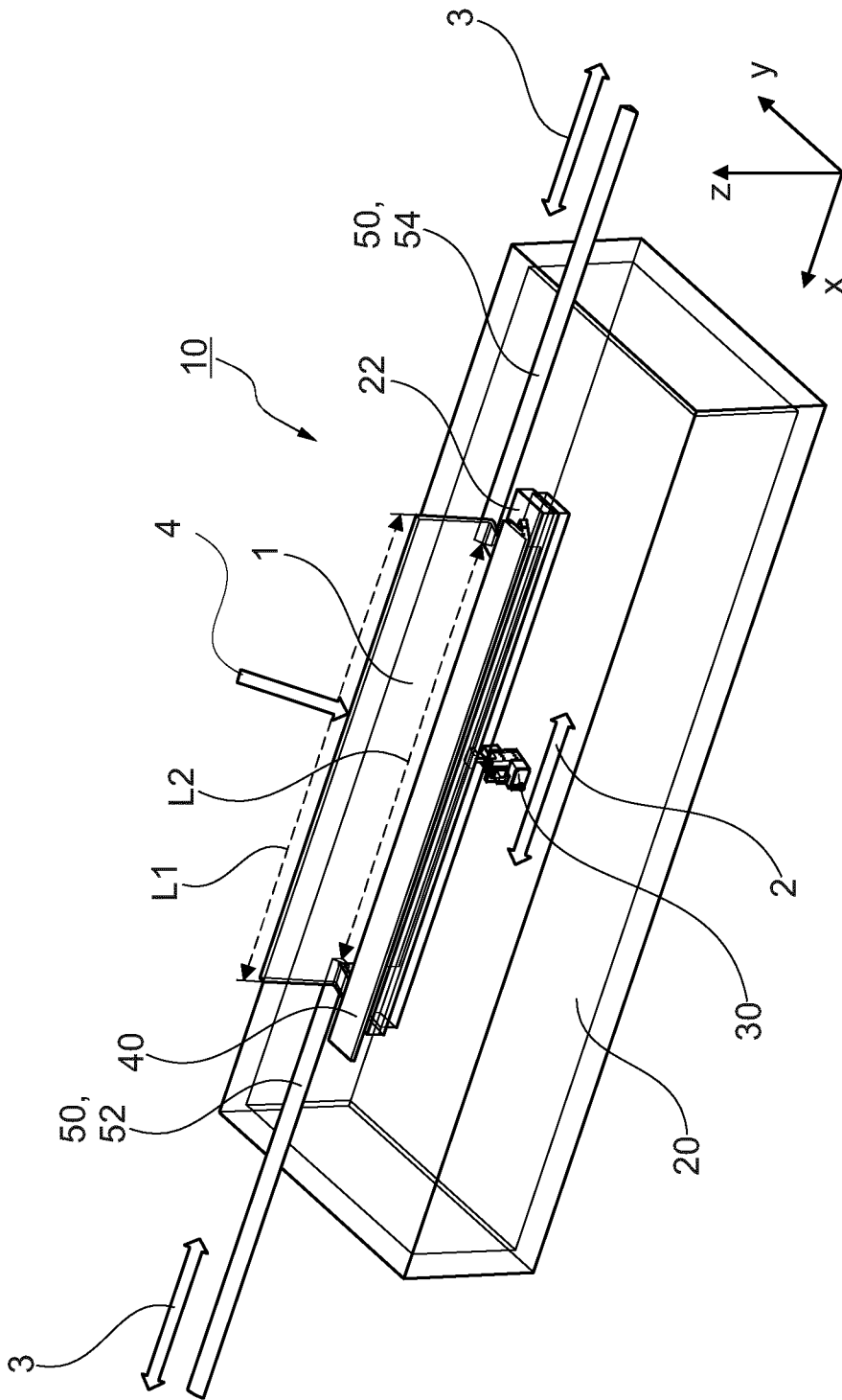


Fig. 1

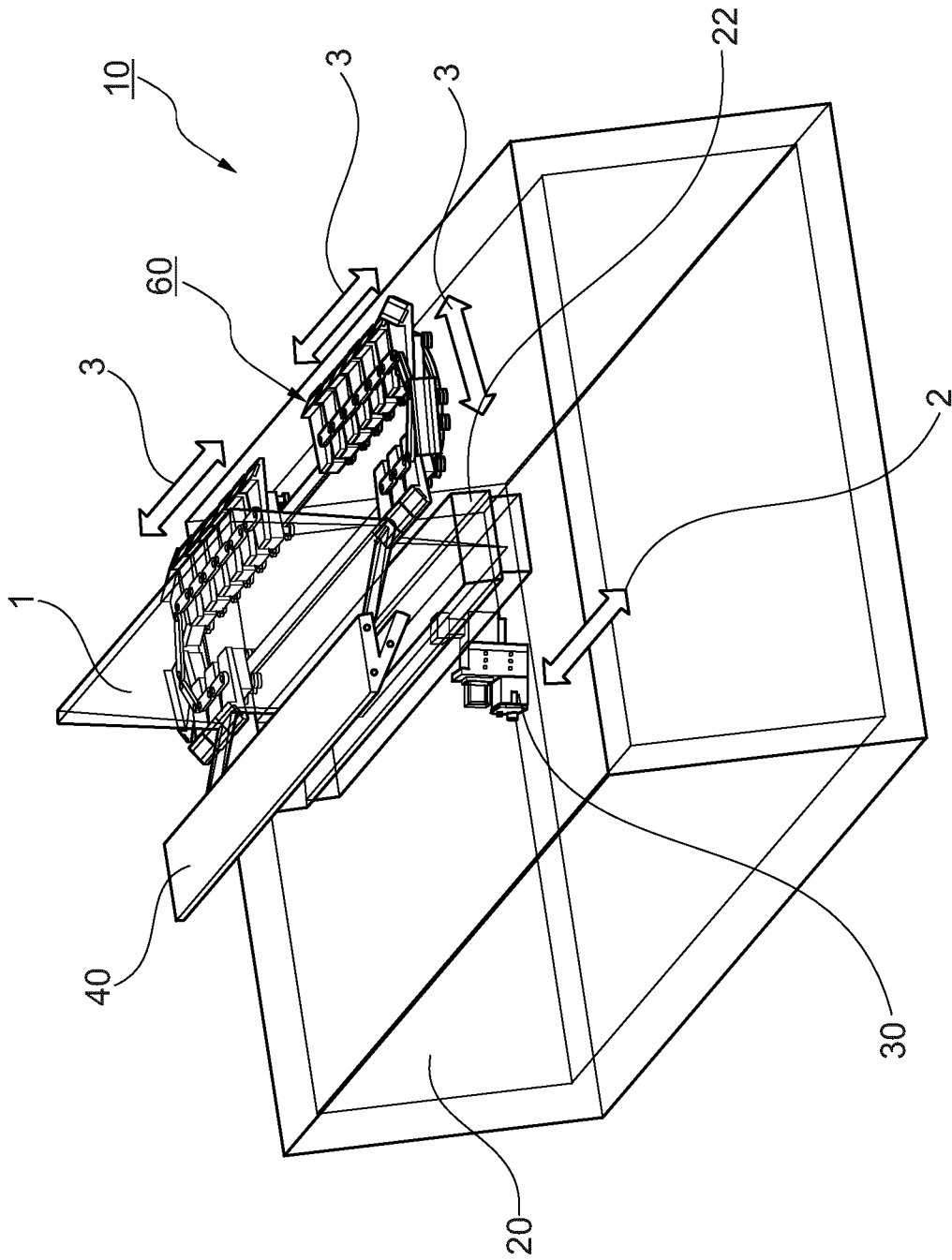


Fig. 3

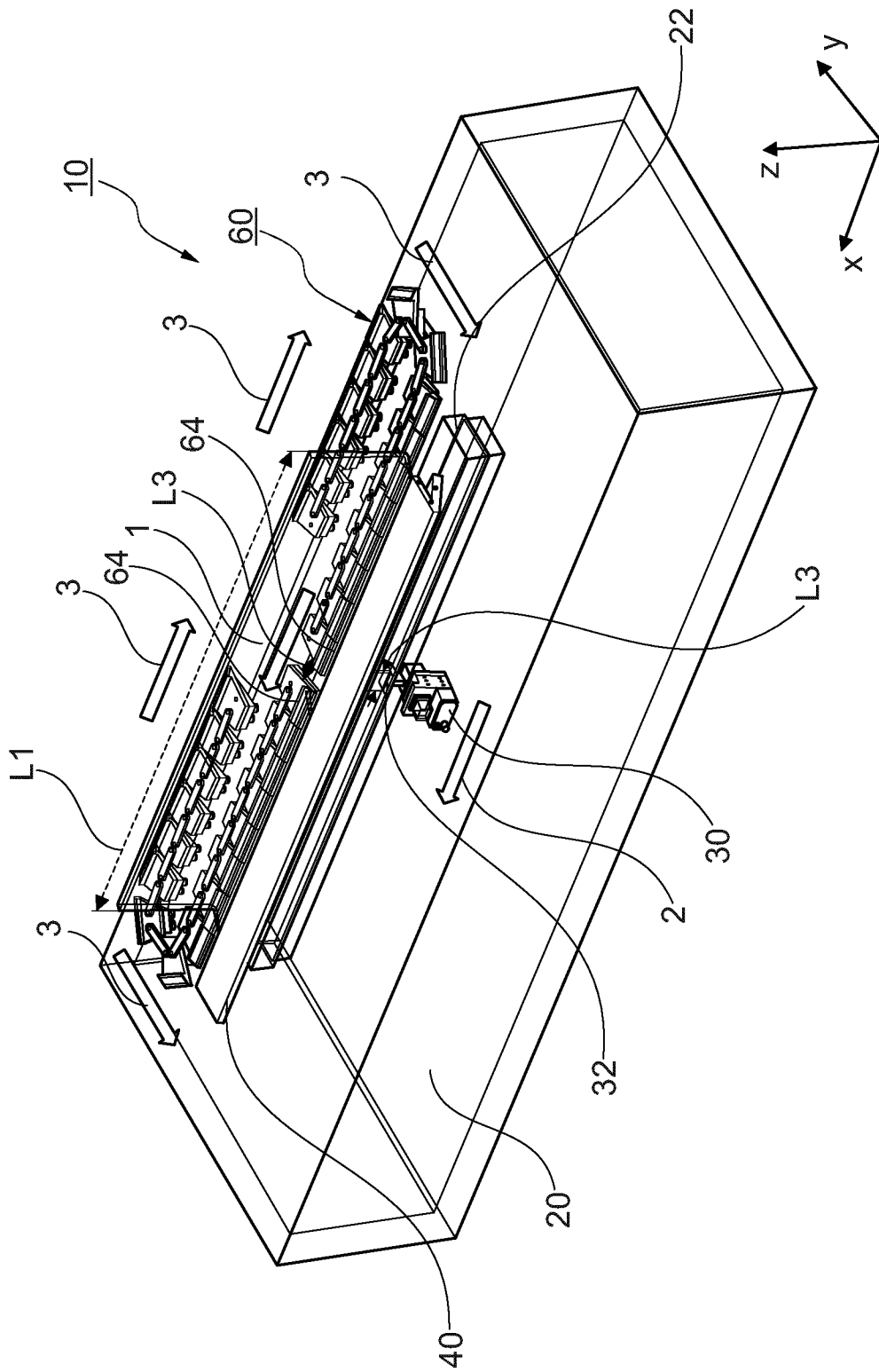


Fig. 4

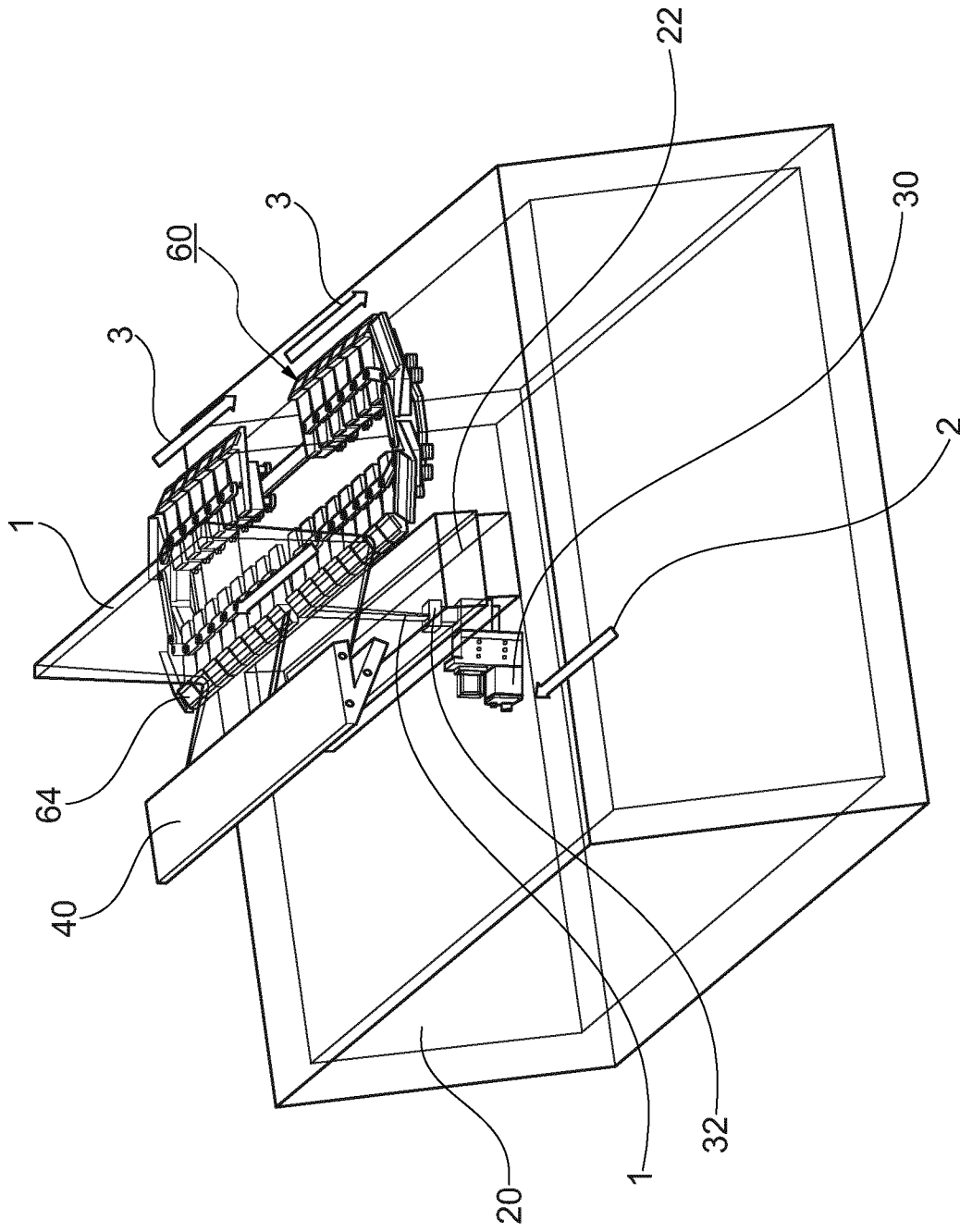


Fig. 5

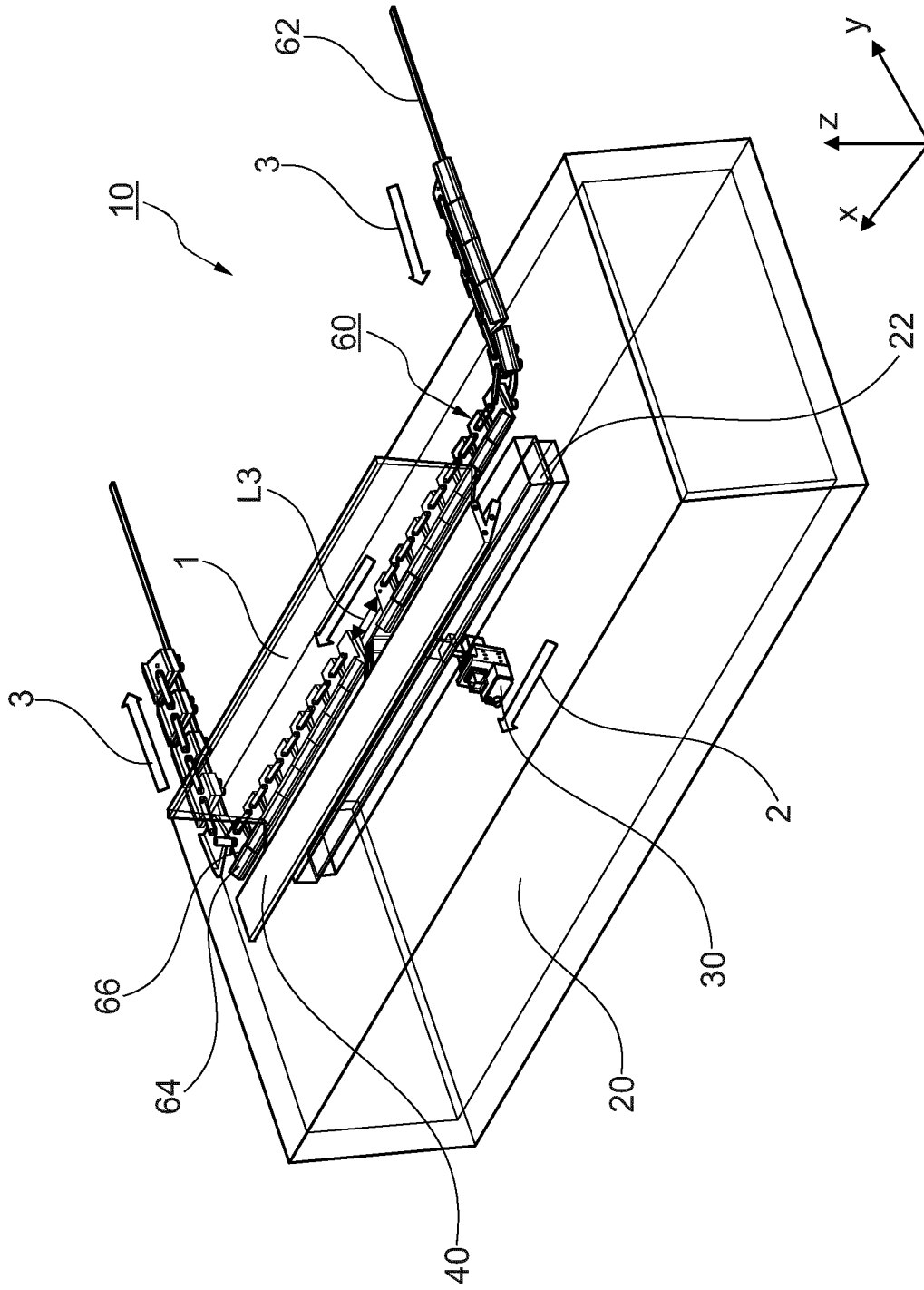


Fig. 6

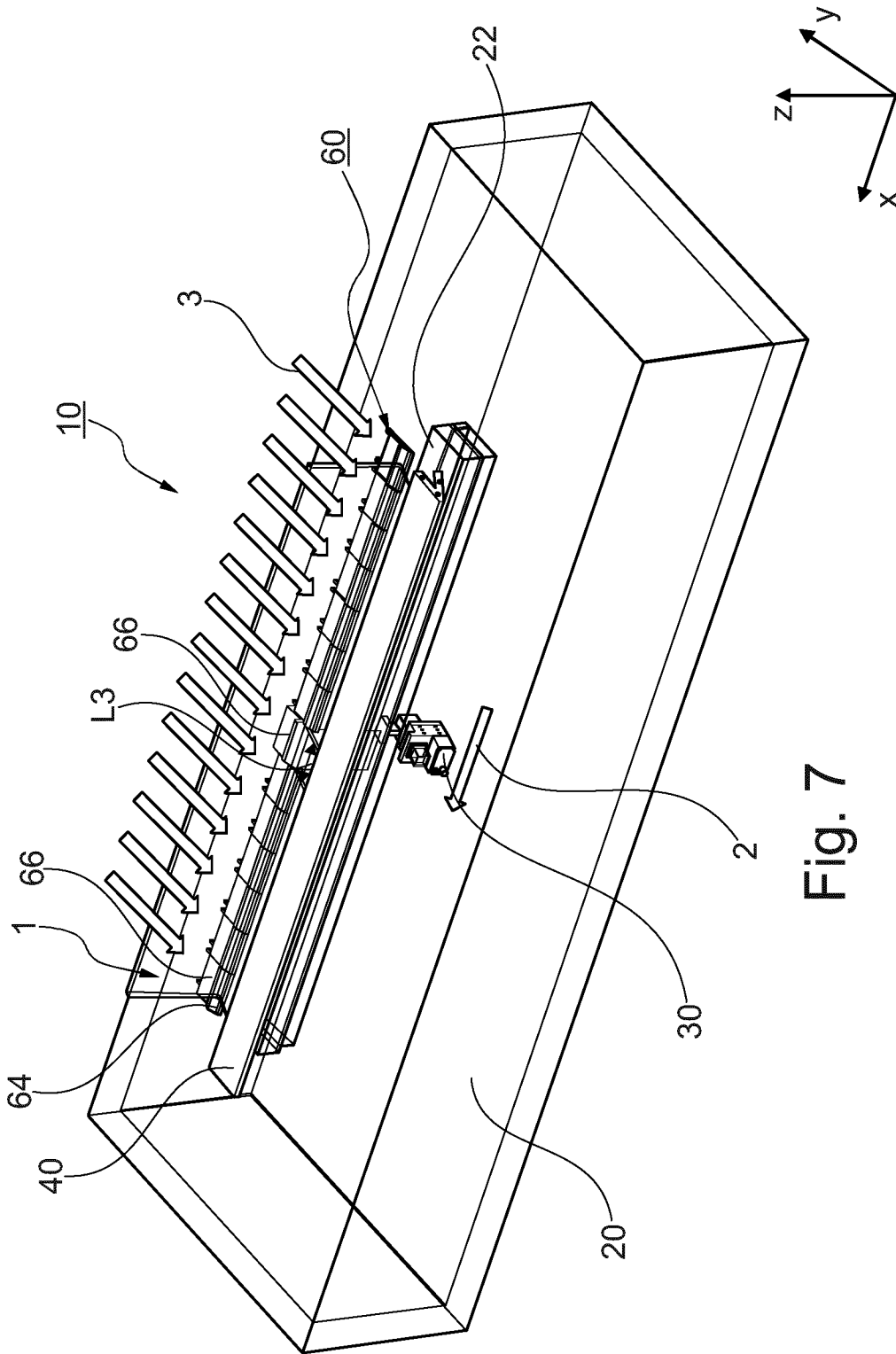


Fig. 7

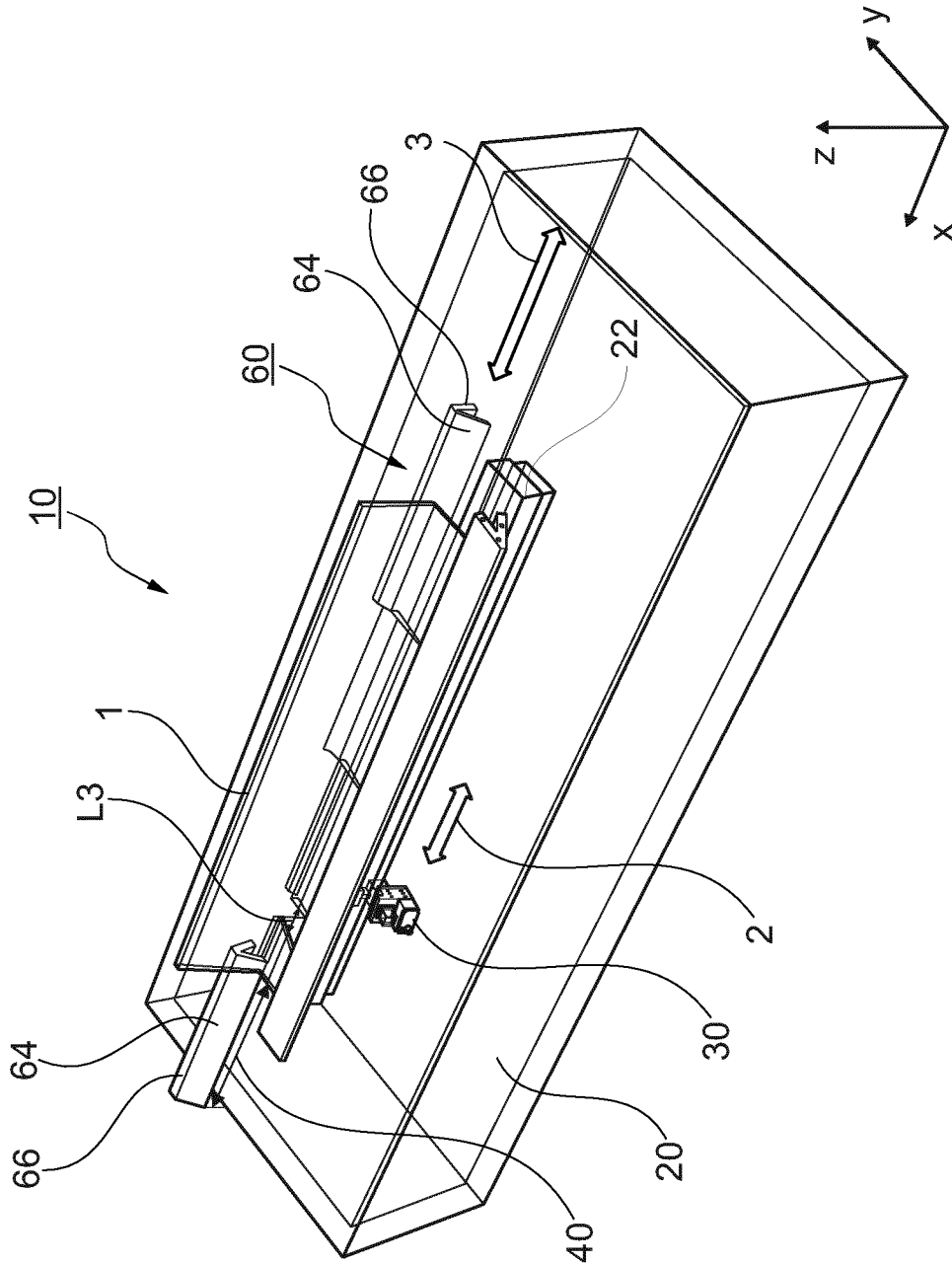


Fig. 8

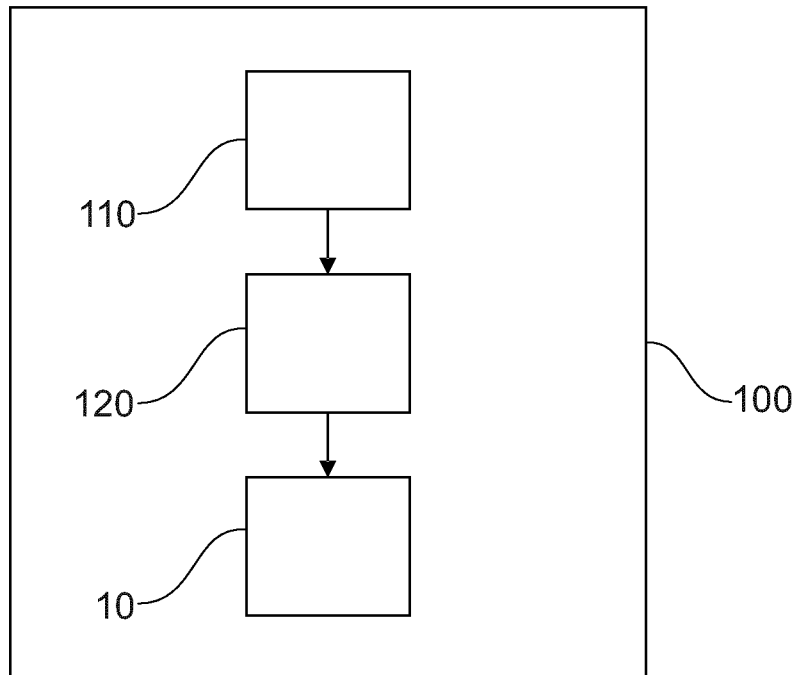


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/061259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01J 1/42 (2006.01)i; B23K 26/70 (2014.01)i; B23K 26/06 (2014.01)i; G02B 27/09 (2006.01)i		
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) G01J; 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008053459 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 06 March 2008 (2008-03-06) the whole document	1-17
A	CN 103170736 B (AP SYSTEMS INC; SAMSUNG DISPLAY CO LTD) 18 March 2015 (2015-03-18) the whole document	1-17
A	KR 101164524 B1 (AP SYSTEMS INC [KR]) 10 July 2012 (2012-07-10) the whole document	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 June 2023		Date of mailing of the international search report 10 July 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Passier, Martinus Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/061259

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2008053459	A	06 March 2008	NONE			

CN	103170736	B	18 March 2015	CN	103170736	A	26 June 2013
				JP	5490210	B2	14 May 2014
				JP	2013131750	A	04 July 2013
				KR	20130071286	A	28 June 2013
				TW	201341098	A	16 October 2013

KR	101164524	B1	10 July 2012	CN	102151983	A	17 August 2011
				KR	20110071591	A	29 June 2011
				TW	201121687	A	01 July 2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/061259

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01J1/42 B23K26/70 B23K26/06 G02B27/09 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01J 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2008 053459 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 6. März 2008 (2008-03-06) das ganze Dokument -----	1-17
A	CN 103 170 736 B (AP SYSTEMS INC; SAMSUNG DISPLAY CO LTD) 18. März 2015 (2015-03-18) das ganze Dokument -----	1-17
A	KR 101 164 524 B1 (AP SYSTEMS INC [KR]) 10. Juli 2012 (2012-07-10) das ganze Dokument -----	1-17
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 30. Juni 2023		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 10/07/2023
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 Passier, Martinus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/061259

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2008053459 A	06-03-2008	KEINE	

CN 103170736 B	18-03-2015	CN 103170736 A	26-06-2013
		JP 5490210 B2	14-05-2014
		JP 2013131750 A	04-07-2013
		KR 20130071286 A	28-06-2013
		TW 201341098 A	16-10-2013

KR 101164524 B1	10-07-2012	CN 102151983 A	17-08-2011
		KR 20110071591 A	29-06-2011
		TW 201121687 A	01-07-2011
