(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 16 977 T2** 2008.07.31

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 558 954 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 16 977.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE03/01709**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 770 199.2**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/042442**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.11.2003**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **21.05.2004**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.08.2005**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **17.10.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.07.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***G02B 6/13*** (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)
H01L 21/70 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
0203266 **05.11.2002** **SE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(73) Patentinhaber:
IMEGO AB, Göteburg/Göteborg, SE

(74) Vertreter:
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte, 80331 München

(72) Erfinder:
ANDERSSON, Gert, S-437 93 Lindome, SE; BENGTSSON, Stefan, S-429 42 Särö, SE; HARD, Sverker, S-412 70 Göteborg, SE; LARSSON, Anders, S-427 34 Billdal, SE; NIKOLAJEFF, Fredrik, S - 117 65 Stockholm, SE; RÖDJEGARD, Henrik, S-433 51 Öjersjö, SE

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER BEWEGLICHEN LINSENSTRUKTUR FÜR EINE LICHT-FORMUNGSEINHEIT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Produktion von optischen Komponenten und vorzugsweise die Produktion von optischen Komponenten, welche eine bewegbare mikromechanische Vorrichtung mit einer Lichtformungseinheit umfassen.

BESCHREIBUNG DES VERWANDTEN STANDES DER TECHNIK

[0002] Bei der Produktion von optischen Komponenten und vorzugsweise von Komponenten, welche mikromechanische Positioniervorrichtungen umfassen, ist es bekannt, eine Linse in einer derartigen Anordnung zu verwenden, siehe zum Beispiel US-5 734 490 und US-5 923 480.

[0003] In US-5 734 490 ist auch beschrieben, wie die Produktion einer Linse und Mikromechanik erreicht werden kann. Hier umfasst die mikromechanische Struktur Arme, welche mit einer Linse von der Seite verbunden sind. Die Linse wird zuerst gebildet, gefolgt durch das Bilden der mechanischen Struktur. Dies ist möglich, da sich die Arme auf der Seite der Linse erstrecken. Die Linse wird hier durch das gleiche transparente Material wie die Arme gebildet.

[0004] In US-5 923 480 ist ein Beispiel vorgesehen, wie eine Linse und eine Struktur produziert wird. Hier findet das Bilden eines Teils der mikromechanischen Struktur in der Form von Armen, welche die Linse halten, zusammen mit dem Bilden der Linse statt, gefolgt durch das Bilden des Restes der mikromechanischen Struktur. Auch hier werden die Arme und die Linse aus dem gleichen Material gebildet. In diesem Dokument ist es weiterhin schwierig, die Linsenstruktur zu variieren, welche in der Form eines Zylinders ist. Um einen Lichtdurchgangskanal unterhalb der Linse vorzusehen, ist es auch erforderlich, dass dieser gebildet wird, wenn das Material, welches die Linse und Arme werden soll, auf einem Substrat abgelagert wird.

[0005] US-6 074 888 und US-5 097 354 beschreiben Linsen, welche in optischen Systemen verwendet werden, jedoch ohne als eine kompakte Komponente, welche auch Mikromechanik enthält, angeordnet zu sein.

[0006] US-6 054 335 beschreibt einen bewegbaren Laser in einer Komponente, welche auch eine Linse enthält. Die Linse wird jedoch wahrscheinlich auch auf der Struktur nach dem Formen der anderen Teile der Struktur angeordnet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die vorliegende Erfindung ist auf das Lösen der Aufgabe des Vorsehen eines Weges gerichtet, eine bewegbare Struktur für eine Lichtformungseinheit zu produzieren, welche eine vereinfachte Produktion der Lichtformungseinheit auf einer Mikromechanik ermöglicht, verglichen mit dem Stand der Technik.

[0008] Dies wird durch ein Verfahren zum Herstellen einer kompakten bewegbaren Struktur für eine Lichtformungseinheit erreicht, welche die folgenden Schritte umfasst: Bilden einer Lichtformungseinheit aus einem Material, welches auf einem Träger eines anderen Materials vorgesehen wird, und Bilden einer mikromechanischen Struktur aus dem Träger, wobei das Bilden der Lichtformungseinheit stattfindet, bevor die mikromechanische Struktur gebildet wird.

[0009] Durch das Produktionsverfahren gemäß der Erfindung werden Kompatibilitätsanforderungen zwischen der Mikromechanik und der Lichtformungseinheit, welche ansonsten schwierig zu erfüllen sind, vereinfacht. Durch das Verfahren gemäß der Erfindung wird auch ein späterer Zusammenbau der Lichtformungseinheit vermieden, was ein teurer Verarbeitungsschritt sein kann.

[0010] Da die Lichtformungseinheiten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durch Prägen produziert werden, können diese unter Verwendung einer Massenproduktion produziert werden, was die Kosten der Struktur senkt.

[0011] Die allgemeine Idee der Erfindung basiert somit auf der Tatsache, dass in der Produktion einer bewegbaren Struktur für eine Lichtformungseinheit zuerst eine Lichtformungseinheit auf einem Substrat gebildet wird, und erst danach die Mikromechanik gebildet wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, wobei

[0013] Fig. 1 schematisch eine perspektivische Ansicht einer optischen Komponente zeigt, welche einen ersten Typ einer mikromechanischen Konstruktion aufweist,

[0014] Fig. 2 eine Draufsicht auf einen zweiten Typ der mikromechanischen Konstruktion zeigt,

[0015] Fig. 3 schematisch eine Schnittansicht einer vollständigen Komponente zeigt,

[0016] Fig. 4 bis Fig. 13 Schnittansichten von ver-

schiedenen Produktionsschritten in der Produktion einer Komponente gemäß der Erfindung zeigen,

[0017] Fig. 14 schematisch das Prägen einer Linse zeigt,

[0018] Fig. 15 die geprägte Linse auf einem Substrat zeigt und

[0019] Fig. 16 ein Flussdiagramm von verschiedenen Produktionsschritten in dem Verfahren gemäß der Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0020] Die vorliegende Erfindung betrifft die Produktion einer bewegbaren Lichtformungseinheit in der Form einer Linse, und dann vorzugsweise eine Linse mit einer entsprechenden mikromechanischen Struktur, welche die Linse derartig bewegt, dass Licht von einer optischen Komponente, welche mit der bewegbaren Linse verbunden ist, abgelenkt werden kann.

[0021] Fig. 1 zeigt schematisch eine Schaltung **10**, welche gemäß der Erfindung hergestellt ist, in einer perspektivischen Ansicht. Eine optische Komponente in der Form eines Lasers, eines optischen Detektors oder einer optischen Faser (nicht gezeigt) ist in einem Wafer **26** vorgesehen, wobei auf dem Wafer eine mikromechanische Vorrichtung vorgesehen ist, welche eine rechteckige intermediäre Platte **14** und zwei gegenüberliegende Seitenplatten **22** umfasst. Eine Linse **12** ist auf der intermediären Platte vorgesehen. Die intermediäre Platte ist mit Zähnen **18** ausgestattet, welche mit Hohlräumen zwischen entsprechenden Zähnen **16** auf den zwei Seitenplatten **22** übereinstimmen. Die Seitenplatten **22** umfassen jeweils einen Kontakt **20**, welcher zum Steuern der mikromechanischen Vorrichtung verwendet wird. Die intermediäre Platte **14** ist an zwei gegenüberliegenden Lagerpunkten **29** über zwei elastische Arme **28** gelagert, wobei die Lagerpunkte und Arme auch einen Teil der mikromechanischen Struktur bilden. Die Zähne **18** sind auf zwei gegenüberliegenden Seiten der rechteckigen intermediären Platte angeordnet, während die elastischen Arme **28** auf den zwei verbleibenden gegenüberliegenden Seiten der intermediären Platte **14** angeordnet sind. In der Figur weisen die Arme eine gerade Struktur auf.

[0022] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausführungsform der mikromechanischen Struktur. Der Unterschied zu Fig. 1 ist der, dass jede Seite der intermediären Platte **14**, welche Arme **28** aufweist, Arme mit einer gefalteten Zickzackstruktur aufweist, um die Elastizität zu vereinfachen, wenn die intermediäre Platte **14** bewegt wird. In einer entsprechenden Weise ist jeder Arm mit einem entsprechenden Lagerpunkt versehen. Die Konstruktion gemäß Fig. 2 weist somit vier Lagerpunkte **29** auf.

[0023] Fig. 3 zeigt schematisch eine Schnittansicht der Vorrichtung gemäß Fig. 1 oder Fig. 2. Hier ist der Wafer **26** gezeigt, welcher einen Halbleiterlaser **24** enthält. Die mikromechanische Vorrichtung ist mit den zwei Seitenplatten **22** und der intermediären Platte **14** oberhalb des Lasers angeordnet. Die Linse **12** ist auf der intermediären Platte **14** angeordnet, wobei die Platte mit einem Hohlraum oder Lichtdurchgangskanal zwischen der Linse und dem Laser versehen ist, um dem Licht zu erlauben, von dem Laser gesendet zu werden und durch die Linse **12** fokussiert zu werden. Im Betrieb kann die intermediäre Platte hergestellt sein, um sich in einer horizontalen Richtung zu bewegen, aufgrund von elektrischen Spannungen, welche an die Kontakte **20** angelegt worden sind, und aufgrund der Elastizität der Arme, welche in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt sind. Auf diese Weise kann die Linse sicherstellen, dass der Laserstrahl abgelenkt oder in unterschiedlichen Richtungen gescannt wird. Dies kann entweder in der rechten Richtung oder in der linken Richtung in Abhängigkeit davon durchgeführt werden, wie die intermediäre Platte **14** bewegt wird. Die Komponente gemäß der Erfindung kann daher auf eine Vielzahl von Arten verwendet werden, von welchen einige später erwähnt werden.

[0024] Wie die Vorrichtung gemäß einem bevorzugten Verfahren hergestellt wird, wird nun mit Bezug auf Fig. 4 bis Fig. 13 beschrieben werden, welche Schnittansichten von verschiedenen Substraten und Schichten in der Produktion der Mikromechanik und Linse zeigen.

[0025] Zuerst wird eine Schicht von Linsenmaterial **30** mit einer Dicke von ungefähr 3 bis 5 µm auf einem Träger oder einem Substrat gebildet. Der Träger umfasst eine erste Siliziumschicht **32** von einer Dicke von 10 µm. Unter der ersten Siliziumschicht **32** befindet sich eine Schicht **34** von Quarz mit einer Dicke von ungefähr 1 bis 2 µm. Unter dem Quarz **34** ist eine zweite Siliziumschicht **36** von einer Dicke von 500 µm vorhanden. Unter der zweiten Siliziumschicht ist eine Schicht eines Decklagenoxids **38** vorhanden. Das Linsenmaterial **30** ist vorzugsweise in der Form von einem Polymer und in der bevorzugten Ausführungsform CYTOP. Eine Alternative zu CYTOP ist Parylene. Eine bevorzugte Weise, das Linsenmaterial aufzubringen, ist durch Spinnbeschichtung, obwohl andere Wege natürlich auch möglich sind, wie beispielsweise eine chemische Ablagerung oder eine Sprühbeschichtung. Der Träger mit Linsenmaterial **30** ist in Fig. 4 gezeigt.

[0026] Danach wird die Linse in dem Linsenmaterial **30** gebildet, was vorzugweise durch Prägen ausgeführt wird. Bei dem Prägen wird das Linsenmaterial auf ungefähr 80 bis 110°C erhitzt, und dann wird die

Linse unter Verwendung eines Stempels geprägt. Die Linse kann zum Beispiel eine beugende Struktur aufweisen, obwohl auch andere Typen von Linsenstrukturen möglich sind, wie beispielsweise rein konvexe oder rein konkave Linsen.

[0027] Danach wird ein Fotoresist über dem Linsenmaterial aufgebracht, zum Beispiel AZ-4562. Das Fotoresist wird durch Fotolithografie gedruckt, das heißt, es wird bestrahlt. Nach dem Entwickeln des Fotoresists, verbleibt Resist in der Form einer Maske nur oberhalb der Bereiche, welche verbleiben sollen, das heißt, die Linse selbst. Danach folgt ein Ätzen des Linsenmaterials unter Verwendung eines O_2-Plasmas, um überflüssiges Linsenmaterial zu entfernen. Nach dem Ätzen wird die Maske entfernt, zum Beispiel unter Verwendung von Aceton. Die fertiggestellte Linse **12** wird auf dem Träger belassen, was in Fig. 5 gezeigt ist. Was hier beschrieben worden ist, ist somit normale Fotolithografie.

[0028] Nachdem die Linse fertiggestellt worden ist, fährt das Verfahren der Produktion mit einer Metallisierung der Kontakte fort. Metall wird in der Form von Gold/Chrom oder alternativ Aluminium über dem gesamten Wafer aufgebracht, zum Beispiel durch ein Verdampfungs- oder Sputterverfahren. Metallkontakte werden danach gebildet unter Verwendung eines Fotolithographieverfahrens, das heißt, durch Legen einer Maske auf die Bereiche, welche verbleiben sollen (positives Resist). Das überflüssige Metall wird dann unter Verwendung eines geeigneten Metallätzmittels weggeätzt. Fig. 6 zeigt die Kontakte **20**, welche auf diese Weise zusammen mit der Linse **12** auf dem Träger mit den zwei Siliziumschichten **32** und **36** sowie den Oxidschichten **34** und **38** vorgesehen werden.

[0029] Danach wird eine Öffnung durch die Rückseite des Trägers gebildet unter Verwendung von Fotolithografie oder Ätzen, das heißt durch Vorsehen einer Maske auf den äußeren Teilen des Decklagenoxids **38** und dann Wegätzen des Oxids in der Mitte. Die Maske wird nach dem Ätzen entfernt. Die Struktur nach dem Ätzen ist in Fig. 7 gezeigt.

[0030] Danach ist es Zeit, das mechanische Muster in der Form der Fingerstruktur zu bilden, und die elastischen Beine, welche in Fig. 1 und/oder Fig. 2 erscheinen. Die mikromechanische Struktur wird somit nun gebildet, jedoch ohne ein Freigeben der intermediären Platte. Sie kann somit noch nicht nach diesem Schritt bewegt werden. Dies wird durch Aufbringen eines Resists **40** auf die Oberseite des Trägers auf die Teile **20**, **12** durchgeführt, wo das Material nicht entfernt worden ist. Das Resist wird dann angeordnet, wo das mechanische Muster erhalten werden soll. Dies ist in Fig. 8 gezeigt.

[0031] Nachdem solch eine Maske gebildet worden ist, wird das nicht abgedeckte Siliziummaterial weggeätzt unter Verwendung von Plasmaätzen. Wie aus Fig. 9 ersichtlich ist, ist ein großer Teil der Siliziumschicht **32** oberhalb der Oxidschicht **34** weggeätzt worden. Auf diese Weise ist die Struktur, welche in Fig. 1 und/oder Fig. 2 gezeigt ist, mit der intermediären Platte **14** und elastischen Armen **28** erhalten worden, welche die intermediäre Platte **14** mit den Seitenplatten **22** verbinden. Hiernach wird das Resist auf eine bekannte Weise abgelöst.

[0032] Hiernach wird eine temporäre Schutzschicht auf der Oberseite der Struktur montiert. Zuerst eine Resistschicht **42** und dann eine Siliziumschicht **44**. Dies wird in der bevorzugten Ausführungsform durch "Kleben" eines Wafers durchgeführt, welcher eine Siliziumschicht **44** und eine Resistschicht **42** auf der Linse und Mikromechanik umfasst. Durch diese Operation werden die Linse **12** und Kontakte **20** mit der Hilfe der Resistschicht **42** fixiert. Hiernach folgt ein Ätzen von unterhalb, um einen Hohlraum unter der inneren Oxidschicht **34** zu bilden. Bei diesem Ätzen wirkt die untere Oxidschicht **34** als eine Maske. Danach wird ein Resist **43** durch Sprühen aufgebracht, zum Beispiel maP-215s mit Ethylacetat, auf die Unterseite mit der Ausnahme eines Bereichs direkt unterhalb der Linse, um die Bildung eines Durchgangs für einen Laserstrahl zu erlauben. Die Struktur mit dieser Resistschicht ist in Fig. 10 gezeigt.

[0033] Danach wird der Hohlraum bis hinauf zu der Linse **10** gebildet, zuerst durch Oxidätzen durch die Oxidschicht **34**, gefolgt durch Siliziumätzen durch die intermediäre Platte **14**. Das Ätzen wird normalerweise auf solch eine Weise durchgeführt, dass die gesamte Struktur in ein Oxidätzmittel getaucht wird. Nach diesem Ätzen wird die Resistschicht **43** abgelöst. Das Ergebnis hiervon ist in Fig. 11 gezeigt. Ein Lichtdurchgangskanal ist dadurch durch die mikromechanische Struktur hinauf zu der Linse gebildet worden, und der durch eine später vorgesehene optische Komponente verwendet werden kann. Die Linse hat hier als eine Ätzblende gewirkt, wodurch zusätzliche Blendenschichten unnötig werden.

[0034] Danach folgt ein Oxidätzen von unterhalb, so dass die unterste Oxidschicht **38** entfernt wird, und nicht abgedeckte Teile der eingebauten Oxidschicht **34** entfernt werden. Das Ergebnis ist in Fig. 12 gezeigt.

[0035] Schließlich wird die Resistschicht **22** durch Tauchen der Konstruktoin in Aceton entfernt. Die oberste Siliziumschicht **44** wird dann in der Form eines Wafers vorgesehen, welcher abgehoben werden kann. Das Ergebnis ist in Fig. 13 gezeigt, welche somit die endgültige mikromechanische Struktur mit der Linse zeigt.

[0036] Die Struktur wird in Wasser gespült, in IPA

(Isopropanolalkohol) getaucht und getrocknet. Danach wird die erhaltene Struktur auf einer optischen Komponente montiert, welche das Substrat **26** ist, welches einen Laser **24**, einen optischen Detektor oder eine optische Faser umfasst, in Abhängigkeit von dem Typ der Vorrichtung, welche benötigt wird, siehe Fig. 3 und die Struktur wird gebondet.

[0037] Eine detaillierte Beschreibung des Prägungsverfahrens wird nun mit Bezug auf Fig. 14 gegeben, welche schematisch zwei heiße Platten **50a** und **50b** zeigt, zwischen welchen ein Siliziumwafer **50** oder Träger angeordnet worden ist, auf welchem ein Polymerfilm aufgesponnen worden ist, und eine Nickelform **54**, welche dem Linsenmaterial gegenüberliegt. Dieser Träger entspricht dem Träger, welcher in Fig. 4 gezeigt ist. Die Nickelform **54** wird als Platte gebildet, mit einem Hohlraum entsprechend der Linsenstruktur, welche die resultierende Linse aufweisen soll. Das Prägeverfahren wird auf solch eine Weise ausgeführt, dass zuerst die Nickelform **54** zwischen den beiden heißen Platten **50a** und **50b** eingefügt wird, und danach der Siliziumwafer **52** mit dem Linsenmaterial **30** direkt gegen die Form **54** zwischen den zwei heißen Platten **50a** und **50b** eingefügt wird, wobei das Linsenmaterial der Form **54** gegenüberliegt. Danach wird Druck auf die zwei heißen Platten **50a** und **50b** aufgebracht, was als Ergebnis liefert, dass der Wafer **52** mit Linsenmaterial **30** gegen die Form **54** gedrückt wird. Die Temperatur der heißen Platten **50a** und **50b** wird erhöht, was als Ergebnis liefert, dass das Linsenmaterial beginnt, aufzuweichen und sich der Form **54** anzupassen, das heißt, es wird in den Hohlraum der Form **54** gedrückt. Danach wird die Temperatur abgesenkt und der Druck wird abgesenkt, so dass der Siliziumwafer **52** mit dem Polymermaterial **30** aus der Form **54** entfernt werden kann. Auf diese Weise erhält das Linsenmaterial die invertierte Krümmung der Form, welche Krümmung in Fig. 15 gezeigt ist.

[0038] Die endgültige Vorrichtung kann eine Laserquelle sein, wo ein Laserstrahl, welcher durch den Laser erzeugt wird, gescannt wird, ein optischer Detektor, welcher einen Laserstrahl aufnimmt, oder eine optische Faser, welche einen Laserstrahl überträgt, der durch einen Laser erzeugt wurde, in Abhängigkeit von der Anwendung.

[0039] Die Vorrichtung gemäß der Erfindung weist viele Anwendungen auf. Sie kann zum Scannen eines Laserstrahls verwendet werden, was nützlich sein kann, wenn Fluoreszenz in DNA oder Zellanalysen detektiert wird. Die Erfindung kann auch verwendet werden, wenn Retinas in tragbaren Augenspiegeln getestet werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist, eine oder mehrere solcher Vorrichtungen im optischen Austausch zu haben.

[0040] Schließlich wird das Verfahren der Produktion schematisch mit Bezug auf Fig. 16 beschrieben werden, welche ein Flussdiagramm des Verfahrens der Produktion zeigt.

[0041] Zuerst wird das Linsenmaterial in der Form eines Polymers auf einem Träger oder einem Substrat aufgesponnen, Schritt **56**. Danach wird die Linse in das Linsenmaterial geprägt, und überschüssiges Linsenmaterial wird entfernt, Schritt **58**. Die mikromechanische Struktur wird danach in dem Substrat oder Träger von der Oberseite der Struktur gebildet, das heißt, von der Seite, auf welcher die Linse angeordnet ist, Schritt **60**. Dies wird gefolgt durch Bilden eines Lichtdurchgangskanals durch die Struktur oder das Substrat von der Unterseite, das heißt, hinauf zu der Linse, Schritt **62**. Wenn der Lichtdurchgangskanal fertiggestellt wird, wird die intermediäre Platte freigegeben, so dass sie bewegt werden kann, Schritt **64**. Schließlich wird die Linse und die mikromechanische Struktur auf einer optischen Komponente montiert und gebondet, Schritt **66**.

[0042] Es ist offensichtlich, dass verschiedene alternative Wege des Vorsehens der mikromechanischen Struktur zu denjenigen, welche beschrieben worden sind, möglich sind. Es gibt auch mehrere alternative Wege, um das Linsenmaterial aufzubringen, als das Spinnbeschichten. Metallkontakte können zum Beispiel nachdem die mikromechanische Struktur bereits gebildet worden ist, vorgesehen werden. Der Lichtdurchgangskanal kann auch als eine Alternative durch Nassätzen anstelle von Plasmaätzen gebildet werden.

[0043] Das Linsenmaterial und die mikromechanische Struktur werden geeignet ausgewählt gemäß dem Wellenlängenbereich, welcher die einzusetzende optische Komponente verwendet. Das verwendete Linsenmaterial ist vorzugsweise ein Polymer.

[0044] Oben wurde die Bewegung der Linse in einer Dimension zwischen einer linken und einer rechten Position durch die mikromechanische Struktur beschrieben. Es ist auch möglich, die mikromechanische Struktur auf solch eine Weise vorzusehen, dass die Linse in zwei Dimensionen durch das Vorsehen eines weiteren Zahns und Hohlräumen auf den anderen Seiten der intermediären Platte bewegt werden kann.

[0045] Das Prägeverfahren kann auch variiert werden. Die Form muss zum Beispiel nicht eine Nickelform sein, sondern es können auch andere Metalle verwendet werden. Die Reihenfolge, in welcher die Form und das Substrat zwischen den heißen Platten eingefügt werden, kann auch variiert werden. Sie können auch gleichzeitig eingefügt werden.

[0046] Durch das Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung, wobei das Bilden der Lichtformungsein-

heit in einem Material vor dem Bilden der mikromechanischen Struktur in einem anderen Material stattfindet, ist es möglich, eine Lichtformungseinheit mit einer darunterliegenden mikromechanischen Struktur auf eine einfache Weise zu bilden, und welches überhaupt keine schwierigen Kompatibilitätserfordernisse zwischen dem Bilden von Mikromechanik und dem Bilden der Lichtformungseinheit aufweist. Ein kostspieliges späteres Montieren von individuellen Elementen in der Lichtformungseinheit wird auch vermieden.

[0047] Durch Verwenden verschiedener Materialien für die Lichtformungseinheit und Mikromechanik können diese zur besten Leistung optimiert werden, in Anbetracht der optischen Eigenschaften und Robustheit/Zuverlässigkeit der Mechanik.

[0048] Das Material für die Lichtformungseinheit ist vorzugsweise ein Polymer und dann vorzugsweise CYTOP, was es möglich macht, die Lichtformungseinheiten durch Prägen herzustellen, eine sehr kostengünstige Technik.

[0049] Die Lichtformungseinheit ist in der bevorzugten Ausführungsform eine Linse. Jedoch sind andere Typen von Einheiten auch möglich, wie Gitter, ablenkende optische Komponenten, Fresnelllinsen, Phasenhologramme oder Kinoformen.

[0050] Der Lichtdurchgangskanal wird in der beschriebenen Ausführungsform als ein Hohlraum vorgesehen, wo Licht frei passieren kann. Er kann jedoch als Alternative in der Form eines Wellenleiters vorgesehen sein.

[0051] Die mikromechanische Struktur ist vorzugsweise aus Silizium gebildet, aufgrund seiner niedrigen Kosten. Andere Materialien können jedoch natürlich auch in Erwägung gezogen werden.

[0052] Die vorliegende Erfindung wird nur durch die folgenden Ansprüche beschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer kompakten beweglichen Struktur (**10**) für eine Lichtformungseinheit, welches die Schritte umfasst des:
Bilden einer Lichtformungseinheit (**12**) aus einem Material (**30**), welches auf einem Träger (**32**, **34**, **36**) eines anderen Materials vorgesehen wird (Schritt **58**), und
Bilden einer mikromechanischen Struktur (**12**, **16**, **18**, **22**, **29**, **28**) aus dem Träger (Schritt **60**), wobei
das Bilden der Lichtformungseinheit stattfindet, bevor die mikromechanische Struktur gebildet wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, welches weiterhin den Schritt des Ablagerns des Materials für die Lichtformungseinheit auf dem Träger (**56**) umfasst.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei das Material für die Lichtformungseinheit auf dem Träger gesponnen wird.

4. Verfahren gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, wobei die Lichtformungseinheit durch Prägen gebildet wird.

5. Verfahren gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, wobei die mikromechanische Struktur unter der Lichtformungseinheit gebildet wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei das Bilden der mikromechanischen Struktur ein Bilden der Struktur von oben umfasst.

7. Verfahren gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, wobei das Bilden der mikromechanischen Struktur ein Bilden einer Öffnung von dem Boden des Trägers (Schritt **62**) in einer Richtung zu der Lichtformungseinheit umfasst, um einen Lichtdurchgangskanal vorzusehen.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei die Lichtformungseinheit (**12**) als eine Ätzblende beim Bilden der Öffnung dient.

9. Verfahren gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei eine optische Komponente (**24**) an der Bodenseite der mikromechanischen Struktur angebracht wird (Schritt **66**), um die Projektion von Licht auf oder den Empfang von Licht von der Lichtformungseinheit durch den Lichtdurchgangskanal zu ermöglichen.

10. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 7–9, wobei der Lichtdurchgangskanal ein Hohlraum ist.

11. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 7–9, wobei der Lichtdurchgangskanal ein Wellenleiter ist.

12. Verfahren gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, wobei das Material für die Lichtformungseinheit ein Polymer ist.

13. Verfahren gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, wobei der Träger Silizium umfasst.

14. Verfahren gemäß irgendeinem der vorherigen Ansprüche, wobei die Lichtformungseinheit eine Linse ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

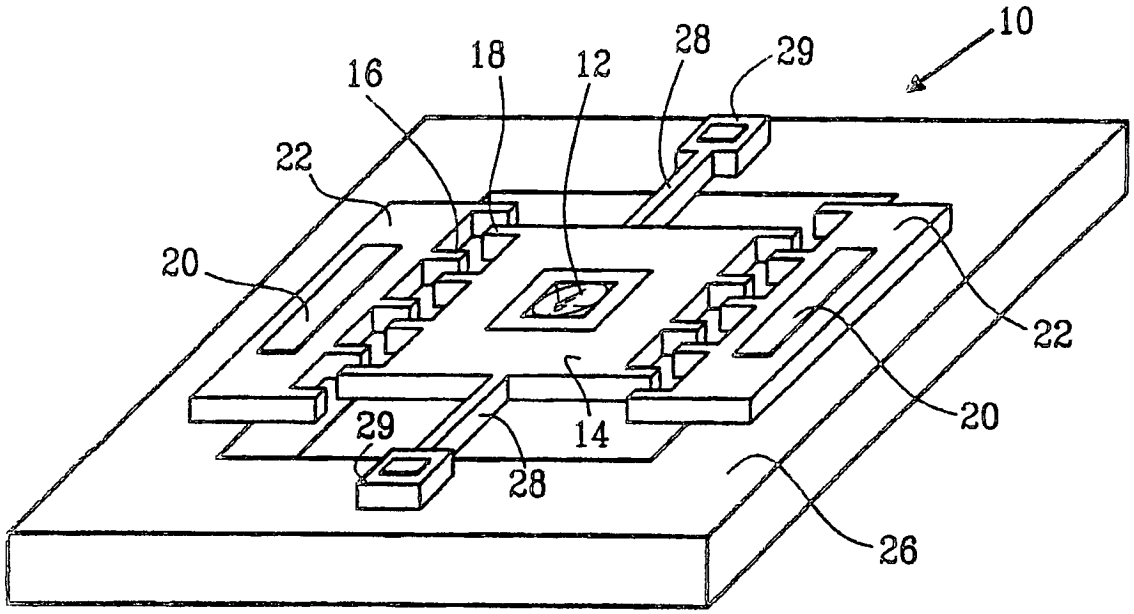


FIG. 1

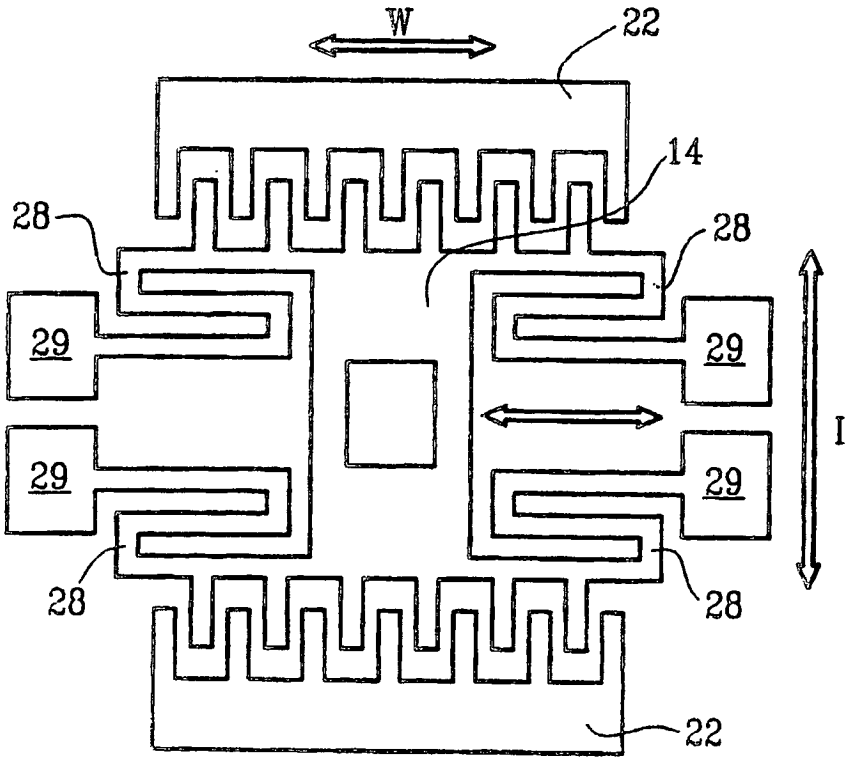


FIG. 2

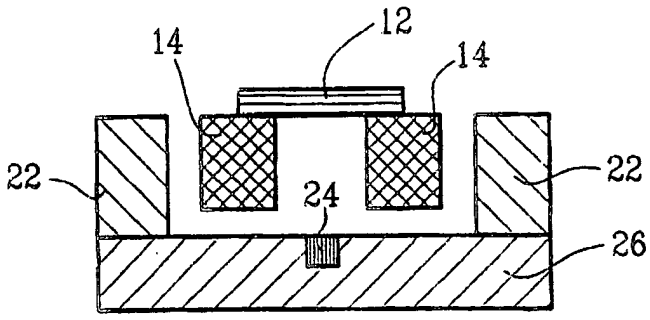


FIG.3

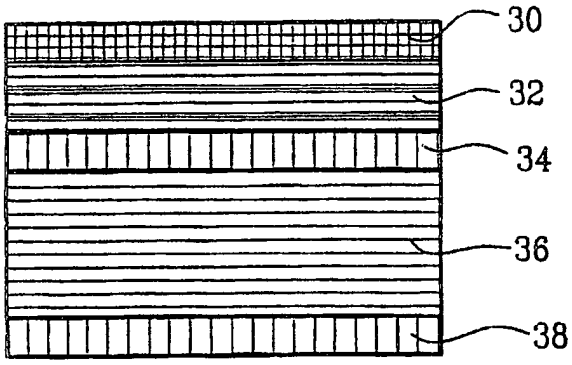


FIG.4

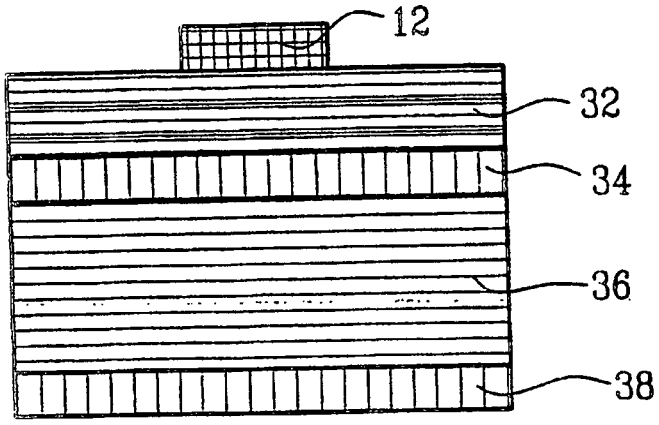


FIG.5

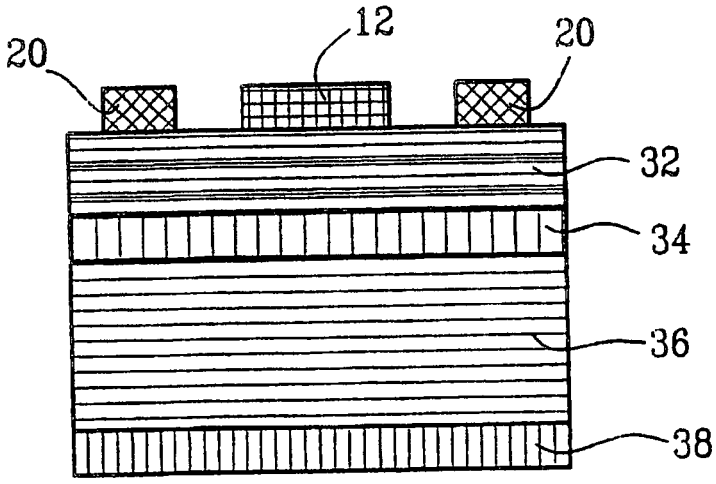


FIG.6

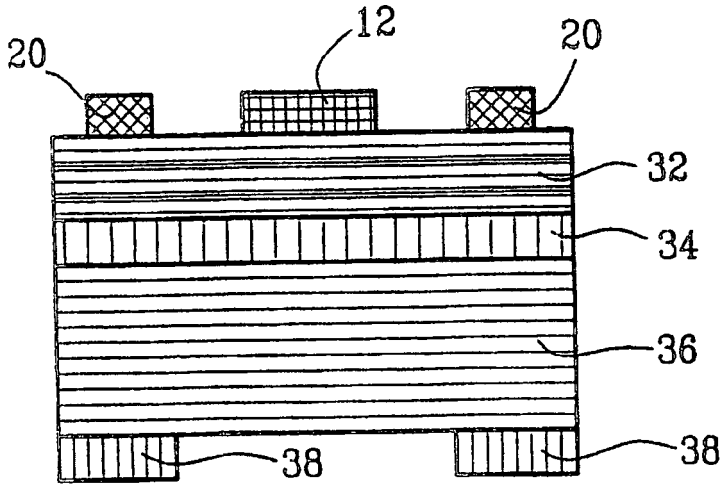


FIG.7

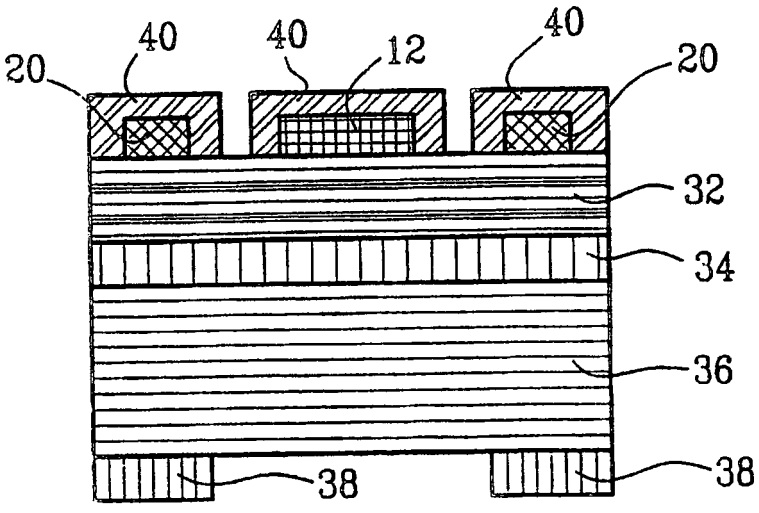


FIG.8

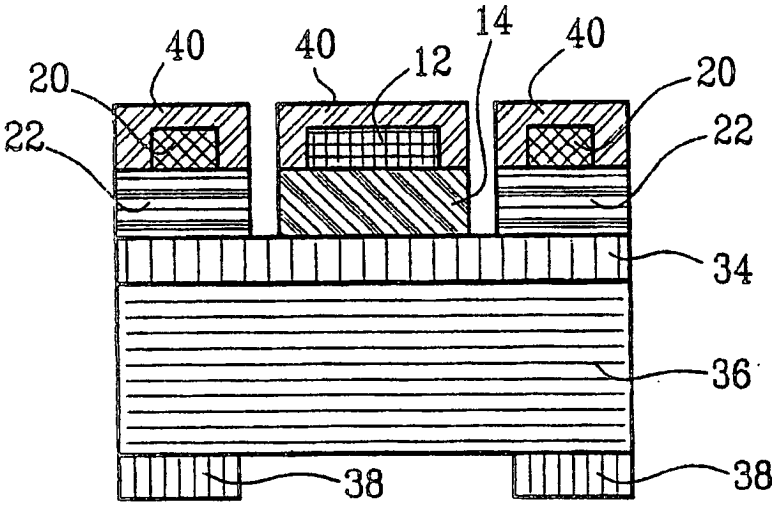

40
40
12
14
40
20
20
22
22
34
36
38
38

FIG.9

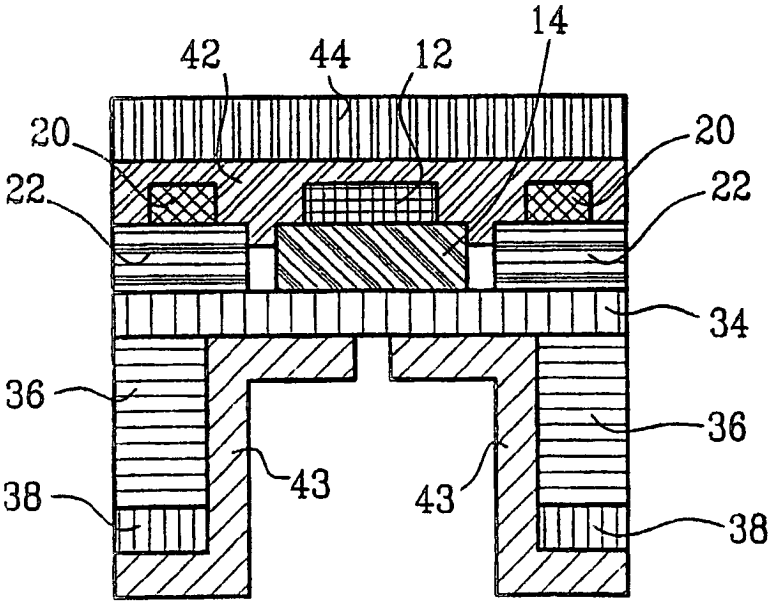

14
42
44
12
20
20
22
22
34
36
36
43
43
38
38

FIG.10

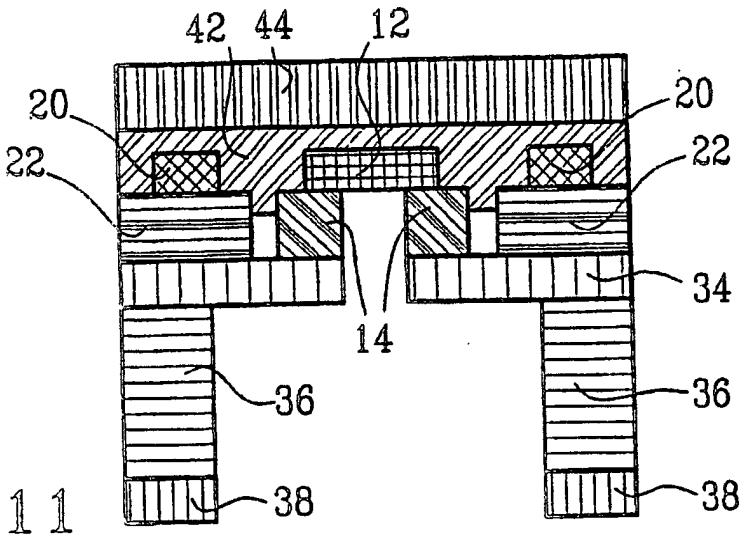


FIG. 11

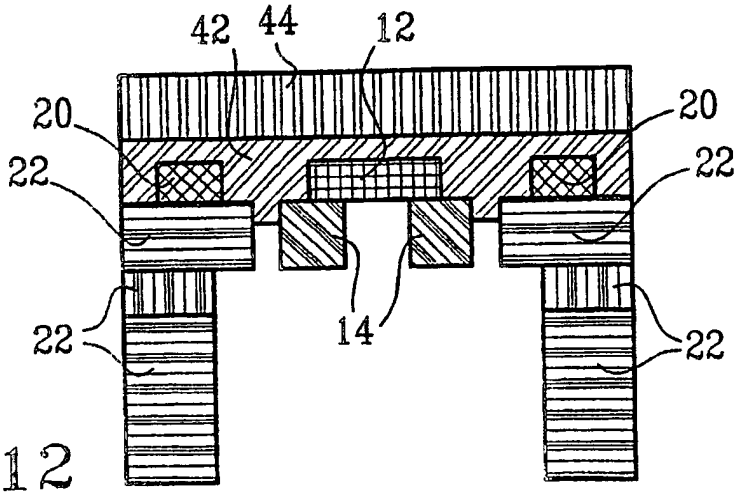


FIG. 12

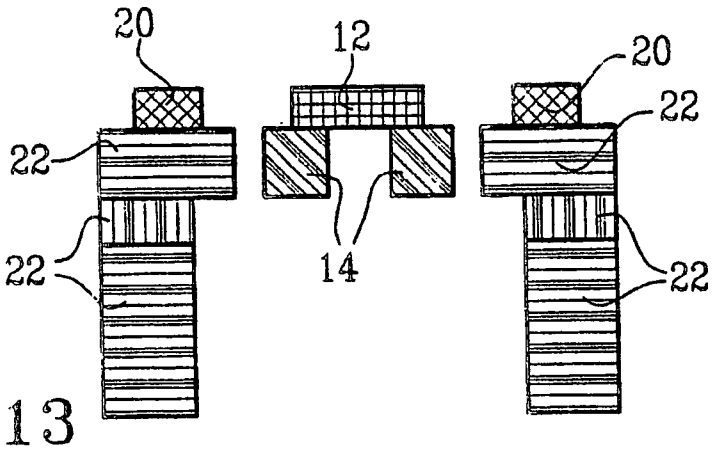


FIG.13

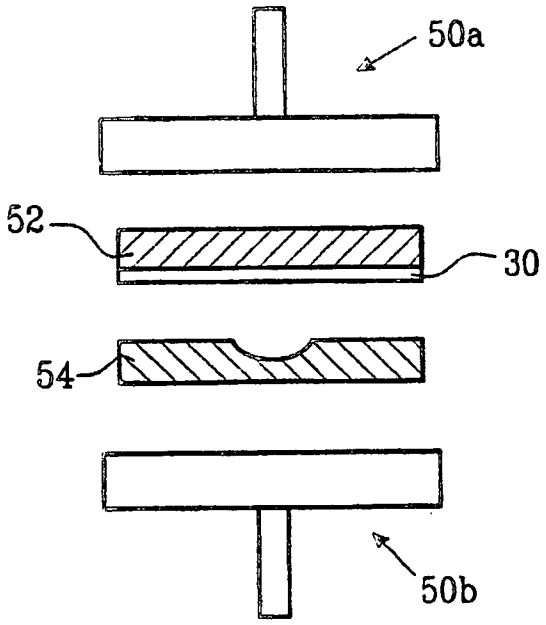


FIG.14

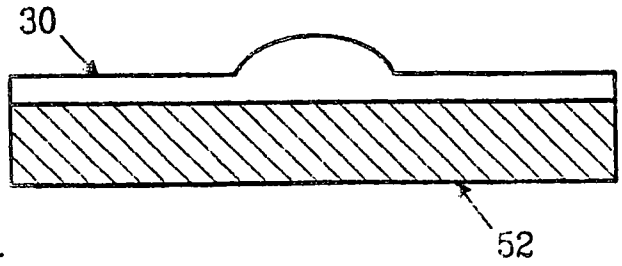


FIG.15

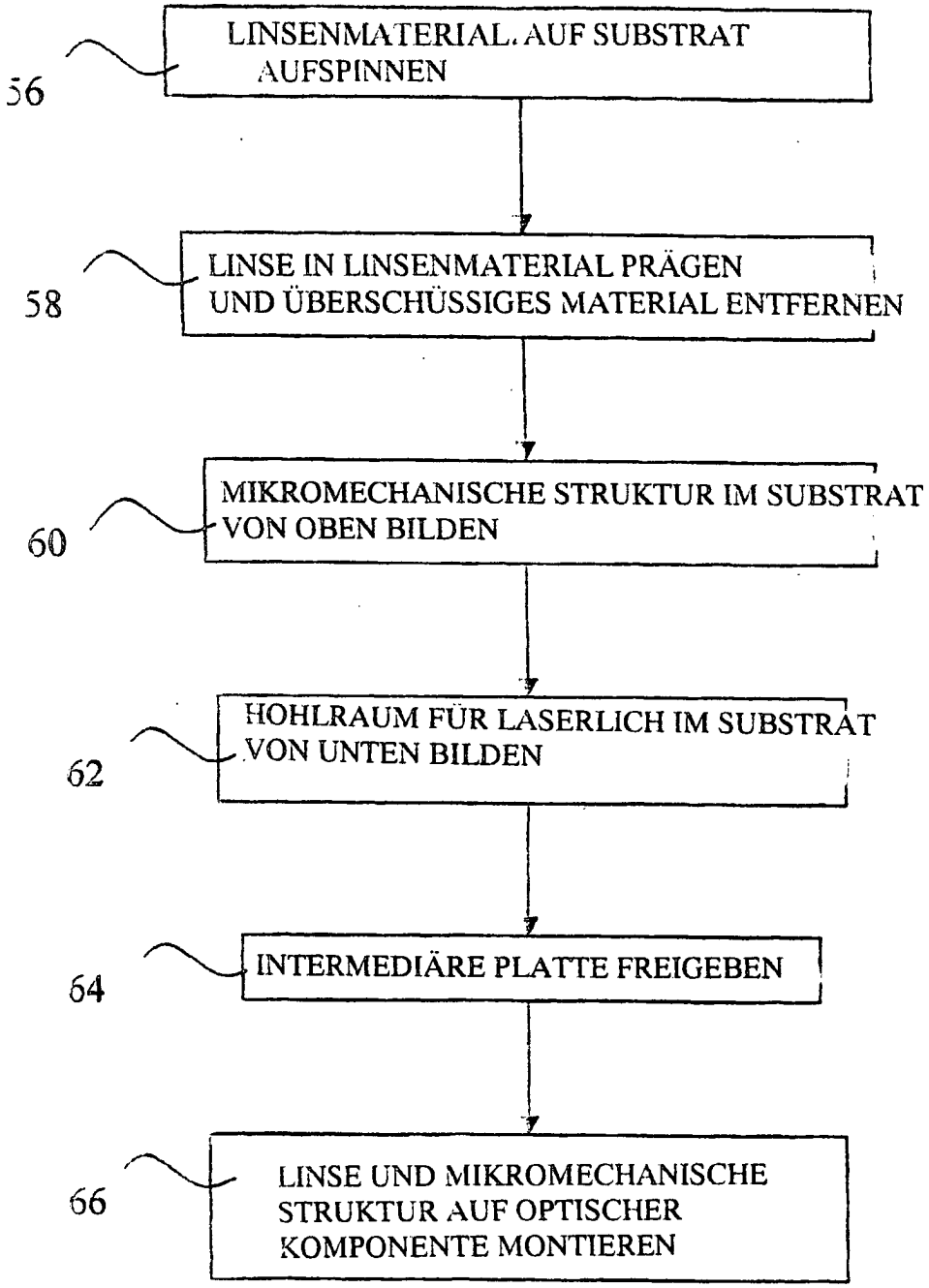

56
LINSENMATERIAL AUF SUBSTRAT AUFSPINNEN
58
LINSE IN LINSENMATERIAL PRÄGEN UND ÜBERSCHÜSSIGES MATERIAL ENTFERNEN
60
MIKROMECHANISCHE STRUKTUR IM SUBSTRAT VON OBEN BILDEN
62
HOHLRAUM FÜR LASERLICH IM SUBSTRAT VON UNTEN BILDEN
64
INTERMEDIÄRE PLATTE FREIGEBEN
66
LINSE UND MIKROMECHANISCHE STRUKTUR AUF OPTISCHER KOMPONENTE MONTIEREN

FIG. 16