



(10) **DE 10 2008 010 407 B4** 2016.10.13

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 010 407.8**  
(22) Anmeldetag: **21.02.2008**  
(43) Offenlegungstag: **28.08.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **13.10.2016**

(51) Int Cl.: **G03B 21/00 (2006.01)**  
**G03B 21/14 (2006.01)**  
**G02B 26/10 (2006.01)**

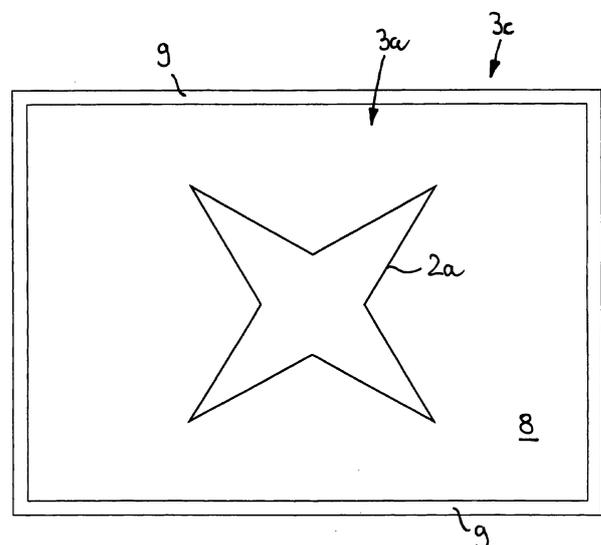
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz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

(66) Innere Priorität: <b>10 2007 009 579.3 26.02.2007</b>	(72) Erfinder: <b>Zimmermann, Kurt-Michael, Dipl.-Wirt.-Ing., 79100 Freiburg, DE</b>
(73) Patentinhaber: <b>Z-Laser Optoelektronik GmbH, 79100 Freiburg, DE</b>	(56) Ermittelter Stand der Technik: <b>DE 196 40 404 A1</b> <b>US 2005 / 0 035 943 A1</b>
(74) Vertreter: <b>Huwer, Andreas, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 79100 Freiburg, DE</b>	

(54) Bezeichnung: **Verfahren und eine Vorrichtung zum Projizieren einer optischen Projektion auf eine Projektionsfläche**

1

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Projizieren wenigstens einer ersten optischen Projektion (2a) auf eine erste Projektionsfläche (3a), wobei ein die erste Projektionsfläche (3a) aufweisender und/oder diese umgrenzender Überwachungsbereich (3c) mit Hilfe wenigstens eines für das menschliche Auge ungefährlichen Arbeitslaserstrahls (5) abgetastet wird, indem der wenigstens eine Arbeitslaserstrahl (5) an unterschiedlichen, in dem Überwachungsbereich (3c) befindlichen Abtaststellen positioniert und mindestens ein Messsignal für das von den Abtaststellen reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls (5) erfasst wird, wobei das mindestens ein Messsignal mit wenigstens einem Referenzsignal verglichen wird, und wobei die erste optische Projektion (2a) in Abhängigkeit von dem Ergebnis dieses Vergleichs mittels eines eine größere Strahlleistung als der Arbeitslaserstrahl (5) aufweisenden Projektionslaserstrahls (7) auf die erste Projektionsfläche (3a) projiziert wird, dadurch gekennzeichnet, dass mit Hilfe des wenigstens einen Arbeitslaserstrahls (5) mindestens eine zweite optische Projektion (2b) auf eine außerhalb des Überwachungsbereichs (3c) befindliche zweite Projektionsfläche (3b) projiziert wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 12, zum Projizieren wenigstens einer optischen Projektion auf mindestens eine Projektionsfläche.

**[0002]** Aus der DE 196 40 404 A1 und der US 2005/0035943 A1 ist jeweils ein Verfahren zum Projizieren einer optischen Projektion auf eine Projektionsfläche bekannt, bei dem ein die Projektionsfläche aufweisender und/oder diese umgrenzender Überwachungsbereich mit Hilfe wenigstens eines für das menschliche Auge ungefährlichen Arbeitslaserstrahls abgetastet wird, indem der wenigstens eine Arbeitslaserstrahl an unterschiedlichen, in dem Überwachungsbereich befindlichen Abtaststellen positioniert und ein Messsignal für das von den Abtaststellen reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls erfasst wird. Das Messsignal wird mit einem Referenzsignal verglichen. Die optische Projektion wird in Abhängigkeit von dem Ergebnis dieses Vergleichs mittels eines Projektionslaserstrahls, der eine größere Strahlleistung als der Arbeitslaserstrahl aufweist, auf die erste Projektionsfläche projiziert.

**[0003]** Außerdem ist aus diesen Druckschriften jeweils eine Vorrichtung zum Projizieren wenigstens einer optischen Projektion auf mindestens eine Projektionsfläche bekannt, die eine Projektionseinrichtung aufweist, mittels der ein für das menschliche Auge ungefährlicher Arbeitslaserstrahl und ein Projektionslaserstrahl erzeugbar sind, dessen Strahlleistung größer ist als die des Arbeitslaserstrahls. Die Vorrichtung hat eine Positioniereinrichtung, mit welcher der Arbeitslaserstrahl und der Projektionslaserstrahl positionierbar sind. Die Vorrichtung umfasst eine Messeinrichtung zur Erfassung eines Messsignals für das von einem die Projektionsfläche aufweisenden und/oder diese umgrenzenden Überwachungsbereich reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls, eine mit der Messeinrichtung verbundene Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Messsignals mit einem Referenzsignal und eine mit der Vergleichseinrichtung in Steuerverbindung stehenden Freigabeeinrichtung für den Projektionslaserstrahl. Die DE 196 40 404 A1 offenbart ferner einen Bildspeicher, in dem Bilddaten für eine auf die erste Projektionsfläche zu projizierende erste optische Projektion ablegbar sind. Eine Ansteuereinrichtung steht derart mit dem ersten Bildspeicher, der Positioniereinrichtung und der Projektionseinrichtung in Steuerverbindung, dass die erste optische Projektion mittels des Projektionslaserstrahls auf die erste Projektionsfläche projizierbar ist, wenn die Freigabeeinrichtung den Projektionslaserstrahl freigibt.

**[0004]** Eine Vorrichtung zum Projizieren einer zweidimensionalen optischen Projektion ist ferner aus

US 2001/0005262 A1 bekannt. Sie hat einen ersten Laser zum Erzeugen eines für das menschliche Auge ungefährlichen Arbeitslaserstrahls und einen zweiten Laser zum Erzeugen eines Projektionslaserstrahls, der eine größere Strahlleistung als der Arbeitslaserstrahl aufweist. Der Projektionslaserstrahl ist mit Hilfe einer Positioniereinrichtung an unterschiedlichen Stellen einer an einer Leinwand angeordneten Projektionsfläche positionierbar. Der Arbeitslaserstrahl ist an unterschiedlichen Stellen eines die Projektionsfläche umgrenzenden Überwachungsbereichs positionierbar. Zur Erfassung eines Messsignals für das von dem Überwachungsbereich reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls ist eine Messeinrichtung vorgesehen. Die Messeinrichtung ist zum Vergleichen des Messsignals mit wenigstens einem Referenzsignal mit einer Vergleichseinrichtung verbunden. Die Vergleichseinrichtung steht mit einer Freigabeeinrichtung für den zweiten Laser derart in Steuerverbindung, dass die optische Projektion mittels des Projektionslaserstrahls auf die Projektionsfläche projizierbar ist, wenn die Freigabeeinrichtung den Projektionslaserstrahl freigibt. Wenn sich in dem Überwachungsbereich eine Person aufhält, weicht das Messsignal von dem Referenzsignal ab und der Projektionslaserstrahl wird gesperrt. Somit wird die Gefahr, dass die Augen der Person durch den Projektionslaserstrahl geschädigt werden, vermieden. Die vorbekannten Vorrichtungen haben jedoch den Nachteil, dass sie nur relativ schlecht genutzt werden können.

**[0005]** Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine bessere Nutzung ermöglicht.

**[0006]** Diese Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0007]** Bei dem Verfahren wird zunächst der Überwachungsbereich mit Hilfe des für das menschliche Auge ungefährlichen Arbeitslaserstrahls vermessen. Dabei werden die Strahlleistung und die Positioniergeschwindigkeit des Arbeitslaserstrahls vorzugsweise derart gewählt, dass die mittlere, auf eine 7 mm-Apertur bezogene Leistungsdichte des Arbeitslaserstrahls den für die Laserklasse 2M (Europäische Union) oder 3A (Vereinigte Staaten von Amerika) vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet. Das so erhaltene Messsignal wird mit dem Referenzsignal verglichen und der für das menschliche Auge gefährliche Projektionslaserstrahl wird nur dann erzeugt bzw. ausgesendet, wenn das Messsignal ausreichend mit dem Referenzsignal übereinstimmt und somit sichergestellt ist, dass ein die erste Projektionsfläche aufweisender Projektionsgegenstand, wie z. B. eine Leinwand und/oder eine Gebäudewand, in dem Überwachungsbereich angeordnet ist, und dass sich in dem Überwachungsbereich außerdem keine Person aufhält. Zusätzlich zu der ersten Projektionsfläche ist eine zweite Projektionsfläche vor-

gesehen, die außerhalb des Überwachungsbereichs, beispielsweise auf dem Projektionsgegenstand und/oder einem weiteren Projektionsgegenstand, angeordnet ist. Mit Hilfe des Arbeitslaserstrahls wird auf die zweite Projektionsfläche eine zweite optische Projektion projiziert, wenn der Arbeitslaserstrahl gerade nicht für die Überprüfung des Überwachungsbereichs benötigt wird. In vorteilhafter Weise kann der Arbeitslaserstrahl dann doppelt genutzt werden, nämlich einerseits zum Abtasten des Überwachungsbereichs und andererseits zum Projizieren der zweiten optischen Projektion. Die zweite Projektionsfläche kann auf demselben Projektionsgegenstand wie die erste Projektionsfläche und/oder auf mindestens einem weiteren Projektionsgegenstand angeordnet sein. Die zweite Projektionsfläche kann beispielsweise auf einem Boden einer Messehalle vorgesehen sein, auf dem Stellen, an denen Gegenstände, wie z. B. Messestände, angeordnet werden sollen, optisch markiert werden. Da die Strahlleistung des Arbeitslaserstrahls für das menschliche Auge ungefährlich ist, brauchen beim Projizieren der zweiten optischen Projektionen keine besonderen Sicherheitsvorkehrungen getroffen zu werden.

**[0008]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden der Arbeitslaserstrahl und der Projektionslaserstrahl mit Hilfe von unterschiedlichen Lasern erzeugt. Dabei weist der zum Erzeugen des Arbeitslaserstrahls vorgesehene Laser bevorzugt eine geringere Nenn-Strahlleistung auf als der für den Projektionslaserstrahl vorgesehene Laser. Die Betriebsdauer und somit der Verschleiß an dem relativ teuren, die größere Nenn-Strahlleistung aufweisenden Laser reduziert sich dann entsprechend.

**[0009]** Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird der Arbeitslaserstrahl durch Abschwächung des Projektionslaserstrahls erzeugt. Dadurch kann ein separater, zum Erzeugen des Arbeitslaserstrahls vorgesehener Laser eingespart werden.

**[0010]** Die Vorrichtung kann eine elektronische Modulationseinrichtung für den zweiten Laser aufweisen. Auch dadurch ist es möglich, sowohl den Projektionslaserstrahl als auch den Arbeitslaserstrahl mit Hilfe eines einzigen Lasers zu erzeugen.

**[0011]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform werden ein die erste Projektionsfläche aufweisender Projektionsgegenstand und eine zur Aussendung des Arbeitslaserstrahls vorgesehene Projektionseinrichtung in eine vorbestimmte Solllage relativ zueinander gebracht, wobei dann der Projektionsgegenstand in dem Überwachungsbereich mit Hilfe des Arbeitslaserstrahls an den Abtaststellen abgetastet wird, wobei mindestens ein Messsignal für das von den Abtaststellen reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls erfasst wird, und wobei dieses Messsignal als Referenzsignal gespeichert wird. Das Referenzsignal

kann also auf einfache Weise gemessen werden. Dabei ist es sogar möglich, den Überwachungsbereich wiederholt abzutasten, bei jeder Abtastung ein Messsignal zu erfassen, die Messsignale zu filtern und das gefilterte Messsignal als Referenzsignal zu speichern. Bei der Filterung kann insbesondere der Mittelwert aus mehreren Messsignalen gebildet werden, um Rauschen oder dergleichen Messfehler zu kompensieren. Ferner besteht die Möglichkeit, aus dem Messsignal Kenngrößen zu ermitteln und diese als Referenzsignal abzuspeichern. Der Arbeitslaserstrahl kann auch mit Hilfe einer Modulationsvorrichtung derart moduliert werden, dass er von Störsignalen unterschieden werden kann.

**[0012]** Zweckmäßigerweise wird der Arbeitslaserstrahl zum Positionieren auf den Projektionsflächen und/oder der Projektionslaserstrahl zum Positionieren auf der ersten Projektionsfläche abgelenkt. Eine solche Ablenkung kann mit Hilfe mindestens eines verschwenkbaren Ablenkspiegels, eines akustooptischen Modulators und/oder einer geeigneten anderen Ablenkeinrichtung auf einfache Weise realisiert werden.

**[0013]** Vorteilhaft ist, wenn die Abtaststellen auf einem die erste Projektionsfläche umgrenzenden Bereich des Projektionsgegenstands angeordnet sind. Die korrekte Lage des Projektionsgegenstands und somit der Projektionsfläche kann dann noch schneller überprüft werden.

**[0014]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt das Abtasten des Projektionsgegenstands während der Projektionslaserstrahl auf die Projektionsfläche projiziert wird. Dabei wird mit Hilfe des Arbeitslaserstrahls bevorzugt ein die optische Projektion umgrenzender Bereich des Projektionsgegenstands abgetastet, beispielsweise indem der Arbeitslaserstrahl um die mit Hilfe des Projektionslasers erzeugte optische Projektion herumscannt.

**[0015]** Vorteilhaft ist auch ein Verfahren, bei dem der Arbeitslaserstrahl und der Projektionslaserstrahl in derselben Spur über die erste Projektionsfläche geführt werden, wobei der Arbeitslaserstrahl dem Projektionslaserstrahl vorausseilt. Dabei wird der Abstand zwischen dem Arbeitslaserstrahl dem Projektionslaserstrahl vorzugsweise so groß gewählt, dass beim Auftreten einer unzulässig großen Abweichung zwischen dem Messsignal und dem Referenzsignal der Projektionslaserstrahl abgeschaltet werden, bevor er die Stelle erreicht, an der die Abweichung zwischen dem Messsignal und dem Referenzsignal aufgetreten ist.

**[0016]** Vorteilhaft ist, wenn mindestens zwei erste Projektionsflächen aneinander angrenzen, wenn für jede dieser Projektionsflächen jeweils ein Projektionslaserstrahl erzeugt wird, wenn sich die erste op-

tische Projektion über mindestens zwei der ersten Projektionsflächen erstreckt, wenn die erste optische Projektion in Projektionsbereiche unterteilt wird, die jeweils innerhalb einer ersten Projektionsfläche angeordnet sind, und wenn die einzelnen Projektionsbereiche jeweils mit dem der betreffenden Projektionsfläche zugeordneten Projektionslaserstrahl auf diese projiziert werden. Dadurch ist es möglich, nahezu beliebig große optische Projektionen sicher und mit großer Präzision auf eine Projektionsflächen zu projizieren.

**[0017]** Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung wird der Überwachungsbereich in Teilbereiche unterteilt, wobei für jeden Teilbereich jeweils ein Arbeitslaserstrahl erzeugt wird, und wobei die einzelnen Teilbereiche jeweils mit dem ihnen zugeordneten Arbeitslaserstrahl abgetastet werden. Dadurch können nahezu beliebig große Überwachungsbereiche zuverlässig mit mehreren Arbeitslaserstrahlen überwacht werden.

**[0018]** Die vorstehend genannte Aufgabe wird bezüglich der Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst: Der für das menschliche Auge gefährliche Projektionslaserstrahl wird von der Freigabeeinrichtung nur dann freigegeben, wenn das Messsignal im Wesentlichen mit dem Referenzsignal übereinstimmt und somit sichergestellt ist, dass ein die erste Projektionsfläche aufweisender Projektionsgegenstand in einer vorbestimmten Lage relativ zur Projektionseinrichtung angeordnet ist. Zweckmäßigerweise werden die vorbestimmte Lage des Projektionsgegenstand relativ zur Projektionseinrichtung und das Raumsegment, in welches der Projektionslaser abstrahlen kann, bei der Erstinbetriebnahme der Vorrichtung beispielsweise durch einen Laserschutzbeauftragten so festgelegt, dass sich im Abstrahlbereich des Projektionslasers keine Personen aufhalten können, beispielsweise weil der Abstrahlbereich in ausreichender Höhe über dem Erdboden angeordnet ist. Bei der Erstinbetriebnahme kann das Referenzsignal mit Hilfe der Messeinrichtung erfasst und in einem nicht flüchtigen Datenspeicher, wie zum Beispiel einem EEPROM oder einer Festplatte, abgelegt werden. Nachdem die Erstinbetriebnahme abgeschlossen ist und die ordnungsgemäße Funktion der Vorrichtung überprüft wurde, kann die Vorrichtung gefahrlos unbeaufsichtigt betrieben werden. Die Projektionseinrichtung und die Projektionsfläche können in relativ großer Entfernung zueinander angeordnet sein, beispielsweise im Abstand von 20 bis 50 m. Sollte sich die Lage der Projektionsfläche, die beispielsweise eine Leinwand sein kann, relativ zur Projektionseinrichtung verändern, wird der Projektionslaserstrahl gesperrt. In vorteilhafter Weise können der für das menschliche Auge ungefährliche Arbeitslaserstrahl und die für dessen Ablenkung benötigten Vorrichtungskomponenten auch dann zum optischen

Projizieren genutzt werden, wenn mit dem stärkeren Projektionslaserstrahl keine Projektion erzeugt wird.

**[0019]** Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Projektionseinrichtung zum Erzeugen des Arbeitslaserstrahls und zum Erzeugen des Projektionslaserstrahls separate Laser unterschiedlicher Strahlleistung auf, wobei die Positioniereinrichtung im Strahlengang beider Laser angeordnet ist. Das kann dadurch erreicht werden, dass beide Laserstrahlen über dasselbe Prisma zu der Positioniereinrichtung geleitet werden. Somit dann die Positioniereinrichtung wahl- oder wechselweise für den einen oder den anderen Laser genutzt werden.

**[0020]** Zweckmäßigerweise ist die erste Projektionsfläche von einem für den Arbeitslaserstrahl reflektierenden, in dem Überwachungsbereich angeordneten Randstreifen umgrenzt und/oder weist einen solchen Randstreifen auf. Wenn die erste Projektionsfläche mit Hilfe des Arbeitslaserstrahls abgetastet wird, wird dieser am Rand der ersten Projektionsfläche stärker reflektiert als an den übrigen Stellen der ersten Projektionsfläche. Mit Hilfe des Messsignals für die zurückreflektierte Strahlung des Arbeitslaserstrahls und der bekannten Position des Arbeitslaserstrahls im Raum lässt sich dann die Lage des Randstreifens und somit die der ersten Projektionsfläche relativ zur Projektionseinrichtung ermitteln. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass die gesamte erste Projektionsfläche für den Arbeitslaserstrahl reflektierend ist.

**[0021]** Vorteilhaft ist, wenn die erste Projektionsfläche durch die Oberfläche einer vorzugsweise teilweise transparenten Folie gebildet ist. Diese kann beispielsweise an einer Gebäudedecke aufgehängt sein, z. B. in einer Messehalle, einem Kongressgebäude, einem Theater oder einer überdachten Fußgängerzone. Die Folie erstreckt sich bevorzugt im Wesentlichen in einer horizontalen oder vertikalen Ebene.

**[0022]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Vorrichtung mehrere der Anordnungen, bestehend zumindest aus der Projektionseinrichtung, der Positioniereinrichtung, der Messeinrichtung, der Vergleichseinrichtung und der Freigabeeinrichtung auf, wobei diese Anordnungen unterschiedlichen Teilbereichen der Projektionsfläche zugeordnet sind. Die optische Projektion kann dann aus mehreren Teilprojektionen zusammengesetzt werden, wobei jede Teilprojektion mittels einer separaten Projektionseinrichtung projiziert wird. Die einzelnen Projektionseinrichtungen sind dabei vorzugsweise voneinander beabstandet. Insbesondere können mehrere der Projektionseinrichtungen matrixförmig in einer Reihe oder in mehreren nebeneinander verlaufenden Reihen angeordnet sein, um die optische Pro-

jektion auf eine entsprechend große Projektionsfläche mit großer Genauigkeit projizieren zu können.

**[0023]** Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

**[0024]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Projizieren einer optischen Projektion auf eine Projektionsfläche,

**[0025]** Fig. 2 eine als Projektionsfläche dienende Reflektorfolie, an der die Vorrichtung angeordnet ist,

**[0026]** Fig. 3 eine Vorrichtung, die optische Markierungen auf einen Hallenboden projiziert,

**[0027]** Fig. 4 eine Seitenansicht mehrerer nebeneinander angeordneter Projektoren, die eine optische Abbildung auf ein Sonnensegel projizieren und

**[0028]** Fig. 5 eine Aufsicht auf die Vorrichtungen und das Sonnensegel.

**[0029]** Eine in Fig. 1 im Ganzen mit **1** bezeichnete Vorrichtung zum Projizieren von optischen Projektionen **2a**, **2b** auf eine erste Projektionsfläche **3a** und eine zweite Projektionsfläche **3b** hat einen ersten Laser **4** zum Erzeugen eines Arbeitslaserstrahls **5** und einen zweiten Laser **6** zum Erzeugen eines Projektionslaserstrahls **7**.

**[0030]** In Fig. 2 ist erkennbar, dass die erste Projektionsfläche **3a** durch die Oberfläche eines Projektionsgegenstands, wie z. B. einer Folie **8** gebildet ist, welche Oberfläche sich im Wesentlichen in einer Vertikalebene erstreckt. Die Folie **8** kann z. B. an Fäden oder Seilen an einer Gebäudedecke aufgehängt sein. Die erste Projektionsfläche **3a** ist von einem Randstreifen **9** umgrenzt, der den Arbeitslaserstrahl besser reflektiert als der von dem Randstreifen **9** umgrenzte Zentralbereich der ersten Projektionsfläche **3a**. Der Randstreifen ist in einem Überwachungsbereich **3c** angeordnet, der die erste Projektionsfläche **3a** aufweist und/oder umgrenzt. Die zweite Projektionsfläche **3b** ist auf einem Hallenboden angeordnet (Fig. 3), der sich unterhalb der ersten Projektionsfläche **3a** befindet.

**[0031]** Im Strahlengang des Arbeitslaserstrahls **5** und des Projektionslaserstrahls **7** ist ein Prisma **10** angeordnet, über das wahl- oder wechselweise der Arbeitslaserstrahl **5** oder der Projektionslaserstrahl **7** zu einer Positioniereinrichtung **11** geleitet werden kann. Zwischen dem ersten Laser **4** und dem Prisma **10** ist eine ortsfeste Ablenkoptik **12** vorgesehen, die den von dem ersten Laser **4** kommenden Arbeitslaserstrahl zum Prisma **10** weiterleitet.

**[0032]** Die Positioniereinrichtung **11** hat zwei Ablenkspiegel **13a**, **13b**, die um quer zueinander verlaufende Achsen verschwenkbar gelagert sind. Jeder Ablenkspiegel **13a**, **13b** ist mittels eines Positionierantriebs **14a**, **14b** in unterschiedlichen Schwenklagen positionierbar. Mit Hilfe der Positioniereinrichtung **11** können der Arbeitslaserstrahl **5** auf beiden Projektionsflächen **3a**, **3b** und der Projektionslaserstrahl **7** auf der ersten Projektionsfläche **3a** frei positioniert werden.

**[0033]** Der erste Laser **4** ist in die Laserklasse 2M (EU) bzw. 3A (USA) eingestuft, d. h. die mittlere, auf eine der Pupille des menschlichen Auges entsprechende 7 mm-Apertur bezogene Leistungsdichte des Arbeitslaserstrahls **5** ist so gering, dass das menschliche Auge nicht geschädigt wird, wenn der Arbeitslaserstrahl **5** durch die Iris auf die Netzhaut auftrifft. Die Nennstrahlleistung des Arbeitslaserstrahls **5** ist bevorzugt der maximal zulässigen Laserleistung angepasst, die für das Auge ungefährlich ist, z. B. 5 mW (Laserklasse 2M bzw. 3A).

**[0034]** Der zweite Laser **6** ist zur Projektion einer Lasershow auf die erste Projektionsfläche **3a** vorgesehen und ist in eine höhere Laserklasse als 2M bzw. 3A eingestuft, d. h. die mittlere, auf eine 7 mm-Apertur bezogene Leistungsdichte des Projektionslaserstrahls **5** ist so hoch, dass das menschliche Auge geschädigt werden kann, wenn der Projektionslaserstrahl **7** auf die Netzhaut auftrifft. Die Nennstrahlleistung des Projektionslaserstrahls **7** ist bevorzugt größer als 1 W.

**[0035]** Wie in Fig. 1 erkennbar ist, weist die Vorrichtung ferner eine optische Messeinrichtung **15** zur Erfassung eines Messsignals für das von dem Überwachungsbereich **3c** reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls **5** auf. Die Messeinrichtung **15** hat einen in der Zeichnung nicht näher dargestellten optischen Sensor und eine diesem zugeordnete Optik zum Bündeln des von dem Überwachungsbereich **3c** zurückreflektierten Lichts des Arbeitslaserstrahls **5** auf den Sensor. Die Messeinrichtung **15** ist von der ersten Projektionsfläche **3a** beabstandet und mit ihrer optischen Achse in Richtung auf die erste Projektionsfläche **3a** ausgerichtet.

**[0036]** Ein Messsignal-Ausgang der Messeinrichtung **15** ist mit einem ersten Eingang einer Vergleichseinrichtung **16** verbunden. Ein zweiter Eingang der Vergleichseinrichtung **16** ist zum Vergleichen des Messsignals mit einem Referenzsignal mit einem Datenspeicher **17** verbunden, in dem das Referenzsignal abgelegt ist. Ein Ausgang der Vergleichseinrichtung **16** ist an einem Steuereingang einer Freigabeeinrichtung **18** verbunden, an welcher der zweite Laser **6** angeschlossen ist.

**[0037]** Die Vorrichtung **1** kann durch einen übergeordneten Computer **19** gesteuert werden. Dieser ist über eine Schnittstelle **20** mit einer Ansteuereinrichtung **21** für die Positioniereinrichtung **11** und der Freigabeeinrichtung **18** verbunden. Die Ansteuereinrichtung **21** hat einen ersten Bildspeicher **22** und einen zweiten Bildspeicher **23**. In dem ersten Bildspeicher **22** sind Bilddaten für eine auf die erste Projektionsfläche **3a** zu projizierende erste optische Projektion **2a** und in dem zweiten Bildspeicher **23** sind Bilddaten für eine auf die zweite Projektionsfläche **3b** zu projizierende zweite optische Projektion **2b** abgelegt.

**[0038]** Nachfolgend wird erläutert, wie die Vorrichtung **1** betrieben wird. Zunächst wird die Vorrichtung **1** beispielsweise an einer Hallendecke oder einer anderen geeigneten ortsfesten Stelle montiert und in die gewünschte Lage relativ zu den beiden Projektionsflächen **3a** und **3b** gebracht. Die Montage der Vorrichtung **1** erfolgt so, dass sich in dem Bereich zwischen der Positioniereinrichtung **11** und der ersten Projektionsfläche **3a** während des Betriebs der Vorrichtung **1** normalerweise keine Personen aufhalten können. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Vorrichtung **1** und die erste Projektionsfläche **3a** in ausreichender Höhe über dem Hallenboden angeordnet werden. Die Positioniereinrichtung wird in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den Ablenkspiegeln **13a**, **13b** einerseits und der ersten Projektionsfläche **3a** andererseits justiert. Die Schnittstelle **20** wird beispielsweise über ein Computernetzwerk mit dem Computer **19**, der einer Gebäudesteuerung zugeordnet sein kann, verbunden.

**[0039]** Dann wird der Überwachungsbereich **3c** mit Hilfe des Arbeitslaserstrahls **5** abgetastet, indem der Arbeitslaserstrahl **5** auf den Überwachungsbereich **3c** gerichtet und die Ablenkspiegel **13a**, **13b** derart verschwenkt werden, dass sich der Auftreffpunkt des Arbeitslaserstrahls **5** auf der Folie **8** entlang eines Polygonzugs bewegt. Der Polygonzug kann beispielsweise einen etwa zickzackförmigen oder auch einen mäander- oder kreisförmigen Verlauf aufweisen. Während des Abtastvorgangs wird mit Hilfe der Messeinrichtung **15** ein Messsignal für das von dem Überwachungsbereich **3c** reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls **5** erfasst und in dem Datenspeicher **17** abgelegt.

**[0040]** Die Vorrichtung ist nun betriebsbereit und der Computer **19** kann Bildinformationen für eine auf die erste Projektionsfläche **3a** zu projizierende erste optische Projektion **2a** über die Schnittstelle **20** in der ersten Bildspeicher **22** laden. Bevor die erste optische Projektion **2a** mit Hilfe des Projektionslaserstrahls **7** auf die erste Projektionsfläche **3a** projiziert wird, wird der Überwachungsbereich **3c** erneut mittels des Arbeitslaserstrahls **5** abgetastet. Das dabei erfasste Messsignal für das vom Überwachungsbereich **3c** zurückreflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls **5** wird

mit Hilfe der Vergleichseinrichtung **16** mit dem in dem Datenspeicher **17** abgelegten Referenzsignal verglichen.

**[0041]** Wenn bei dem Vergleich eine ausreichende Übereinstimmung zwischen dem Messsignal und dem Referenzsignal festgestellt wird, wird der zweite Laser **6** über die Freigabeeinrichtung **18** eingeschaltet und auf die erste Projektionsfläche **3a** projiziert. Die Positioniereinrichtung **11** wird in Abhängigkeit von den in dem ersten Bildspeicher **22** befindlichen Bilddaten verstellt. Dabei bewegt sich der Projektionslaserstrahl **7** entlang eines die erste optische Projektion **2a** beschreibenden Polygonzugs. Die Bewegungsgeschwindigkeit wird bevorzugt so eingestellt, dass sie mit dem menschlichen Auge nicht wahrnehmbar ist und der Polygonzug somit als optische Linie auf der ersten Projektionsfläche **3a** sichtbar ist. Bei Bedarf kann der Projektionslaserstrahl **7** moduliert werden, um die Helligkeit des projizierten Lichtflecks zu steuern.

**[0042]** Wenn bei dem Vergleich zwischen dem Messsignal und dem Referenzsignal keine ausreichende Übereinstimmung festgestellt werden sollte, wird davon ausgegangen, dass sich die Lage der Vorrichtung **1** relativ zur Folie **8** gegenüber der Referenzmessung verändert hat und/oder ein Hindernis im Strahlengang zwischen der Positioniereinrichtung **11** und der Folie **8** angeordnet ist. Der zweite Laser **6** wird dann mittels der Freigabeeinrichtung **18** gesperrt, beispielsweise indem der zweite Laser **6** abgeschaltet und/oder eine lichtundurchlässige Blende (Shutter) in den Strahlengang des Projektionslaserstrahls **7** eingebracht wird.

**[0043]** Das Abtasten der ersten Projektionsfläche **3a** mittels des Arbeitslaserstrahls **5** und der Vergleich zwischen dem dabei ermittelten Messsignal und dem Referenzsignal wird in vorgegebenen Zeitabständen zyklisch wiederholt.

**[0044]** Wenn der zweite Laser **6** nicht in Betrieb ist, kann mittels des ersten Lasers **4** die zweite optische Projektion **2b** auf die zweite Projektionsfläche **3b** projiziert werden. Dabei wird die Positioniereinrichtung **11** in Abhängigkeit von den in dem zweiten Bildspeicher **23** befindlichen Bilddaten verstellt. Bei einer Vorrichtung **1**, die in eine Messehalle eingebaut ist, können mit Hilfe des ersten Lasers **4** beispielsweise die Außenkonturen von Feldern, in denen Messestände aufgebaut werden sollen, auf den Hallenboden projiziert werden. Wegen der geringen Strahlleistung des ersten Lasers **4** können sich im Abstrahlbereich des ersten Lasers **4** gefahrlos Personen aufhalten, beispielsweise um Messestände zu montieren.

**[0045]** Bei dem in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigten Ausführungsbeispiel sind mehrere der Vorrichtungen **1**, bestehend zumindest aus den Lasern **4**, **6**, dem Pris-

ma **10**, der Ablenkoptik **12**, der Positioniereinrichtung **11**, der Messeinrichtung **15**, dem Datenspeicher **17**, der Vergleichseinrichtung **16**, der Freigabeeinrichtung **18**, den Bildspeichern **22, 23** und der Schnittstelle **20** in einer Reihe nebeneinander angeordnet und durch Zwischenräume voneinander beabstandet. Die erste Projektionsfläche **3a** ist durch eine Folie **8** gebildet, die unterhalb der Vorrichtungen **1** angeordnet sind und sich wellenlinienförmig im Wesentlichen in horizontaler Richtung erstreckt. Die Folie **8** ist vom Erdboden beabstandet und in einer Höhe angeordnet, die ermöglicht, dass Personen ohne mit der Folie **8** in Berührung zu geraten unter dieser hindurchgehen können.

**[0046]** Die Folie **8** ist für den Projektionslaserstrahl **7** durchlässig. Beim Durchtritt durch die Folie **8** wird der Projektionslaserstrahl **7** derart an der Folie **8** gestreut, dass die Augen einer unter der Folie **8**, auf dem Erdboden befindlichen Person nicht durch den Projektionslaserstrahl **7** geschädigt werden können.

**[0047]** Mit Hilfe der einzelnen Vorrichtungen **1** kann jeweils mittels des zweiten Lasers **6** ein Teilbereich einer ersten optischen Projektion auf die Folie **8** projiziert werden. Die Teilbereiche sind derart gewählt, dass sie aneinander angrenzen und sich zu der ersten optischen Projektion zusammenfügen können. Eine zweite optische Projektion kann mit Hilfe des ersten Lasers **4** auf eine von der Folie **8** beabstandete, in **Fig. 4** und **Fig. 5** nicht näher dargestellte zweiten Projektionsfläche projiziert werden.

**[0048]** Die Schnittstellen **20** der einzelnen Vorrichtungen **1** sind mit einem zentralen Computer **19** verbunden, der die Bildinformationen für die Teilbereiche der optischen Projektion an die Bildspeicher **22, 23** der Vorrichtungen **1** übermittelt. Selbstverständlich können mit Hilfe der Vorrichtungen **1** auch mehrere voneinander getrennte optische Projektionen auf die Folie **8** projiziert werden. Die einzelnen Vorrichtungen **1** können unabhängig voneinander angesteuert und bei Bedarf einzeln zu- und/oder abgeschaltet werden.

**[0049]** Erwähnt werden soll noch, dass die Vergleichseinrichtung **16**, der Datenspeicher **17**, die Freigabeeinrichtung und/oder die Ansteuereinrichtung **21** ganz oder teilweise in einen Mikrocomputer integriert sein können, der durch ein Betriebsprogramm gesteuert wird.

**[0050]** Bei dem Verfahren zum Projizieren wenigstens einer optischen Projektion (**2a, 2b**) auf mindestens eine Projektionsfläche (**3a, 3b**) wird also die Projektionsfläche (**3a**) oder ein Ort, an dem die Projektionsfläche (**3a**) sein soll, mit Hilfe eines für das menschliche Auge ungefährlichen Arbeitslaserstrahls (**5**) flächig und/oder entlang einer Konturlinie abgetastet, indem der Arbeitslaserstrahl (**5**) an unterschiedli-

chen, in der Projektionsfläche (**3a**) oder an dem Ort befindliche Abtaststellen positioniert und ein Messsignal für das von den Abtaststellen reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls (**5**) erfasst wird. Das Messsignal wird mit einem Referenzsignal verglichen und die optische Projektion (**2a**) wird in Abhängigkeit von dem Ergebnis dieses Vergleichs mittels eines eine größere Strahlleistung als der Arbeitslaserstrahl (**5**) aufweisenden Projektionslaserstrahls (**7**) auf die Projektionsfläche (**3a**) projiziert.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Projizieren wenigstens einer ersten optischen Projektion (**2a**) auf eine erste Projektionsfläche (**3a**), wobei ein die erste Projektionsfläche (**3a**) aufweisender und/oder diese umgrenzender Überwachungsbereich (**3c**) mit Hilfe wenigstens eines für das menschliche Auge ungefährlichen Arbeitslaserstrahls (**5**) abgetastet wird, indem der wenigstens eine Arbeitslaserstrahl (**5**) an unterschiedlichen, in dem Überwachungsbereich (**3c**) befindlichen Abtaststellen positioniert und mindestens ein Messsignal für das von den Abtaststellen reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls (**5**) erfasst wird, wobei das mindestens eine Messsignal mit wenigstens einem Referenzsignal verglichen wird, und wobei die erste optische Projektion (**2a**) in Abhängigkeit von dem Ergebnis dieses Vergleichs mittels eines eine größere Strahlleistung als der Arbeitslaserstrahl (**5**) aufweisenden Projektionslaserstrahls (**7**) auf die erste Projektionsfläche (**3a**) projiziert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Hilfe des wenigstens einen Arbeitslaserstrahls (**5**) mindestens eine zweite optische Projektion (**2b**) auf eine außerhalb des Überwachungsbereichs (**3c**) befindliche zweite Projektionsfläche (**3b**) projiziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitslaserstrahl (**5**) und der Projektionslaserstrahl (**7**) mit Hilfe von unterschiedlichen Lasern (**4, 6**) erzeugt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitslaserstrahl (**5**) durch Abschwächung des Projektionslaserstrahls (**7**) erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein die erste Projektionsfläche (**3a**) aufweisender Projektionsgegenstand und eine zur Aussendung des Arbeitslaserstrahls (**5**) vorgesehene Projektionseinrichtung in eine vorbestimmte Solllage relativ zueinander gebracht werden, dass dann der Projektionsgegenstand in dem Überwachungsbereich (**3c**) mit Hilfe des Arbeitslaserstrahls (**5**) an den Abtaststellen abgetastet wird, dass mindestens ein Messsignal für das von den Abtaststellen reflektierte Licht des Arbeitslaserstrahls

(5) erfasst wird, und dass dieses Messsignal als Referenzsignal gespeichert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitslaserstrahl (5) zum Positionieren auf den Projektionsflächen (3a, 3b) und/oder der Projektionslaserstrahl (7) zum Positionieren auf der ersten Projektionsfläche (3a, 3b) abgelenkt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abtaststellen auf einem die erste Projektionsfläche (3a) umgrenzenden Bereich des Projektionsgegenstands angeordnet sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abtasten des Projektionsgegenstands erfolgt, während der Projektionslaserstrahl (7) auf die Projektionsfläche (3a) projiziert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitslaserstrahl (5) und der Projektionslaserstrahl (7) in derselben Spur über die erste Projektionsfläche (3a) geführt werden, wobei der Arbeitslaserstrahl (5) dem Projektionslaserstrahl (7) vorausseilt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens erste zwei Projektionsflächen (3a) aneinander angrenzen, dass für jede dieser Projektionsflächen (3a) jeweils ein Projektionslaserstrahl (7) erzeugt wird, dass sich die erste optische Projektion über mindestens zwei der ersten Projektionsflächen (3a) erstreckt, dass die erste optische Projektion (2a) in Projektionsbereiche unterteilt wird, die jeweils innerhalb einer ersten Projektionsfläche (3a) angeordnet sind, und dass die einzelnen Projektionsbereiche jeweils mit dem der betreffenden Projektionsfläche (3a) zugeordneten Projektionslaserstrahl (7) auf diese projiziert werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Überwachungsbereich (3c) in Teilbereiche unterteilt wird, dass für jeden Teilbereich jeweils ein Arbeitslaserstrahl (5) erzeugt wird, und dass die einzelnen Teilbereiche jeweils mit dem ihnen zugeordneten Arbeitslaserstrahl (5) abgetastet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Projektionsfläche im Inneren einer Halle, mit Abstand zum Boden der Halle angeordnet ist, und dass die zweite Projektionsfläche (3b) auf dem Boden der Halle angeordnet ist.

12. Vorrichtung (1) zum Projizieren wenigstens einer optischen Projektion (2a) auf mindestens eine

erste Projektionsfläche (3a), mit einer Projektionseinrichtung, mit der mindestens ein für das menschliche Auge ungefährlicher Arbeitslaserstrahl (5) und wenigstens ein Projektionslaserstrahl (7) erzeugbar sind, dessen Strahlleistung größer ist als die des Arbeitslaserstrahls (5), mit einer Positioniereinrichtung (11), mit welcher der Arbeitslaserstrahl (5) und der Projektionslaserstrahl (7) positionierbar sind, mit einer Messeinrichtung (15) zur Erfassung mindestens eines Messsignals für das von einem die erste Projektionsfläche (3a) aufweisenden und/oder diese umgrenzenden Überwachungsbereich (3c) reflektierte Licht des mindestens einen Arbeitslaserstrahls (5), mit einer mit der Messeinrichtung (15) verbundenen Vergleichseinrichtung (16) zum Vergleichen des mindestens eines Messsignals mit wenigstens einem Referenzsignal, und mit einer mit der Vergleichseinrichtung (15) in Steuerverbindung stehenden Freigabeeinrichtung (18) für den wenigstens einen Projektionslaserstrahl (7), mit einem ersten Bildspeicher, in dem Bilddaten für eine auf die erste Projektionsfläche (3a) zu projizierende erste optische Projektion (2a) ablegbar sind, und mit einer Ansteuereinrichtung (21), die derart mit dem ersten Bildspeicher, der Positioniereinrichtung (11) und der Projektionseinrichtung in Steuerverbindung steht, dass die erste optische Projektion (2a) mittels des Projektionslaserstrahls (7) auf die erste Projektionsfläche (3a) projizierbar ist, wenn die Freigabeeinrichtung den Projektionslaserstrahl (7) freigibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (1) einen zweiten Bildspeicher aufweist, in dem Bilddaten für eine zweite optische Projektion (2b) ablegbar sind, und dass die Ansteuereinrichtung (21) derart mit dem zweiten Bildspeicher, der Positioniereinrichtung (11) und der Projektionseinrichtung in Steuerverbindung steht, dass die zweite optische Projektion (2b) mittels des mindestens einen Arbeitslaserstrahls (5) auf eine außerhalb des Überwachungsbereichs (3c) befindliche zweite Projektionsfläche (3b) projizierbar ist.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Projektionseinrichtung zum Erzeugen des Arbeitslaserstrahls (5) und zum Erzeugen des Projektionslaserstrahls (7) separate Laser (4, 6) unterschiedlicher Strahlleistung aufweist, und dass die Positioniereinrichtung (11) im Strahlengang beider Laser (4, 6) angeordnet ist.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Erzeugen des Arbeitslaserstrahls (5) aus dem Projektionslaserstrahl (7) in den Strahlengang des Projektionslaserstrahls (7) ein optisches Abschwächungsfilter einbringbar ist.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zum Erzeugen des Arbeitslaserstrahls (5) aus dem Projektionslaserstrahl (7) eine Modulationseinrichtung für den zweiten Laser (6) aufweist.

16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positioniereinrichtung (11) zur Strahlablenkung mindestens ein verstellbares Ablenkelement aufweist.

17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Projektionsfläche (3a) von einem für den Arbeitslaserstrahl (5) reflektierenden, in dem Überwachungsbereich (3c) angeordneten Randstreifen (9) umgrenzt ist und/oder einen solchen Randstreifen (9) aufweist.

18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Projektionsfläche (3a) durch die Oberfläche einer teilweise transparenten Folie (8) gebildet ist.

19. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mehrere der Anordnungen, bestehend zumindest aus der Projektionseinrichtung, der Positioniereinrichtung (11), der Messeinrichtung (15), der Vergleichseinrichtung (16) und der Freigabeeinrichtung (18) aufweist, und dass diese Anordnungen unterschiedlichen Teilbereichen der Projektionsfläche (3a, 3b) zugeordnet sind.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

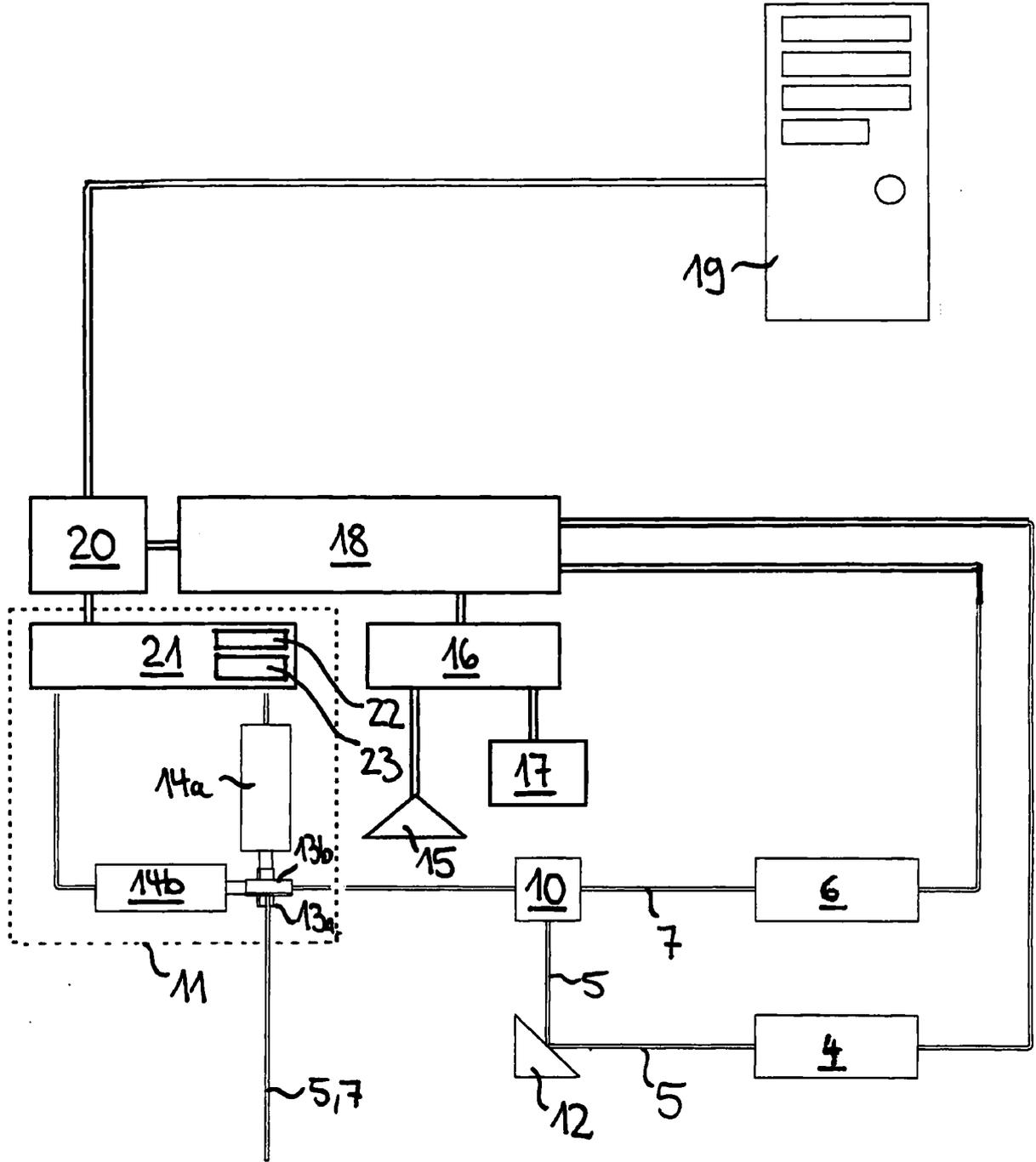


Fig. 1



1

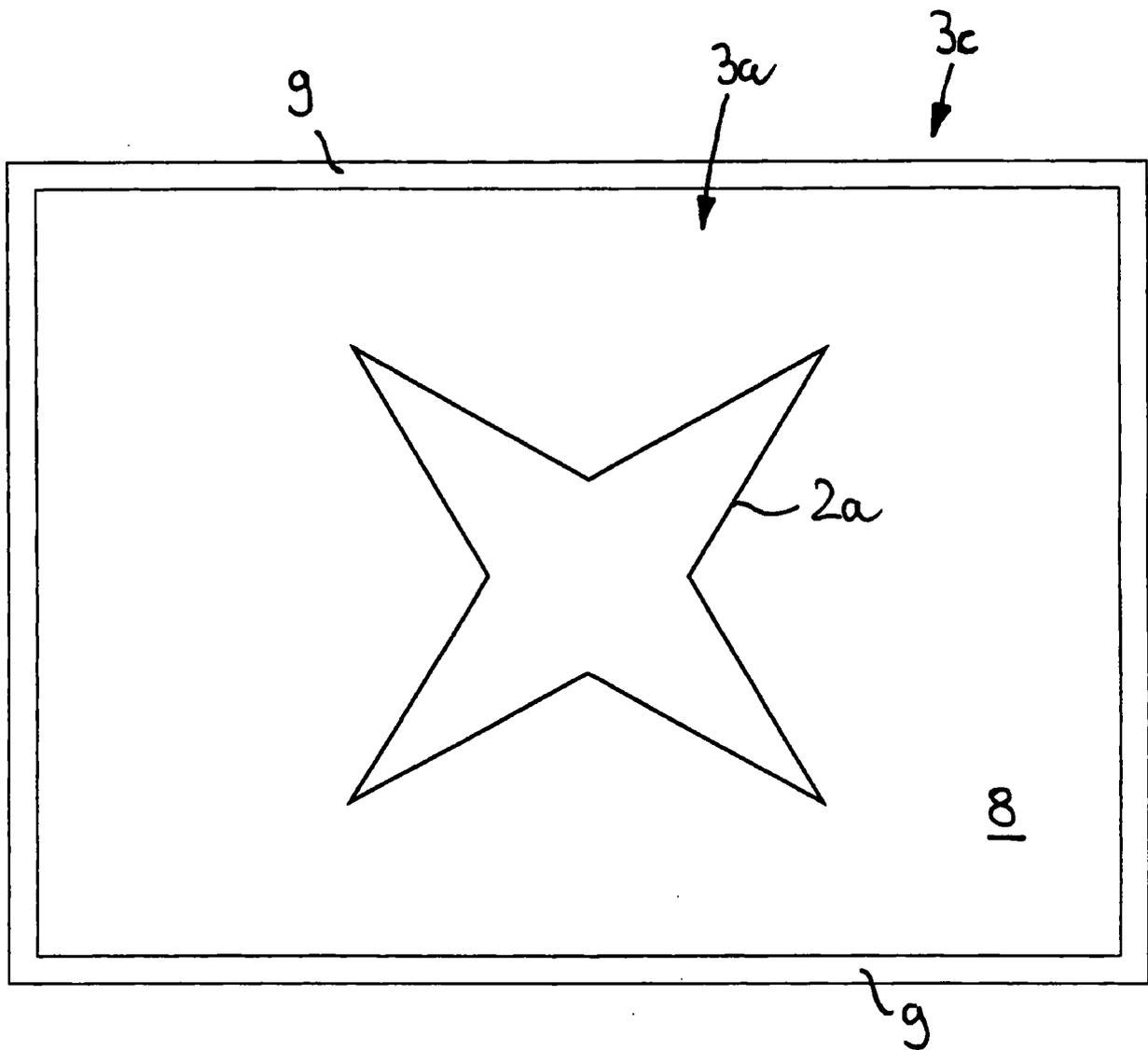


Fig. 2

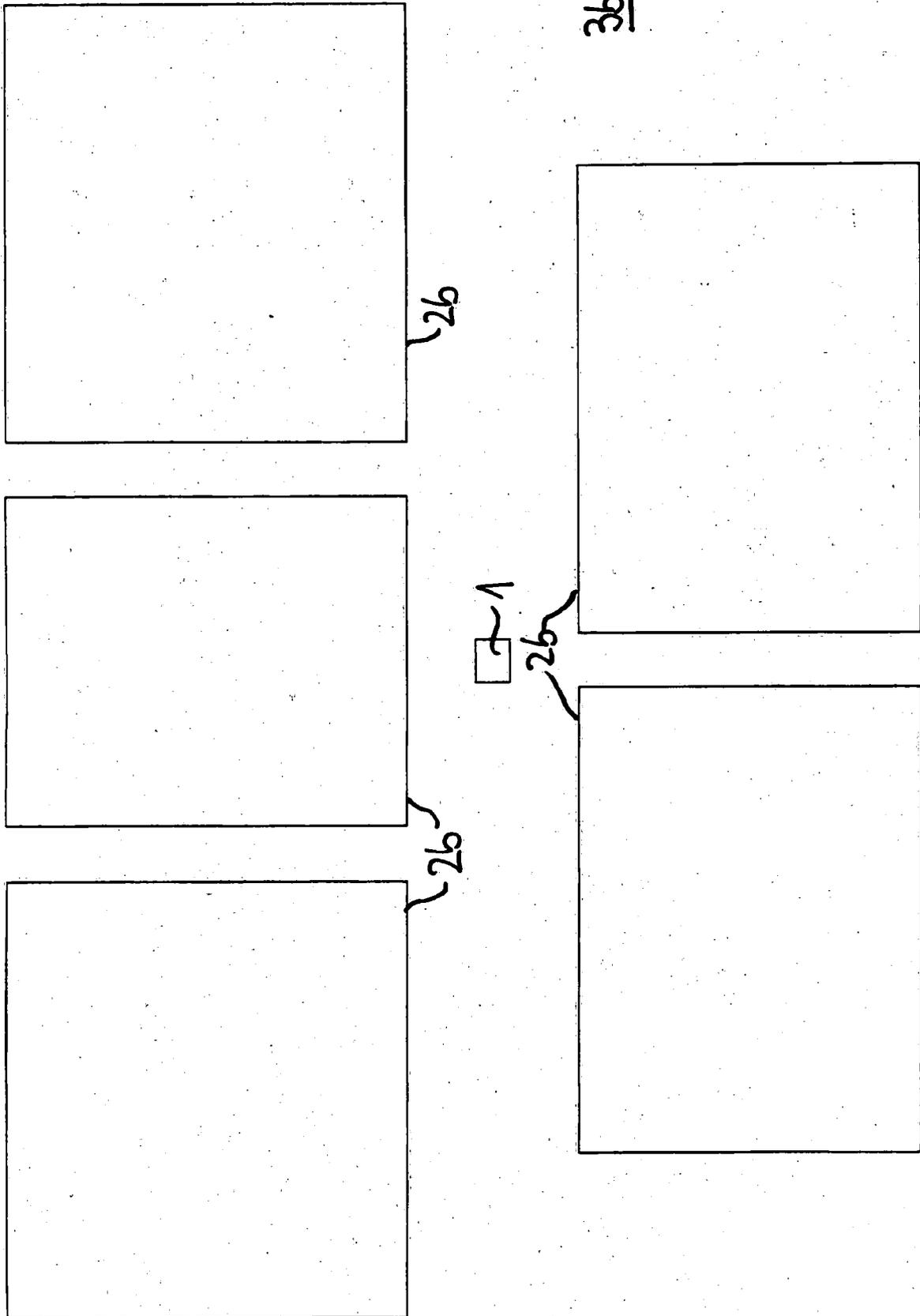


Fig. 3

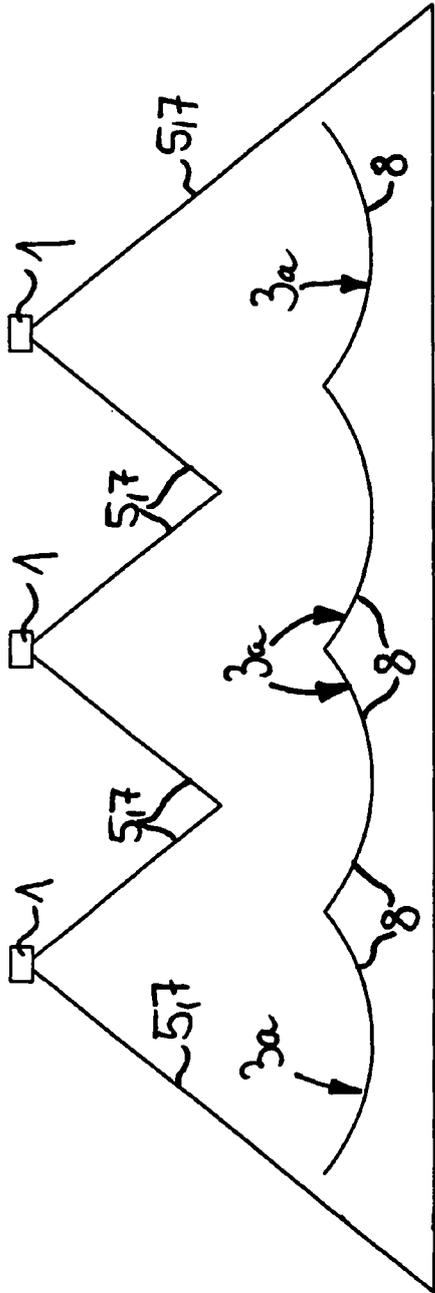


Fig. 4

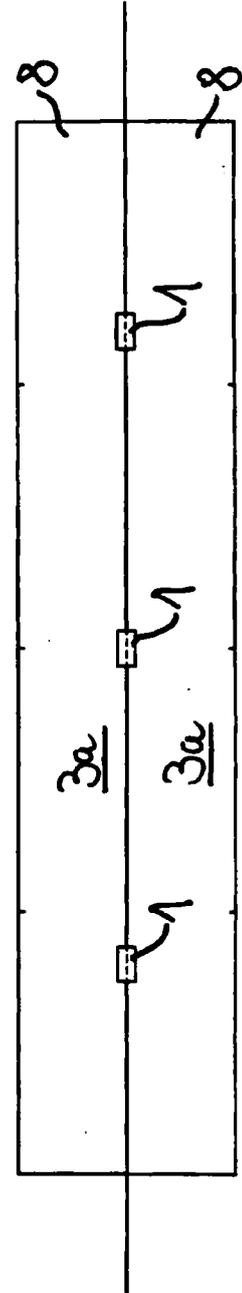


Fig. 5