



(10) **DE 10 2019 110 833 A1** 2020.10.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 110 833.0**

(22) Anmeldetag: **26.04.2019**

(43) Offenlegungstag: **29.10.2020**

(51) Int Cl.: **G03H 1/04 (2006.01)**

G03H 1/18 (2006.01)

G03H 1/20 (2006.01)

F21S 41/20 (2018.01)

(71) Anmelder:

HELLA GmbH & Co. KGaA, 59557 Lippstadt, DE

(72) Erfinder:

**Giehl, Markus, 59557 Lippstadt, DE; Karthaus,
Daniela, 59558 Lippstadt, DE; Mügge, Martin,
59590 Geseke, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2007 042 386 A1

DE 10 2014 217 099 A1

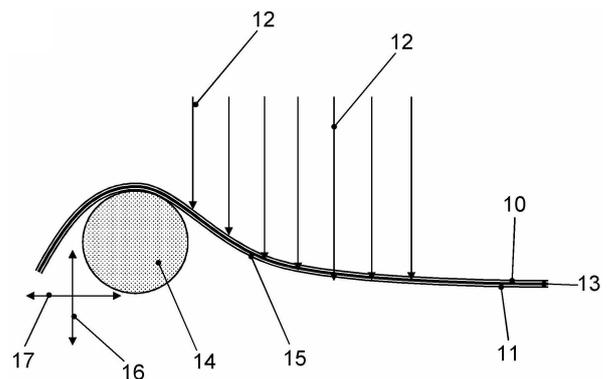
DE 10 2016 107 210 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Hologramms, Hologramm so-wie Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung eines Hologramms, das insbesondere auf einen gekrümmten Träger aufbringbar ist, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte Krümmen eines flächigen, lichtempfindlichen Aufzeichnungsmaterials (11) sowie Einbelichten des Hologramms in das gekrümmte Aufzeichnungsmaterial (11).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Hologramms gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Vorrichtung zur Herstellung eines Hologramms gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 3, ein durch ein derartiges Verfahren hergestelltes und/oder mit einer derartigen Vorrichtung hergestelltes Hologramm sowie eine Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit einem derartigen Hologramm.

[0002] Ein Verfahren, eine Vorrichtung, ein Hologramm und eine Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art sind aus der DE 10 2016 107 210 A1 bekannt. Bei dem darin beschriebenen Verfahren wird in ein als ebene Platte ausgebildetes lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial ein Hologramm einbelichtet, das aus einer Mehrzahl von Subhologrammen besteht. Dabei werden die den einzelnen Subhologrammen entsprechenden Abschnitte des Aufzeichnungsmaterials sukzessive mit einem Objektstrahl und einem Referenzstrahl beaufschlagt. Der Objektstrahl wird von einem Lichtmodulator mit computergenerierten Hologramminformationen moduliert. Das Hologramm oder ein mit dem Hologramm als Masterhologramm hergestelltes Replik-Hologramm kann in einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs integriert werden.

[0003] Die Technologie der Volumen hologramme mit der Möglichkeit, dreidimensionale Bilder und Inhalte hinter, in oder vor einer Hologrammfläche zu erzeugen und darzustellen, stellt eine sehr interessante Funktionsausführung für Signalfunktionen dar. Die Möglichkeit der Übertragung optischer Funktionen, wie der von Linsen, Blenden oder Reflektoren, in Hologramme, erweitert das Anwendungsgebiet von Hologrammen auch auf beleuchtende Systeme. Die Übertragung von allgemeinen, großflächigen Hologrammen auf den begrenzten Bauraum von Leuchten und Scheinwerfern sowie die zusätzlichen Anforderungen an unterschiedliche Hologrammgeometrien wie beispielsweise plane und gekrümmte Flächen machen es wünschenswert, eine Bearbeitung und Erstellung von Hologrammen für möglichst viele Gegebenheiten zu ermöglichen. Dementsprechend sollten eine Anlage zur Belichtung beziehungsweise Erstellung von Hologrammen einerseits und eine Anlage zur Replikation beziehungsweise Vervielfältigung oder Massenproduktion andererseits derart variabel gestaltet werden, dass auf einfache Art und Weise unterschiedliche Hologramme und Hologrammgeometrien erstellt werden können.

[0004] Um es zu ermöglichen, Hologramme auf gekrümmte Flächen aufzubringen, gibt es komplizierte und teure Anlagen, mit denen eine Vielzahl von Subhologrammen mit unterschiedlichen Auftreffwinkeln des Referenzstrahls eingelesen werden können. Die

unterschiedlichen Auftreffwinkel des Referenzstrahls werden dabei durch beispielsweise zur Horizontalen oder zur Vertikalen unterschiedlich geneigte Referenzstrahlen erreicht. Dadurch kann bei dem Schreiben des Hologramms die Geometrie eines gekrümmten Trägers berücksichtigt werden, auf das das Hologramm nach der Herstellung aufgebracht werden soll. In **Fig. 9** ist ein entsprechendes Beispiel schematisch angedeutet, bei dem ein lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial **1** zur Herstellung eines Masterhologramms sukzessive durch teilweise aus unterschiedlichen Richtungen auftreffende Referenzstrahlen **2** belichtet wird. Ein derartiges Verfahren ist für die Massenherstellung von Hologrammen jedoch nicht geeignet.

[0005] Das der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Problem ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, bei denen mit einfachen Mitteln die Geometrie eines Trägers, auf die das Hologramm aufgebracht werden soll, berücksichtigt werden kann und das insbesondere für eine hochvolumige Serienproduktion geeignet ist. Weiterhin sollen ein durch ein derartiges Verfahren hergestelltes und/oder mit einer derartigen Vorrichtung hergestelltes Hologramm sowie eine Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit einem derartigen Hologramm angegeben werden.

[0006] Dies wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 3, ein Hologramm mit den Merkmalen des Anspruchs 14 und eine Beleuchtungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 erreicht. Die Unteransprüche betreffen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0007] Anspruch 1 ist gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Krümmen eines flächigen, lichtempfindlichen Aufzeichnungsmaterials,
- Einbelichten des Hologramms in das gekrümmte Aufzeichnungsmaterial.

[0008] Insbesondere ist das Hologramm als Volumen hologramm ausgebildet. Dabei kann das hergestellte Hologramm als Masterhologramm für die Herstellung von Replik-Hologrammen dienen oder ein Replik-Hologramm sein. Durch das Einbelichten des Hologramms in ein gekrümmtes Aufzeichnungsmaterial werden keine komplizierten und teuren Anlagen zur Fertigung von Hologrammen benötigt, die auf gekrümmte Träger aufgebracht werden sollen. Insbesondere kann das Einlesen mit unterschiedlich geneigten Referenzstrahlen vermieden werden.

[0009] Gemäß Anspruch 3 ist vorgesehen, dass die Aufnahme derart ausgebildet ist, dass das Aufzeichnungsmaterial gekrümmt ist oder gekrümmt sein kann und dass das Hologramm mit dem von der Lichtquelle ausgehenden Licht in das Aufzeichnungsmaterial einbelichtet werden kann. Dabei kann die Vorrichtung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet sein, so dass durch das Einbelichten des Hologramms in ein gekrümmtes Aufzeichnungsmaterial keine komplizierten und teuren Anlagen zur Fertigung von Hologrammen benötigt werden, die auf gekrümmte Träger aufgebracht werden sollen, wobei insbesondere auch das Einlesen mit unterschiedlich geneigten Referenzstrahlen vermieden werden kann.

[0010] Es kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung mindestens eine Rolle, vorzugsweise mehrere Rollen umfasst, die mittelbar oder unmittelbar an einer Seite des Aufzeichnungsmaterials angelegt werden kann beziehungsweise die mittelbar oder unmittelbar an einer oder beiden Seiten des Aufzeichnungsmaterials angelegt werden können, um das Aufzeichnungsmaterial zu krümmen. Insbesondere kann die mindestens eine Rolle zur Krümmung des Aufzeichnungsmaterials in mindestens einer, vorzugsweise in zwei zueinander senkrechten Richtungen, bewegt werden. Auf diese Weise kann durch entsprechende Bewegungen der mindestens einen Rolle das Aufzeichnungsmaterial so gekrümmt werden, dass es der gewünschten Hologrammgeometrie entspricht. Die Rollen verleihen der Vorrichtung sowohl bei der Belichtung von Masterhologrammen und als auch der Replikation von Hologrammen eine weitgehende Anpassungsfähigkeit und Variabilität. Vorzugsweise kann dadurch die Fertigung unterschiedlicher Hologramme und Hologrammgeometrien mit einer Vorrichtung durch Umrüsten von Komponenten oder Neu-Anordnung von Bauteilen und Komponenten ermöglicht werden.

[0011] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung mindestens eine Kugel oder mindestens ein Wälzlager, vorzugsweise mehrere Kugeln oder mehrere Wälzlager umfasst, die mittelbar oder unmittelbar an einer Seite des Aufzeichnungsmaterials angelegt werden kann beziehungsweise die mittelbar oder unmittelbar an einer oder beiden Seiten des Aufzeichnungsmaterials angelegt werden können, um das Aufzeichnungsmaterial zu krümmen. Insbesondere können die mindestens eine Kugel oder das mindestens eine Wälzlager zur Krümmung des Aufzeichnungsmaterials in mindestens einer, vorzugsweise in zwei oder drei zueinander senkrechten Richtungen, bewegt werden. Anstelle von Kugeln oder Wälzlagern können auch andere geeignete Elemente verwendet werden, die durch mehrere Auflagepunkte eine präzise Anpassung ermöglichen, um möglichst präzise Geometrien zu formen beziehungsweise das Aufzeichnungsmaterial in

diese Geometrien zu zwingen. Dadurch kann die Anpassbarkeit des Hologramms an die gewünschte Geometrie weiter verbessert werden.

[0012] Es besteht die Möglichkeit, dass die Vorrichtung mindestens ein Substrat umfasst, auf das das Aufzeichnungsmaterial aufbringbar ist, wobei im auf das mindestens eine Substrat aufgebracht Zustand des Aufzeichnungsmaterials das Hologramm in das Aufzeichnungsmaterial einbelichtet werden kann. Die Vorrichtung kann zur Herstellung von Replik-Hologrammen dienen, insbesondere wobei auf eine Seite des Substrats ein Masterhologramm und auf die andere Seite des Substrats das lichtempfindliche Aufzeichnungsmaterial aufgebracht werden kann. Beispielsweise kann bei der Replikation von Masterhologrammen eine als Substrat dienende Glasscheibe mit definierter Dicke genutzt werden, um einen für die Replikation geeigneten Abstand zwischen dem Masterhologramm und dem Aufzeichnungsmaterial einzuhalten, wobei beispielsweise auf der Oberseite der Glasscheibe das Masterhologramm auflaminiert ist und an deren Unterseite das Aufzeichnungsmaterial anlamiert ist.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine Substrat biegsam ist, so dass das Substrat zusammen mit dem Aufzeichnungsmaterial gekrümmt werden kann, oder dass das Substrat gekrümmt ist, wobei die Vorrichtung insbesondere eine Mehrzahl unterschiedlich gekrümmter Substrate umfasst. Eine Krümmung des biegsamen Substrats kann beispielsweise durch die mindestens eine Rolle und/oder die mindestens eine Kugel erreicht werden. Wenn die Vorrichtung unterschiedlich gekrümmte Substrate umfasst, kann je nach Anwendungsfall das passende Substrat ausgewählt werden.

[0014] Es besteht die Möglichkeit, dass die Lichtquelle als scannende Laserlichtquelle, mit der eine linienförmige oder eine punktförmige Intensitätsverteilung über das Masterhologramm gescannt werden kann, oder als Laserlichtquelle zur Erzeugung einer flächigen Beleuchtung des Masterhologramms oder als Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserpulsen ausgebildet ist. Beispielsweise mit einer Laserlichtquelle, die eine linienförmige Intensitätsverteilung über das Masterhologramm scannt oder eine flächige Beleuchtung des Masterhologramms realisiert, kann der Vorgang der Replikation relativ schnell durchgeführt werden.

[0015] Es kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung Optikkittel zur Formung des von der Lichtquelle ausgehenden Lichts umfasst, wobei die Optikkittel mindestens eine bewegbare Linse umfassen. Dadurch können zusätzlich zur Krümmung des Aufzeichnungsmaterials weitere Anpassungen des Belichtungsvorgangs an die gewünschte Hologrammgeometrie vorgenommen werden.

[0016] Gemäß Anspruch 14 ist das Hologramm, insbesondere das Replik-Hologramm, durch ein erfindungsgemäßes Verfahren und/oder mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt, wobei das Hologramm insbesondere für die Aufbringung auf eine gekrümmte Fläche und/oder für die Verwendung mit einer Lichtquelle mit einer vorgegebenen Divergenz vorgesehen ist.

[0017] Gemäß Anspruch 15 umfasst die Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug, insbesondere der Scheinwerfer für ein Fahrzeug, ein erfindungsgemäßes Hologramm wobei die Beleuchtungsvorrichtung insbesondere eine gekrümmte Fläche umfasst, auf der das Hologramm angeordnet ist.

[0018] Anhand der beigefügten Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Details einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht eines Details einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht eines Details einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht eines Details einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 5 eine schematische Seitenansicht eines mit einer Vorrichtung gemäß **Fig. 4** hergestellten Masterhologramms;

Fig. 6 eine schematische Seitenansicht eines Details einer fünften Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Details einer sechsten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Details einer siebten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 9 eine schematische Seitenansicht eines Details einer Vorrichtung zur Herstellung eines Hologramms gemäß dem Stand der Technik.

[0019] In den Figuren sind gleiche und funktional gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0020] Aus **Fig. 9** ist Herstellung eines Masterhologramm mit einem Verfahren gemäß dem Stand der Technik ersichtlich, bei dem ein lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial **1** sukzessive durch teilweise aus unterschiedlichen Richtungen auftreffende Referenzstrahlen **2** belichtet wird. Auf diese Weise kann

das hergestellte Masterhologramm beziehungsweise ein unter Zuhilfenahme des Masterhologramms hergestelltes Replik-Hologramm für die Aufbringung auf ein gekrümmtes Substrat optimiert werden.

[0021] Um das durch ein Verfahren gemäß **Fig. 9** hergestellte Masterhologramm zu replizieren, kann es wie in **Fig. 9** abgebildet durch teilweise aus unterschiedlichen Richtungen auftreffende Referenzstrahlen belichtet werden, wobei dann ein für das Einschreiben des Replik-Hologramms dienendes lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial parallel zu dem Masterhologramm angeordnet wird. Sowohl das Masterhologramm als auch das Aufzeichnungsmaterial für das Replik-Hologramm sind dabei plan ausgebildet.

[0022] Alternativ dazu kann mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung beziehungsweise einem erfindungsgemäßen Verfahren eine Belichtung des Masterhologramms **10** und des Aufzeichnungsmaterials **11** ohne teilweise aus unterschiedlichen Richtungen auftreffende Referenzstrahlen **12** erfolgen (siehe **Fig. 1**). Die in diesem ersten Ausführungsbeispiel abgebildeten Referenzstrahlen **12** verlaufen sämtlich parallel zueinander beziehungsweise parallel zur Vertikalen in **Fig. 1**. Dabei ist das Masterhologramm **10** beispielsweise über ein flexibles Substrat **13** mit dem lichtempfindlichen Aufzeichnungsmaterial **11** für das Replik-Hologramm verbunden, insbesondere durch Auflaminieren. Das Substrat **13** dient als flexibles und transparentes Trägersubstrat, das es erleichtert, das als Folie ausgebildete Masterhologramm **10** und das als Folie ausgebildete Aufzeichnungsmaterial **11** relativ zueinander zu positionieren.

[0023] Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass das Masterhologramm **10** und das Aufzeichnungsmaterial **11** direkt aneinander anliegen, wobei dann auf das dazwischenliegende Substrat **13** verzichtet werden kann.

[0024] Das Substrat **13** mit dem Masterhologramm **10** und dem Aufzeichnungsmaterial **11** ist über mindestens eine Rolle **14** geführt, wodurch eine Krümmung **15** des Substrats **13** und des Masterhologramms **10** beziehungsweise des Aufzeichnungsmaterials **11** entsteht. Die Rolle **14** kann nach oben und unten in **Fig. 1** sowie auch nach rechts und links verschoben werden (siehe beispielsweise die Pfeile **16**, **17** in **Fig. 1**), wodurch die Form und Größe der Krümmung **15** geändert werden kann. Die Rolle **14** liegt in **Fig. 1** an der Unterseite des Aufzeichnungsmaterials **11** an. Sie kann aber auch auf der Oberseite des Masterhologramms **10** aufliegen.

[0025] Durch die Verformung des Substrats **13** mittels der mindestens einen Rolle **14** kann eine weitgehend beliebige Geometrie des Hologramms beziehungsweise eines vorgesehenen Trägers nach-

gestellt werden. Die Änderung des Referenzwinkels wird somit im Unterschied zum Stand der Technik gemäß **Fig. 9** über die Krümmung **15** des Masterhologramms **10** beziehungsweise des Aufzeichnungsmaterials **11** statt durch unterschiedlich geneigte Referenzstrahlen erreicht. Damit im Replikationsprozess die Referenzwinkelvariation nachgestellt werden kann und dennoch eine ebene Welle für die Belichtung genutzt werden kann, werden das Masterhologramm **10** und das Aufzeichnungsmaterial **11** so gekrümmt, dass die Belichtung des gekrümmten Masterhologramms **10** beziehungsweise des gekrümmten Aufzeichnungsmaterials **11** einer Belichtung mit variablen Referenzwinkeln entspricht.

[0026] In dem aus **Fig. 2** ersichtlichen zweiten Ausführungsbeispiel sind anstelle einer Rolle mehrere Rollen **14** vorgesehen. Dadurch kann eine komplexere Geometrie des Substrats **13** mit dem Masterhologramm **10** und dem Aufzeichnungsmaterial **11** erzeugt werden. In dem abgebildeten Ausführungsbeispiel liegt eine Rolle **14** an der Unterseite des Aufzeichnungsmaterials **11** an, wohingegen zwei Rollen **14** auf der Oberseite des Masterhologramms **10** aufliegen. Es besteht durchaus die Möglichkeit weniger oder mehr als drei Rollen **14** und/oder eine andere Anordnung oder Verteilung der Rollen vorzusehen.

[0027] Bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 2** sind zusätzlich noch Optikum **18** schematisch angedeutet, die mindestens zwei Linsen **19, 20** umfassen. Eine oder beide der abgebildeten Linsen **19, 20** können in Ausbreitungsrichtung des Referenzstrahls **12** verschiebbar sein (siehe den Pfeil **21**). Dadurch können weite Referenzwinkel- oder Divergenzwinkelkorrekturen oder auch eine variable Beleuchtung realisiert werden.

[0028] In dem aus **Fig. 3** ersichtlichen dritten Ausführungsbeispiel sind anstelle der Rollen **14** eine Mehrzahl von Kugeln **22** vorgesehen, die sowohl an der Oberseiten als auch an der Unterseite des Substrats **13** mit dem Masterhologramm **10** und dem Aufzeichnungsmaterial **11** angeordnet sind. Die Kugeln **22** können in drei zueinander senkrechten Richtungen bewegbar sein. Dadurch kann über eine geeignete Höheneinstellung der einzelnen Kugeln **22** eine dreidimensionale Form des Substrats **13** mit dem Masterhologramm **10** und dem Aufzeichnungsmaterial **11** beziehungsweise der Replik-Hologrammfläche erzeugt werden.

[0029] Sowohl die Kugeln **22** als auch die Rollen **14** können auch dazu dienen, das Masterhologramm **10** und/oder das Aufzeichnungsmaterial **11** an das Substrat **13** zu pressen.

[0030] Aus **Fig. 4** ist eine mit **Fig. 1** vergleichbare Anordnung ersichtlich. Allerdings wird in diesem Ausführungsbeispiel durch entsprechende Be-

lichtung eines auf ein Substrat **13** aufgebrachten lichtempfindlichen Aufzeichnungsmaterials **11** ein Masterhologramm erzeugt. Dabei kann die Kontur beziehungsweise Krümmung **15** des Aufzeichnungsmaterials **11** der Kontur eines Trägers beziehungsweise einer Scheibe entsprechen, auf die beispielsweise in einer Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug, insbesondere in einem Scheinwerfer für ein Fahrzeug, das Hologramm aufgebracht werden soll.

[0031] Mit einer entsprechenden Anzahl von Rollen **14** oder Kugeln **22** lässt sich dabei die Kontur beziehungsweise Krümmung **15** des Trägers vergleichsweise gut nachstellen.

[0032] In **Fig. 5** ist schematisch ein auf diese Weise erstelltes Masterhologramm **10** abgebildet, das eine entsprechende Krümmung **15** aufweist. In der folgenden Replikation zur Massenfertigung einer Vielzahl von Replik-Hologrammen wird das derart erstellte Masterhologramm **10** in einer beispielsweise in **Fig. 7** abgebildeten Vorrichtung genutzt, um die holografische Information des Masterhologramms in jeweils neue Aufzeichnungsmaterialien zu kopieren.

[0033] Die Vorrichtung gemäß **Fig. 7** umfasst eine Aufnahme **23** für das Masterhologramm **10** sowie eine Zuführung des Aufzeichnungsmaterials **11**. Das Aufzeichnungsmaterial **11** kann dabei als Folie ausgebildet sein, die von einer Rolle abgewickelt werden kann. Die Vorrichtung umfasst weiterhin eine Beleuchtungsvorrichtung, die eine Lichtquelle und Optikum zur Formung des von der Lichtquelle ausgehenden Lichts aufweist. Dabei kann die Lichtquelle als scannende Laserlichtquelle, mit der eine linienförmige oder eine punktförmige Intensitätsverteilung über das Masterhologramm gescannt werden kann, oder als Laserlichtquelle zur Erzeugung einer flächigen Beleuchtung des Masterhologramms oder bei divergentem Referenzwinkel als Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserpulsen ausgebildet sein.

[0034] Die Aufnahme **23** für das Masterhologramm **10** und das neu zu belichtende Aufzeichnungsmaterial **11** für die Erstellung des Replik-Hologramms muss derart gestaltet sein, dass ein definierter Abstand von Masterhologramm **10** und neuem Aufzeichnungsmaterial **11** zueinander eingehalten wird. Hierzu kann eine als Substrat **13** dienende Glasscheibe mit definierter Dicke genutzt werden, auf deren einer Seite, beispielsweise der Oberseite, das Masterhologramm **10** auflaminiert ist und an deren anderer Seite, beispielsweise der Unterseite, das Aufzeichnungsmaterial anlaminiert ist. Dies ist beispielhaft in **Fig. 6** abgebildet.

[0035] Im Stand der Technik werden als Substrat beziehungsweise Träger immer ebene, planare Glasscheiben genutzt. Bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 8** ist angedeutet, dass die Aufnahme **23** der zur Replikation dienenden Vorrichtung derart gestal-

tet ist, dass auch gekrümmte und gebogene Geometrien als Substrat beziehungsweise Träger vorgesehen sein können. Hierbei können als Substrat **13**, beispielsweise biegsame, flexible Glasscheiben verwendet werden, die in einer formgebenden Aufnahme **23** gehalten sind. In **Fig. 8** ist weiterhin angedeutet, dass eine herkömmliche Aufnahme mit als Substrat **13'** dienender flacher, planarer Scheibe in der zur Replikation dienenden Vorrichtung gegen die biegsamen Substrate **13** ausgetauscht werden kann.

21	Pfeil zur Andeutung der Verschiebbarkeit der Linse
22	Kugel
23	Aufnahme

[0036] An Stelle einer biegsamen Glasscheibe kann als Substrat **13** auch eine starre, gebogene Glasscheibe verwendet werden, insbesondere dann, wenn die Dicke der flexiblen Glasscheibe nicht für den definierten Abstand zwischen Masterhologramm **10** und neuem Aufzeichnungsmaterial **11** ausreicht. Das Biegen beziehungsweise Krümmen von Glasscheiben ist beispielsweise für gebogene Fenster, Scheiben eines Fahrzeugs oder gebogene Displays und Fernseher bekannt.

[0037] Dabei können mehrere, insbesondere beliebig viele, Aufnahmen mit unterschiedlich gebogenen, als Substrat **13** dienenden Glasscheiben vorgesehen sein, um für unterschiedliche Geometrien und Projekte eine gemeinsame Fertigung auf einer entsprechenden Vorrichtung zur Replikation zu ermöglichen. Die Mechanik und insbesondere die Führung von Anpressrollen, um das Aufzeichnungsmaterial an die gebogene Glasscheibe zu laminieren, ist entsprechend variabel vorzusehen, um die unterschiedlichen geometrischen Aufnahmen und Glasscheiben nutzen zu können.

Bezugszeichenliste

1	lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial
2	Referenzstrahl
10	Masterhologramm
11	lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial
12	Referenzstrahl
13	Substrat
13'	Substrat gemäß dem Stand der Technik
14	Rolle
15	Krümmung
16, 17	Pfeile zur Andeutung der Verschiebbarkeit der Rolle
18	Optikmittel
19, 20	Linse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102016107210 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Hologramms, das insbesondere auf einen gekrümmten Träger aufbringbar ist, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- Krümmen eines flächigen, lichtempfindlichen Aufzeichnungsmaterials (11),
- Einbelichten des Hologramms in das gekrümmte Aufzeichnungsmaterial (11).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das hergestellte Hologramm als Masterhologramm (10) für die Herstellung von Replik-Hologrammen dient oder dass das hergestellte Hologramm ein Replik-Hologramm ist.

3. Vorrichtung zur Herstellung eines Hologramms, das insbesondere auf einen gekrümmten Träger aufbringbar ist, umfassend

- eine Lichtquelle, insbesondere eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserstrahlung,
- eine Aufnahme (23) für ein flächiges, lichtempfindliches Aufzeichnungsmaterial (11), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme (23) derart ausgebildet ist, dass das Aufzeichnungsmaterial (11) gekrümmt ist oder gekrümmt sein kann und dass das Hologramm mit dem von der Lichtquelle ausgehenden Licht in das Aufzeichnungsmaterial (11) einbelichtet werden kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 oder 2 geeignet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens eine Rolle (14), vorzugsweise mehrere Rollen (14) umfasst, die mittelbar oder unmittelbar an einer Seite des Aufzeichnungsmaterials (11) angelegt werden kann beziehungsweise die mittelbar oder unmittelbar an einer oder beiden Seiten des Aufzeichnungsmaterials (11) angelegt werden können, um das Aufzeichnungsmaterial (11) zu krümmen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Rolle (14) zur Krümmung des Aufzeichnungsmaterials (11) in mindestens einer, vorzugsweise in zwei zueinander senkrechten Richtungen, bewegt werden kann.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens eine Kugel (22) oder mindestens ein Wälzlager, vorzugsweise mehrere Kugeln (22) oder mehrere Wälzlager umfasst, die mittelbar oder unmittelbar an einer Seite des Aufzeichnungsmaterials (11) angelegt werden kann beziehungsweise die mittelbar oder unmittelbar an einer oder beiden Seiten des Auf-

zeichnungsmaterials (11) angelegt werden können, um das Aufzeichnungsmaterial (11) zu krümmen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Kugel (22) oder das mindestens eine Wälzlager zur Krümmung des Aufzeichnungsmaterials (11) in mindestens einer, vorzugsweise in zwei oder drei zueinander senkrechten Richtungen, bewegt werden kann.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens ein Substrat (13) umfasst, auf das das Aufzeichnungsmaterial (11) aufbringbar ist, wobei im auf das mindestens eine Substrat (13) aufgebrachten Zustand des Aufzeichnungsmaterials (11) das Hologramm in das Aufzeichnungsmaterial (11) einbelichtet werden kann.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Herstellung von Replik-Hologrammen dient, wobei auf eine Seite des Substrats (13) ein Masterhologramm (10) und auf die andere Seite des Substrats (13) das lichtempfindliche Aufzeichnungsmaterial (11) aufgebracht werden kann.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Substrat (13) biegsam ist, so dass das Substrat (13) zusammen mit dem Aufzeichnungsmaterial (11) gekrümmt werden kann, oder dass das Substrat (13) gekrümmt ist, wobei die Vorrichtung insbesondere eine Mehrzahl unterschiedlich gekrümmter Substrate (13) umfasst.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle als scannende Laserlichtquelle, mit der eine linienförmige oder eine punktförmige Intensitätsverteilung über das Masterhologramm (10) gescannt werden kann, oder als Laserlichtquelle zur Erzeugung einer flächigen Beleuchtung des Masterhologramms (10) oder als Laserlichtquelle zur Erzeugung von Laserpulsen ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung Optikum (18) zur Formung des von der Lichtquelle ausgehenden Lichts umfasst, wobei die Optikum (18) mindestens eine bewegbare Linse (19, 20) umfasst.

14. Hologramm, insbesondere Replik-Hologramm, hergestellt durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2 und/oder mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, wobei das Hologramm insbesondere für die Aufbringung auf eine gekrümmte Fläche und/oder für die Verwendung mit einer

Lichtquelle mit einer vorgegebenen Divergenz vorgesehen ist.

15. Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug, insbesondere Scheinwerfer für ein Fahrzeug, umfassend ein Hologramm nach Anspruch 14, wobei die Beleuchtungsvorrichtung insbesondere eine gekrümmte Fläche umfasst, auf der das Hologramm angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 9

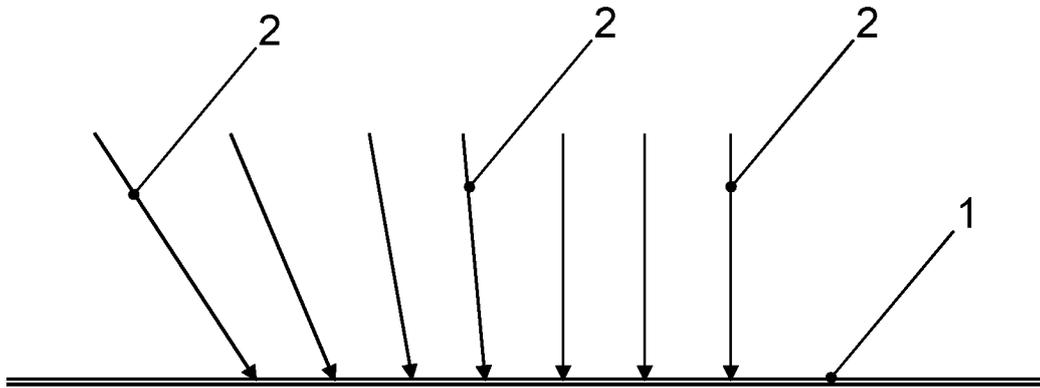


Fig. 1

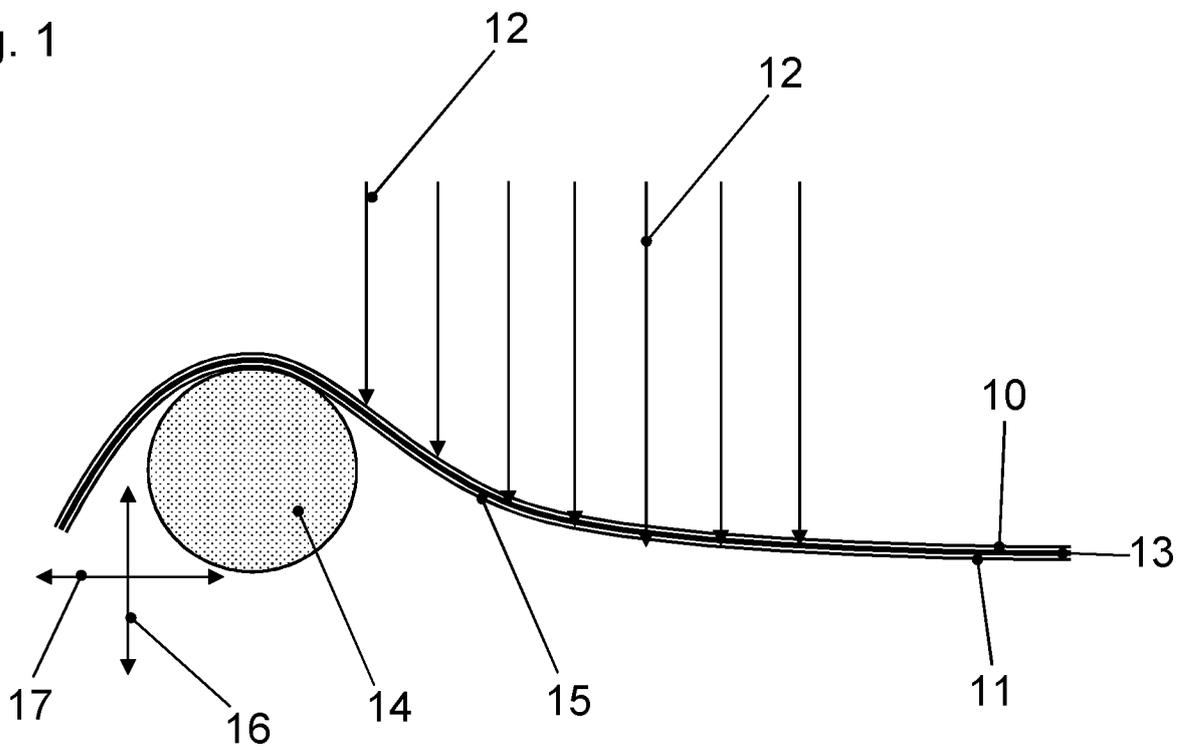


Fig. 2

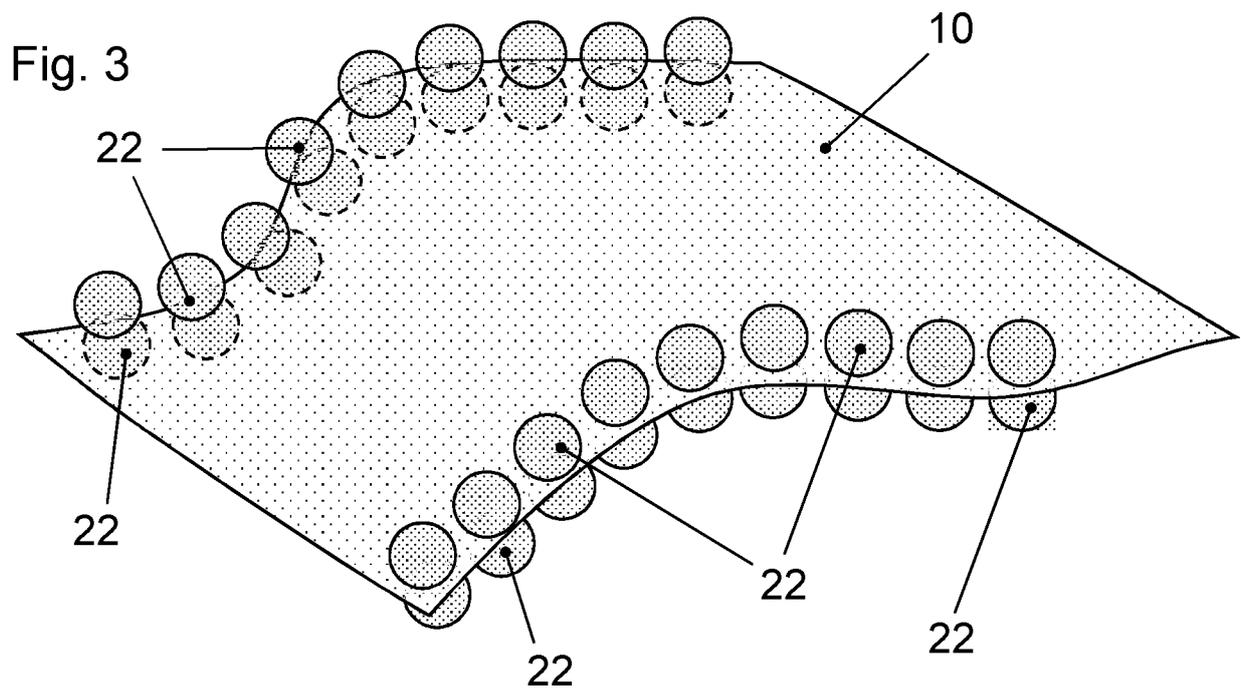
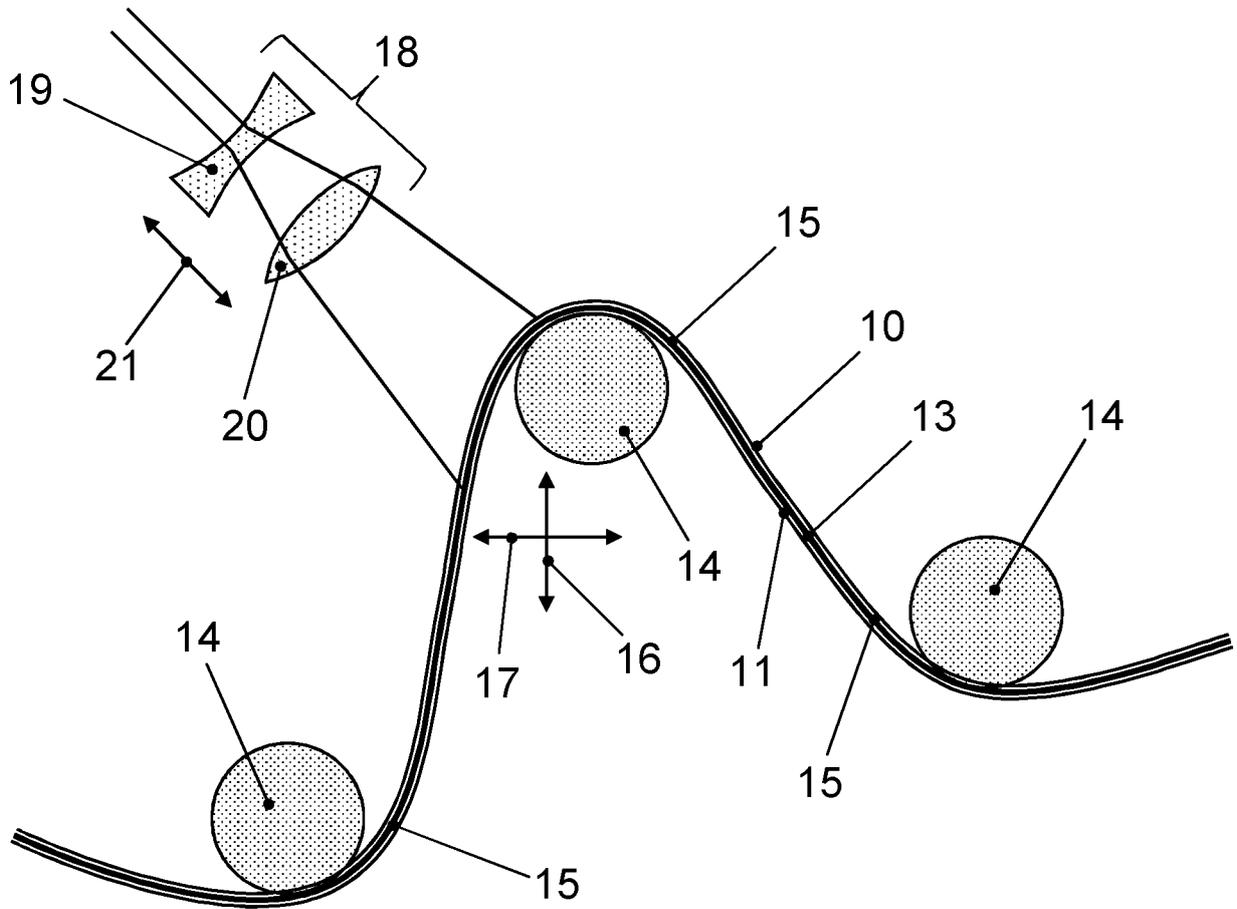


Fig. 4

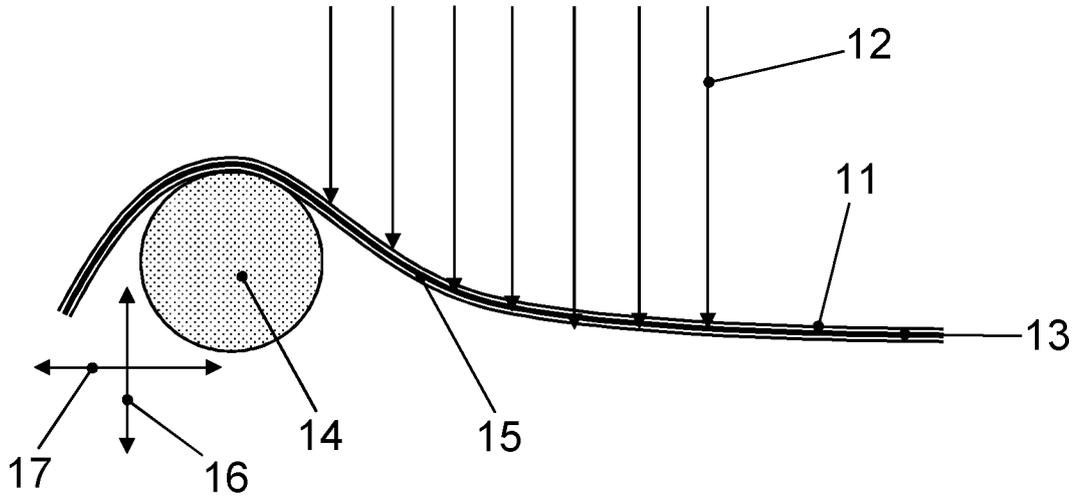


Fig. 5

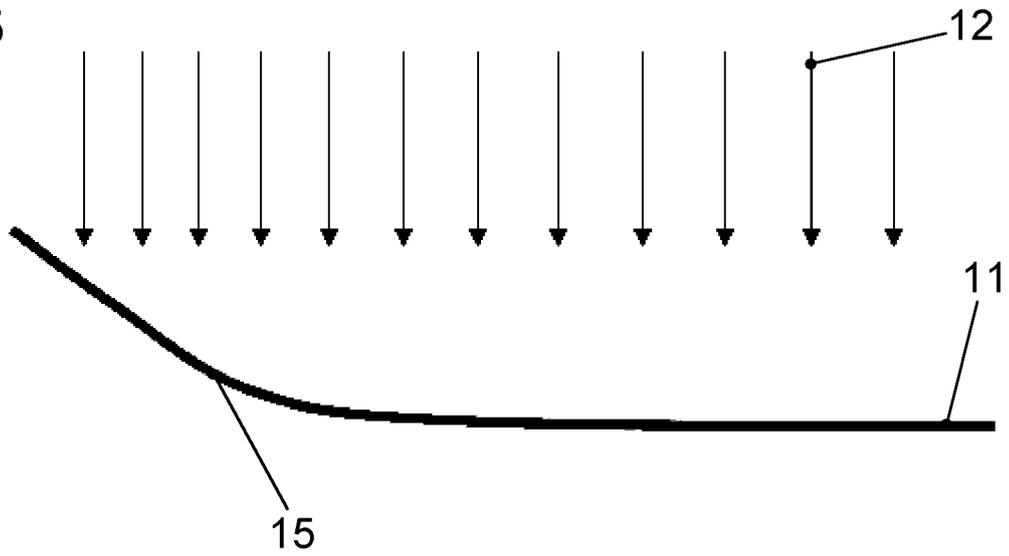
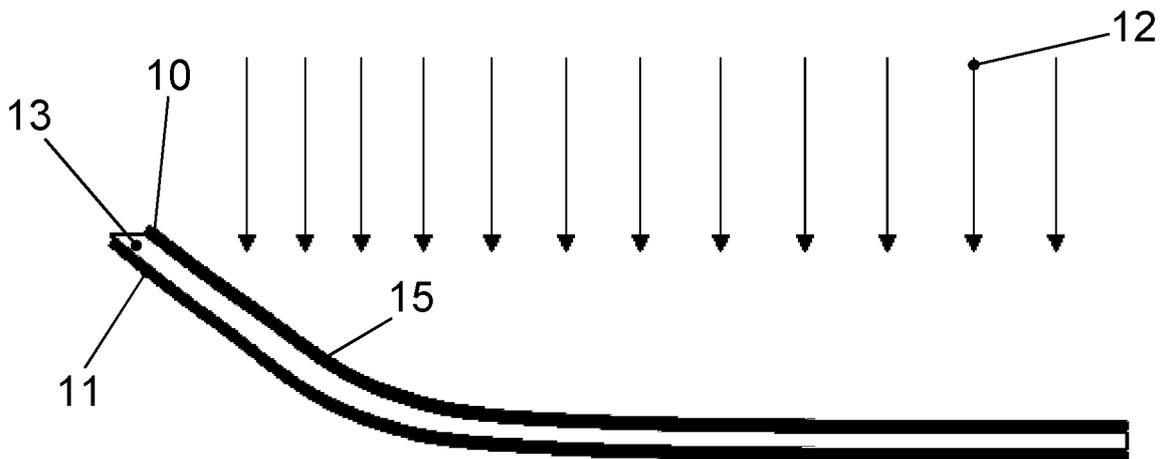


Fig. 6



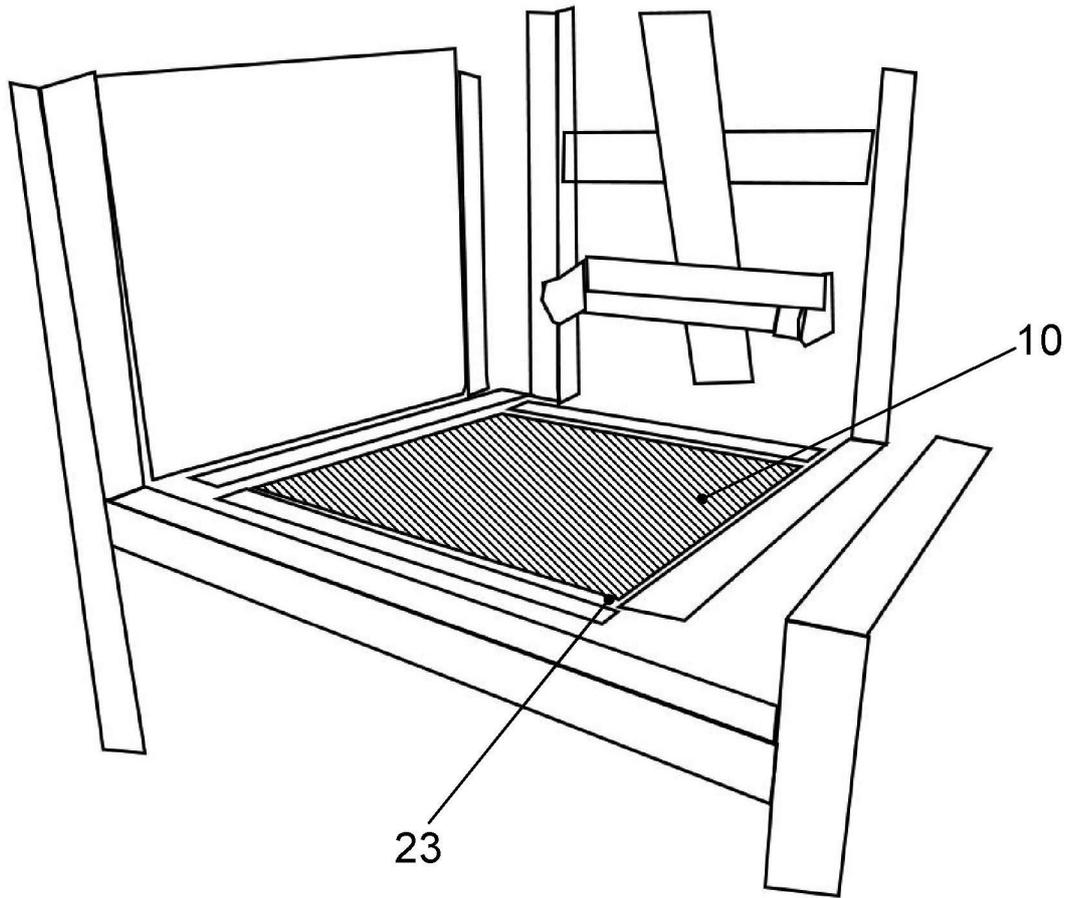


Fig. 7

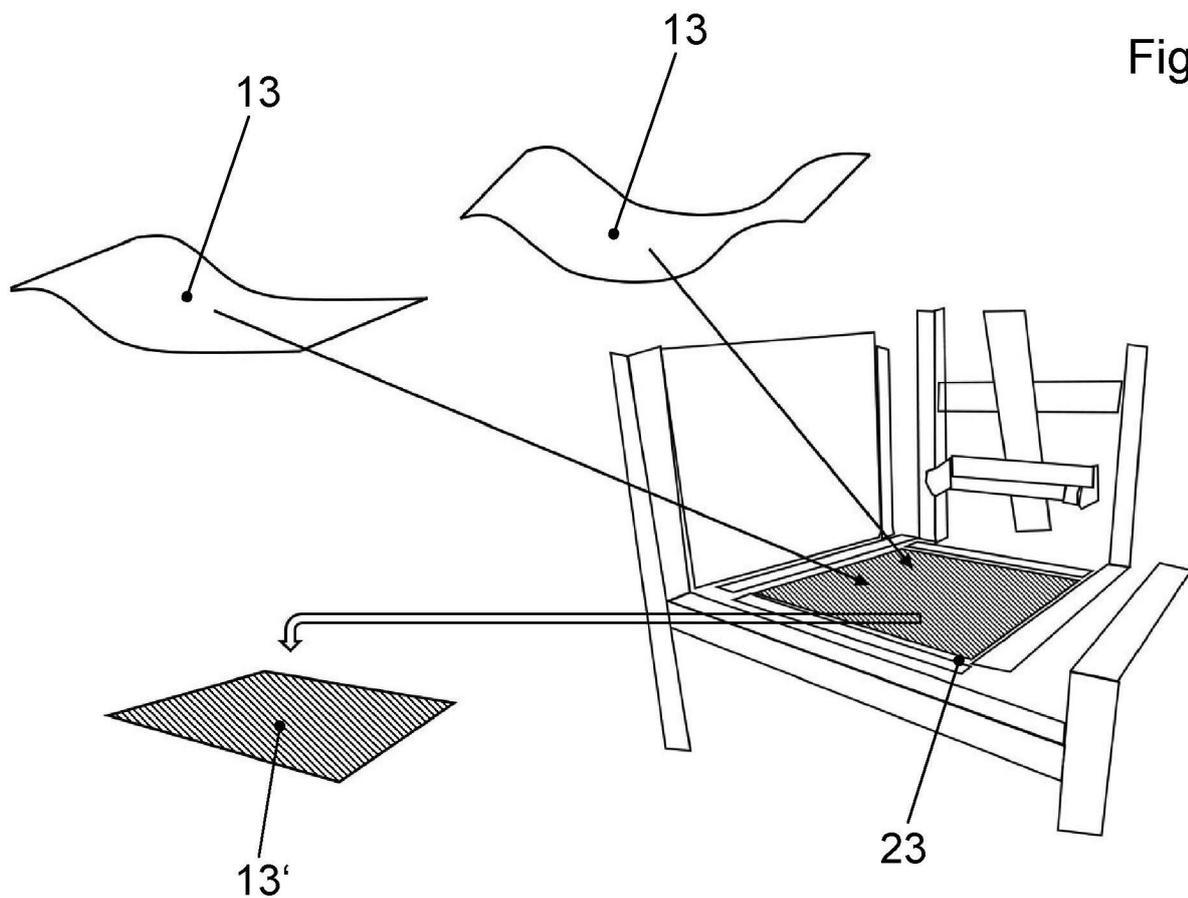


Fig. 8