(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2006 (05.01.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/000445 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G02B 26/08, 5/08, G21K 1/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/006901

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2005 (27.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 030 803.9 25. Juni 2004 (25.06.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **SCHMIDT, Jan, Uwe** [DE/DE]; Hohnsteiner Strasse 5, 01099 Dresden (DE). **SANDNER, Thilo** [DE/DE]; Bismarckplatz 5, 01462 Cossebaude (DE). **SCHENK, Harald** [DE/DE]; Peschelstrasse 20, 01109 Dresden (DE). **GATTO, Alexandre** [DE/DE]; Steingraben 8, 07745 Jena (DE). **YANG, Minghong** [DE/DE]; Am Herrenberge 11, 07745 Jena (DE). **HEBER, Jörg** [DE/DE]; Binderslebener Landstrasse 191, 99092 Erfurt (DE). **KAISER, Norbert** [DE/DE]; Am Katzenstein 1, 07745 Jena (DE).

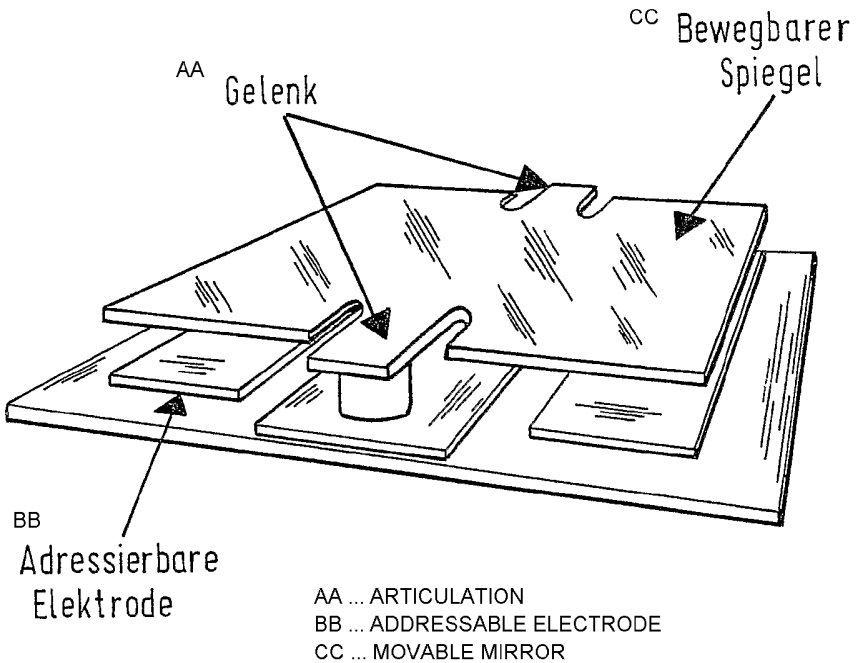
(74) Anwalt: **PFENNING MEINIG & PARTNER GBR**; Mozartstrasse 17, 80336 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-REFLECTIVE COATED MICROMECHANICAL MIRROR, METHOD FOR PRODUCING THE SAME AND ITS USE

(54) Bezeichnung: HOCHREFLEKTIV BESCHICHTETER MIKROMECHANISCHER SPIEGEL, VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG SOWIE DESSEN VERWENDUNG



(57) Abstract: The invention relates to high-reflective coated micromechanical mirrors for the deep ultraviolet (DUV) and vacuum ultraviolet (VUV) spectral range, which are based on a substrate that is coated with an aluminum layer and a transparent blooming coat. The invention also relates to a method for producing said high-reflective coated micromechanical mirrors and to the use thereof for producing microsensors, optical data memories or video and data projection displays.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/000445 A1

FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft hochreflektiv beschichtete mikromechanische Spiegel für den tief-ultravioletten (DUV)- und vakuum-ultravioletten (VUV)-Spektralbereich, basierend auf einem Substrat, das mit einer Aluminium-Schicht und einer transparenten Vergütungsschicht überzogen ist. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung derartiger hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel sowie deren Verwendung zur Herstellung von Mikrosensoren, optischen Datenspeichern oder Video- und Datenprojektionsdisplays.

Hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel, Verfahren zu dessen Herstellung sowie dessen Verwendung

Die Erfindung betrifft hochreflektiv beschichtete mikromechanische Spiegel für den tief-ultravioletten (DUV)- und vakuum-ultravioletten (VUV)-Spektralbereich, basierend auf einem Substrat, einer hochreflektiven Aluminium-Schicht, mindestens einer transparenten Vergütungsschicht und mindestens einer Kompensationsschicht zur Stresskompensation. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung derartiger hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel sowie deren Verwendung u.a. zur Herstellung von Mikrosensoren, optischen Datenspeichern oder Video- und Datenprojektionsdisplays.

Die Erzeugung, Modulierung, Leitung und Detektion von Licht bilden gegenwärtig Schwerpunkte auf dem Gebiet der Optik-Forschung. Die stetige Steigerung der Modu-

lationsgeschwindigkeiten und der Trend zu höheren Integrationsdichten forcieren die Miniaturisierung mikrooptischer Bauelemente und führten zur Entwicklung von auf Nanostrukturen basierenden funktionellen Schichten für aktive optische Komponenten. Die Synergie aus Opto-Elektronik und Mikromechanik führte zu einer neuen Klasse integrierter mikrooptoelektromechanischer Systeme (MOEMS) mit komplett neuen Anwendungsfeldern und großem Potential für die nahe Zukunft. Beispiele für MOEMS-Anwendungen sind Phasenfrontkorrekturen durch adaptive Optik, Lab-on-chip- sowie Telekommunikations-Anwendungen.

Eine völlig neue Anwendung, die den Hintergrund dieser Erfindung bildet, ist die UV-Lithographie mittels Flächenlichtmodulatoren (engl. spatial light modulators, SLM), bei der die Produktivität der herkömmlichen optischen Lithographie und die hochauflösenden Eigenschaften der Elektronenstrahllithographie vereinigt werden (U. Ljungblad, U. Dauderstädt, P. Dürr, T. Sandström, H. Buhre, H. Lakner, „New laser pattern generator for DUV using spatial light modulator", Microelectronic Engineering 57-58 (2001) 23-29; T. Sandström, U.B. Ljungblad, P. Dürr, H. Lakner „High-performance laser pattern generation using spatial light modulators (SLM) and deep-UV radiation, Proceedings of SPIE Vol. 4343 (2001) 35; R. Thielsch, „Optical coatings for the DUV/VUV", in Interference Coatings, by N. Kaiser and H. K. Pulker (Hrsg.), Springer Series in Optical Sciences, Volume 88 (2003)). Anwendungen dieser Technologie sind Maskenbelichter zur Herstellung von Photomasken für die Halbleitertechnologie bzw. Direktbelichtungssysteme für die maskenlose Lithographie, welche gegenüber den existierenden Laser- bzw. Elektronenstrahl-basierten Belichtungssystemen deutlich kostengünstiger und

schneller sind. Diese Systeme arbeiten im DUV- bzw. VUV-Spektralbereich, wo aufgrund der starken Absorption der meisten Materialien Strahlenschäden eine wichtige Rolle spielen. Die Verminderung der Absorption reflektierender Mikroaktuatoren, sog. Mikrospiegel, bzw. das Erreichen hoher Reflektivitäten im DUV/VUV (>90%) ist daher nicht nur zur Verringerung von Lichtverlusten, sondern vor allem auch zur Verhinderung von Degradationseffekten an Mikrospiegeln dringend geboten. Obwohl die Technologie massiver Spiegel für den DUV/VUV-Bereich weitgehend bekannt ist, gibt es bisher keine optischen Verspiegelungen für Mikrospiegel im DUV/VUV, welche diese Anforderungen erfüllen. Grund dafür sind die im Vergleich zu massiven Spiegeln um ein Vielfaches komplexeren Bandbedingungen, denen eine zur Technologie der MOEMS kompatible Verspiegelung genügen muss.

Zur Herstellung von Verspiegelungen gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Konzepte:

1. dielektrische Bragg-Spiegel, d.h. Stapel aus Schichten mit hohem bzw. niedrigem Brechungsindex und
2. metallische Spiegel

Speziell für den DUV/VUV-Bereich wurden in der Literatur sowohl Bragg-Spiegel (Zs. Czigany, M. Adamik, N. Kaiser, „248 nm laser interaction studies on LaF3/MgF2 optical coatings by cross-sectional transmission electron microscopy", Thin Solid Films 312 (1998) 176-181; A. Gatto, J. Heber, N. Kaiser, D. Ristau, S. Günster, J. Kohlhaas, M. Marsi. M Trovo, R.P. Walker, „High-performance DUV/VUV optics for the Storage Ring FEL at ELETTRA", Nuclear Instruments and Methods in Physics Reasearch A 483 (2002) 357-

362; N. Kaiser, H.K. Pulker (Editors), Optical Interference Coatings (Springer Series in Optical Sciences, 88), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003) als auch vergütete Aluminiumspiegel vorgestellt. Es existieren integrierte Mikrospiegel-Arrays mit unvergüteten Aluminium-Spiegeln für Anwendungen im sichtbaren Spektralbereich (VIS), die in Projektionsdisplays eingesetzt werden. Mikrospiegel-Arrays für Anwendungen im UV (u.a. maskenlose Lithographie bei 248 nm) werden vom Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme Dresden gefertigt. Als Material kommt hier eine unvergütete Aluminium-Legierung zum Einsatz. Nur wenige Arbeiten beschäftigen sich mit vergüteten Verspiegelungen für mikromechanische Aktuatoren. Die existierenden Arbeiten beschränken sich dabei auf den sichtbaren Spektralbereich (400-800 nm). Bisher sind keine Arbeiten zu vergüteten Mikrospiegeln für das DUV/VUV bekannt.

Die Anwendung reflektierender Mikroaktuatoren im DUV und VUV (140-400 nm) erfordert deren Beschichtung mit hochreflektierenden Schichtsystemen, um einerseits den Intensitätsverlust durch Absorption und Streuung zu minimieren, und andererseits den Leistungseintrag in das Aktuatormaterial sowie dadurch verursachte strukturelle Instabilitäten, wie z.B. das Verbiegen freitragender Strukturen, aber auch Oxidation bzw. Korrosion der Aktuatormaterialien zu vermeiden. Im Gegensatz zu den massiven großflächigen hochreflektierenden (HR) Spiegeln müssen Spiegelschichten auf freitragenden Mikroaktuatoren zusätzlichen Anforderungen genügen: Die HR-Verspiegelung muss mit Verfahren der Halbleitertechnologie strukturierbar sein, wobei sich ihre Reflektivität nicht durch Anwendung dieser Verfahren verringern darf. Um die Ebenheit der Mikroaktuatoren in einem Temperaturintervall um den

Arbeitspunkt zu gewährleisten, müssen die im allgemeinen aus zwei und mehr Schichten aufgebauten verspiegelten Aktuatoren in Bezug auf Schichtspannungen und thermische Ausdehnung kompensiert sein.

Ausgehend hiervon war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung planare mikromechanische Spiegel bereitzustellen, die strukturierbare hochreflektive Beschichtungen im Spektralbereich des DUV und VUV aufweisen.

Diese Aufgabe wird durch den hochreflektiv beschichteten mikromechanischen Spiegel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch das Verfahren zur Herstellung derartiger Spiegel mit den Merkmalen des Anspruchs 20 gelöst. Die weiteren abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf. In den Ansprüchen 21 und 22 werden die Verwendungen der erfindungsgemäßen mikromechanischen Spiegel beschrieben.

Erfindungsgemäß wird ein hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel für den tief-ultravioletten (DUV)- und vakuum-ultravioletten (VUV)-Spektralbereich mit einem Substrat und darauf abgeschiedener Aluminium-Schicht, die mit mindestens einer transparenten Vergütungsschicht überzogen ist, bereitgestellt. Die Vergütungsschicht hat dabei mehrere Funktionen. Einerseits schützt sie die Aluminium-Schicht vor Oxidation und Korrosion, andererseits erhöht sie die Reflektivität im angestrebten Wellenlängenbereich.

Als weiteres wesentliches Merkmal weist der Spiegel mindestens eine Kompensationsschicht zur Stresskompensation auf. Vergütete Aluminium-Spiegel lassen sich bei geeigneter Wahl der Abscheideparameter mit sehr geringen Schichtspannungen auf verschiedenen Un-

terlagen abscheiden. Gemeinsam mit den benötigten geringen Schichtdicken der Verspiegelungen bewirkt dies, dass eine Stresskompensation der Vergütung durch die mindestens eine zusätzliche Kompensationsschicht erreicht werden kann. So wird eine hohe Planarität auch für sehr dünne Mikrospiegel mit einer Dicke < 1 µm ermöglicht. Die Trennung zwischen Aktuator-Material, d.h. Substrat, und Verspiegelung ermöglicht zudem die getrennte Optimierung der funktionellen Eigenschaften beider Bestandteile.

Der erfindungsgemäße Spiegel weist eine Reflektivität R von mindestens 70 % auf, wobei gleichzeitig eine hohe Planarität D, d.h. die mittlere Abweichung der Spiegelfläche von einer Ausgleichsebene, von maximal $\lambda/4$ gegeben ist.

Unter Substrat ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch eine Trägerschicht zu verstehen. Diese kann innerhalb des auf einem Schichtstapel bestehenden Spiegels an beliebiger Position innerhalb des Schichtstapels angeordnet sein.

Verglichen mit den alternativ anwendbaren dielektrischen Schichtsystemen haben vergütete Aluminium-Verspiegelungen im Hinblick auf die Technologie von Mikrospiegeln mehrere Vorteile. Die für die jeweilige Wellenlänge optimale Reflektivität wird bereits bei einer relativ geringen Gesamtdicke der Verspiegelung, d.h. etwa 100 bis 150 nm im Spektralbereich von 140 bis 400 nm, erreicht, was bei schwer ätzbaren Vergütungen die Strukturierung überhaupt erst ermöglicht und insbesondere für die Herstellung schmaler Strukturen im Bereich von < 1 µm essentiell ist.

Vorzugsweise ist der Spiegel hinsichtlich der Dicke

der mechanischen und/oder thermischen Eigenschaften von Substrat und den einzelnen Schichten symmetrisch aufgebaut. Die mechanischen und thermischen Eigenschaften betreffen hierbei insbesondere die Schichtspannung, das E-Modul und den Ausdehnungskoeffizienten.

Beim symmetrischen Aufbau des Spiegels ist die Änderung der Deformation mit der Temperatur sehr gering. So kann sie vorzugsweise unter einem Wert von $\lambda/4$ pro 10 Kelvin liegen.

Spiegel, in denen die Vergütungsschicht gleichzeitig die Funktion der Kompensationsschicht übernimmt, und die damit vom symmetrischen Design abweichen, sind Beispiele für grundsätzlich ebenso vorgesehene asymmetrische Aufbauten. Es kommen vorzugsweise Schichtmaterialien nach Anspruch 18 zum Einsatz.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform unterscheiden sich die Spannungen von Substrat und den einzelnen Schichten nur geringfügig. Dies wird dadurch erreicht, dass die Spannungen der Einzelschichten so eingestellt werden, dass die Änderungen der Deformation bei einer prozessbedingten Schwankung der Dicke oder eines anderen Parameters einer oder mehrerer Schichten minimiert wird. Besonders bevorzugt unterscheidet sich die Spannung von Substrat und den einzelnen Schichten um maximal 200 MPa.

Der erfindungsgemäße Spiegel weist bevorzugt eine mittlere Spannung auf, die im Falle einer seitlichen Verankerung des Spiegels durch Dreh- oder Kippgelenke eine spontane Deformation (sog. Buckling) ausschließt. Besonders bevorzugt ist der Spiegel daher im Mittel tensil verspannt, d.h. er weist eine Zug-

spannung auf.

Hinsichtlich des zu verwendenden Substrates gibt es grundsätzlich keinerlei Beschränkungen. Vorzugsweise besteht das Substrat aus einem Material, dass die mechanische Spannung für die für das Substrat relevanten Schichtdicken unabhängig von der Schichtdicke ist. Als Material für das Substrat kommen dabei sowohl einkristalline, polykristalline, nanokristalline oder amorphe Materialien in Frage. Als bevorzugte Materialien sind hier insbesondere Silizium und/oder Aluminium zu nennen.

In einer bevorzugten Variante besteht das Substrat oder mindestens eine Konzentrationsschicht aus einer Mischschicht aus $Si_xAl_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq z \geq 0$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq x \geq 0{,}05$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$.

Eine andere Variante sieht ein Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Ti_xAl_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq z \geq 0$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq x \geq 0{,}05$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$ vor. Dies schließt auch eine Schicht aus TiN ein.

Vorzugsweise besteht das Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Ta_xSi_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq z \geq 0$, $1 \geq y \geq 0{,}05$, $1 \geq x \geq 0{,}05$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$, wobei auch eine Schicht aus TaN möglich ist.

Eine andere bevorzugte Variante sieht ein Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus $Mo_xSi_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq z \geq 0$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq x \geq 0{,}05$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$, wobei auch eine Schicht aus MoN möglich ist.

Weiterhin ist bevorzugt, dass das Substrat mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Co_xSi_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq x \geq 0{,}05$, $1 \geq x+y \geq 0.7$ und $0{,}3 \geq z \geq 0$ enthält.

Vorzugsweise ist der erfindungsgemäße mikromechanische Spiegel im Spektralbereich von 140 bis 400 nm hochreflektiv. Der mikromechanische Spiegel zeigt aber auch hervorragende Ergebnisse im Spektralbereich von 400 bis 2000 nm aufgrund seiner hohen Reflektivität.

In einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Aluminium-Schicht eine Schichtdicke von 10 bis 1000 nm, insbesondere von 50 bis 200 nm und besonders bevorzugt von 50 bis 100 nm.

Die Vergütungsschicht ist bevorzugt eine Fluoridschicht, eine Oxid-Schicht und/oder deren Mischschichten. Als Fluoridschichten sind insbesondere Schichten aus Magnesiumfluorid (MgF_2), Yttriumfluorid (YF_3), Lanthanfluorid (LaF_3), Aluminiumfluorid (AlF_3), Neodymfluorid (NdF_3), Bariumfluorid (BaF_2), Chiolith, Dysprosiumflourid (DyF_3), Gadoliniumflourid (GdF_2), Kryolith, Lithiumfluorid (LiF), Natriumfluorid (NaF), Lutetiumfluorid (LuF_3), Samariumfluorid (SmF_3), Strontiumfluorid (SrF_2), Terbiumfluorid (TbF_3), Ytterbiumfluorid (YbF_3), Zirkoniumfluorid (ZrF_4) oder Mischungen dieser Materialien bevorzugt. Als Oxide sind Aluminiumoxid (Al_2O_3), Siliziumoxid (SiO_2), Tantaloxid (Ta_2O_5), Niobiumoxid (Nb_2O_5), Hafniumoxid (HfO_2), Titanoxid (TiO_2), Magnesiumoxid (MgO) oder Mischungen dieser Materialien bevorzugt. Es können hierbei auch Mischungen der Materialien der Oxide und Fluoride vorliegen. Derartige Vergütungsschichten bilden einen Schutz gegen die Oxidation der Alumini-

um-Schicht an Luft und verringern so die von ungeschützten Aluminium-Spiegeln bekannte rasche Degradation der Reflektivität im DUV/VUV.

Vorzugsweise weisen die Vergütungsschichten eine Schichtdicke im Bereich von 10 bis 200 nm, besonders bevorzugt im Bereich von 20 bis 100 nm auf und besonders bevorzugt von 30 bis 60 nm. Die Kompensationsschichten können dabei aus den Ansprüchen 9 bis 13 und 18 genannten Schichtmaterialien, aber auch andere Schichtmaterialien wie beispielsweise Germanium, Tantal, Titan oder Thoriumfluorid beinhalten.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass auf der Aluminiumschicht, d.h. zwischen Aluminium-Schicht und Vergütungsschicht noch eine weitere Schicht aus Gold und/oder Silber angeordnet ist, wodurch eine hohe Reflektivität auch in anderen Wellenlängenbereichen, insbesondere im sichtbaren Bereich, erreicht werden kann.

Vorzugsweise sind die Aluminiumschicht, die mindestens eine Vergütungsschicht und die mindestens eine Kompensationsschicht lithographisch strukturierbar.

Erfindungsgemäß wird ebenso ein Verfahren zur Herstellung hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel bereitgestellt, bei dem ein Substrat in einer Hochvakuum-Bedampfungskammer mit Aluminium, mindestens einer Kompensationsschicht und mindestens einer Vergütungsschicht aus einem Fluorid, Oxid oder deren Gemischen beschichtet wird. Die genaue Anordnung der einzelnen Schichten im Schichtstapel ist dabei beliebig. Die Abscheidung der Vergütungsschicht erfolgt dabei bei niedriger Substrattemperatur, d.h. < 100°C, unmittelbar nach Abscheidung der Aluminium-

Schicht im selben Vakuum-Zyklus.

Grundsätzlich sind für die Abscheidung sowohl physikalische Abscheideverfahren, z.B. Sputter-Deposition, thermische Verdampfung, oder chemische Abscheideverfahren, z.B. nasschemische Techniken, CVD oder ALD, geeignet.

Verwendung finden die erfindungsgemäßen hochreflektiv beschichteten mikromechanischen Spiegel bei der Herstellung von Mikrosensoren, optischen Datenspeichern und Video- und Datenprojektionsdisplays. Weitere Anwendungsmöglichkeiten liegen im Bereich von lap-on-chip-Anwendungen bzw. Telekommunikations-Anwendungen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten des mikromechanischen Spiegels betreffen den Einsatz in einem Flächenlichtmodulator (SLM)-Spiegelarray. Derartige SLM-Spiegelarrays können z.B. für die Belichtung von Masken oder Wafern in der Halbleiter-Lithographie, als dispersives Element bei der Formung von Laserpulsen, bei der Vermessung von dreidimensionalen Gegenständen durch Streifenprojektionsverfahren, zur Ablenkung und Modifikation von Laserstrahlen in der Augenheilkunde sowie als phasenmodulierendes Element bei der Korrektur von Abbildungsfehlern im optischen System, eingesetzt werden.

Anhand der nachfolgenden Figuren und dem folgenden Beispiel soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigten speziellen Ausführungsformen zu beschränken.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen mikromechanischen Spiegels.

Fig. 2 zeigt eine Aufnahme eines integrierten Flächenlichtmodulators.

Fig. 3 zeigt ein Reflektionsspektrum einer erfindungsgemäßen Aluminium-Verspiegelung mit Fluorid-Vergütungsschicht.

Fig. 4 zeigt ein Reflektionsspektrum einer erfindungsgemäßen Aluminium-Verspiegelung mit Oxid-Vergütungsschicht.

Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Verspiegelung, die aus einer Aluminium-Schicht mit einer Schichtdicke von 90 nm und einer Oxid-Vergütungsschicht aus Al_2O_3 mit einer Schichtdicke von 38 nm, besteht.

Beispiel

Für die Anwendung in einer weltweit neuen Generation von UV-Maskenbelichtern wurden am Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS) in Dresden quadratische, 16 µm breite, um die Mittelachse kippbare Mikrospiegel in SLM-Mikrospiegel-Arrays (z.B. 1024 x 512 Spiegel) integriert. Jeder einzelne Spiegel ist hierbei über eine Streuelektrode individuell auslenkbar. In den maskenlosen Lithographieanlagen der schwedischen Firma Micronic sind SLM-Arrays Bestandteil der Projektionsoptik und arbeiten als programmierbares optisches 2D-Gitter bei Wellenlängen von 248 nm bzw. 193 nm. Am Fraunhofer Institut für Präzisionsoptik und Feinmechanik Jena (IOF) wurden speziell für Wellenlängen von 193 nm und 157 nm vergü-

tete Aluminium-Verspiegelungen entwickelt. Die HR-Verspiegelungen wurden in einer Hochvakuum-Bedampfungskammer der Firma Balzers (Typ BAK640, ausgerüstet mit Kryopumpe, Elektronenstrahl- und thermischem Verdampfer, Basisdruck $6 \bullet 10^{-7}$mbar) hergestellt. Die Verspiegelungsschichten bestanden aus einer 75 nm dicken Aluminiumschicht (abgeschieden auf Silizium mit einer Rate von 30 nm/s) und verschiedenen dielektrischen Vergütungen, die bei einer Rate von 1 nm/s in der jeweils optimalen Dicke abgeschieden wurden. Die maximal erreichten Reflektivitäten betrugen hierbei 91.2% für 193 nm bzw. 88.9% für 157 nm. Fig. 3 und Fig. 4 zeigen die experimentellen Reflexionsspektren der in Tabelle 1 spezifizierten Verspiegelungen mit den verschiedenen Fluorid- bzw. Oxidvergütungsschichten.

Tabelle 1

λ_0 (nm)	Material Design	Substrat	Aluminiumdicke (nm)	Vergütungsdicke (nm)	R(%) bei 0° 193 nm	λ_0 von 157 nm
193	Al	Si	75	-	87	73
193	Al/SiO_2	Si	90	50	89	83
193	Al/Al_2O_3	Si	90	38	88	-
157	Al/MgF_2	Si	90	44	91	88
157	Al/LaF_3	Si	90	33	85	88
157	Al/AlF_3	Si	90	55	91	89

Patentansprüche

1. Hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel für den tief-ultravioletten (DUV) und vakuum-ultravioletten (VUV) Spektralbereich mit einem Substrat und darauf abgeschiedener Aluminium-Schicht, die mit mindestens einer transparenten Vergütungsschicht überzogen ist,

dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel mindestens eine Kompensationsschicht zur Stresskompensation aufweist und der Spiegel eine hohe Reflektivität R von mindestens 70 % bei gleichzeitig hoher Planarität D von maximal $\lambda/4$ aufweist.

2. Mikromechanischer Spiegel nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel hinsichtlich der Dicke, der mechanischen und thermischen Eigenschaften vom Substrat und den Schichten symmetrisch ausgestaltet ist.

3. Mikromechanischer Spiegel nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel hinsichtlich mindestens eines der Merkmale - der Dicke, der mechanischen und thermischen Eigenschaften vom Substrat und den Schichten - asymmetrisch ausgestaltet ist.

4. Mikromechanischer Spiegel nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vergütungsschicht gleichzeitig die Funktion der Kompensationsschicht übernimmt.

5. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Deformation des Spiegels mit der Temperatur maximal $\lambda/4$ pro 10 Kelvin beträgt.

6. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass sich die Spannung von Substrat und den Schichten um maximal 200 MPa unterscheiden.

7. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Spannung des Spiegels in einem Bereich liegt, der im Falle einer seitlichen Verankerung des Spiegels durch Dreh- oder Kippgelenke eine spontane Deformation ausschließt.

8. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der Spiegel im Mit-

tel tensil verspannt ist.

9. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat aus einem Material besteht, dessen mechanische Spannung unabhängig von der Schichtdicke des Materials ist.

10. Mikromechanischer Spiegel nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat aus einem einkristallinen, polykristallinen, nanokristallinen oder amorphen Material besteht.

11. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Si_xAl_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq x \geq 0{,}05$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq z \geq 0$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$ besteht.

12. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Ti_xAl_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq x \geq 0{,}05$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq z \geq 0$ und

$1 \geq x+y \geq 0.7$ besteht.

13. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Ta_xSi_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq x \geq 0{,}05$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq z \geq 0$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$ besteht.

14. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Mo_xSi_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq x \geq 0{,}05$, $1 \geq y \geq 0$, $1 \geq z \geq 0$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$ besteht.

15. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat oder mindestens eine Kompensationsschicht aus einer Mischschicht aus $Co_xSi_yO_zN_{(1-x-y-z)}$ mit $1 \geq x \geq 0$, $1 \geq y \geq 0$, $0{,}3 \geq z \geq 0$ und $1 \geq x+y \geq 0.7$ besteht.

16. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der mikromechani-

sche Spiegel im Spektralbereich von 140 bis 400 nm hochreflektiv ist.

17. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass der mikromechanische Spiegel auch im Spektralbereich von 400 bis 2000 nm hochreflektiv ist.

18. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminium-Schicht eine Schichtdicke von 10 bis 1000 nm, insbesondere von 50 bis 200 nm besitzt.

19. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vergütungsschicht aus einer Fluorid-Schicht, einer Oxid-Schicht und/oder deren Mischschichten besteht.

20. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die einzige bzw. mindestens eine Vergütungsschicht aus einem Material der Gruppe bestehend aus den Fluoriden MgF_2, YF_3, LaF_3, AlF_3, NdF_3, BaF_2, Chiolith, DyF_3, GdF_3, Kryolith, LiF, NaF, LuF_3, SmF_3, SrF_2, TbF_3, YbF_3, ZrF_4, den Oxiden Al_2O_3, SiO_2, Ta_2O_5, Nb_2O_5,

HfO_2, TiO_2, MgO oder einer Mischungen dieser Materialien besteht.

21. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Vergütungsschicht eine Schichtdicke von 10 bis 200 nm, insbesondere von 20 bis 100 nm aufweist.

22. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Aluminium-Schicht und Vergütungsschicht noch eine weitere Schicht aus Gold und/oder Silber angeordnet ist.

23. Mikromechanischer Spiegel nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminium-Schicht, die mindestens eine Vergütungsschicht und die mindestens eine Kompensationsschicht lithographisch strukturierbar sind.

24. Verfahren zur Herstellung hochreflektiver beschichteter mikromechanischen Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 23, bei dem der den Spiegel bildende Schichtstapel aus Substrat, Reflexionsschicht sowie der mindestens einen Kompensations- und der mindestens einen Vergütungsschicht ganz oder teilweise mittels Hochvakuum-Bedampfung, Dioden- oder Magnetron-Sputtern, Ionen-

strahl-Sputtern, Atomic-Layer Deposition, CVD oder Elektroplating hergestellt wird.

25. Verwendung der hochreflektiv beschichteten mikromechanischen Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 23 in der Augenheilkunde.

26. Verwendung der hochreflektiv beschichteten mikromechanischen Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 23 für Lab-on-chip- und/oder Telekommunikationsanwendungen.

27. Verwendung der hochreflektiv beschichteten mikromechanischen Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 23 zur Herstellung von Mikrosensoren, optischen Datenspeichern und/oder Video- und Datenprojektionsdisplays.

28. Verwendung der hochreflektiv beschichteten mikromechanischen Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 23 in einem Flächenlichtmodulator (SLM)-Spiegelarray.

29. Verwendung der SLM-Spiegelarrays nach Anspruch 28 für die Belichtung von Masken oder Wafern in der Halbleiter-Lithographie.

30. Verwendung nach Anspruch 28 als dispersives Element bei der Formung von Laser-Pulsen.

31. Verwendung nach Anspruch 28 bei der Vermessung von dreidimensionalen Gegenständen durch Streifenprojektionsverfahren.

32. Verwendung nach Anspruch 28 zur Ablenkung und Modifikation von Laserstrahlen in der Augenheilkunde.

33. Verwendung nach Anspruch 28 als phasenmodulierendes Element bei der Korrektur von Abbildungsfehlern in optischen Systemen.

FIG.1

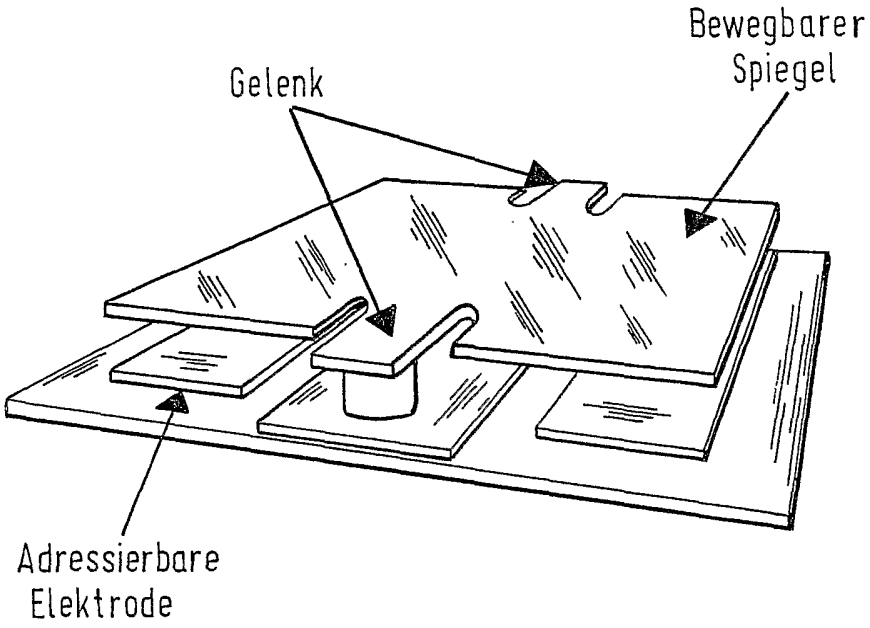
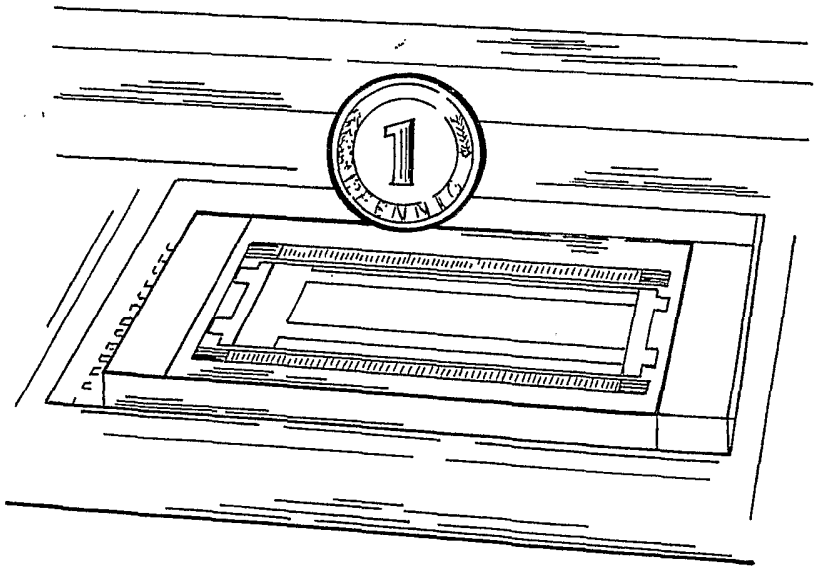


FIG.2



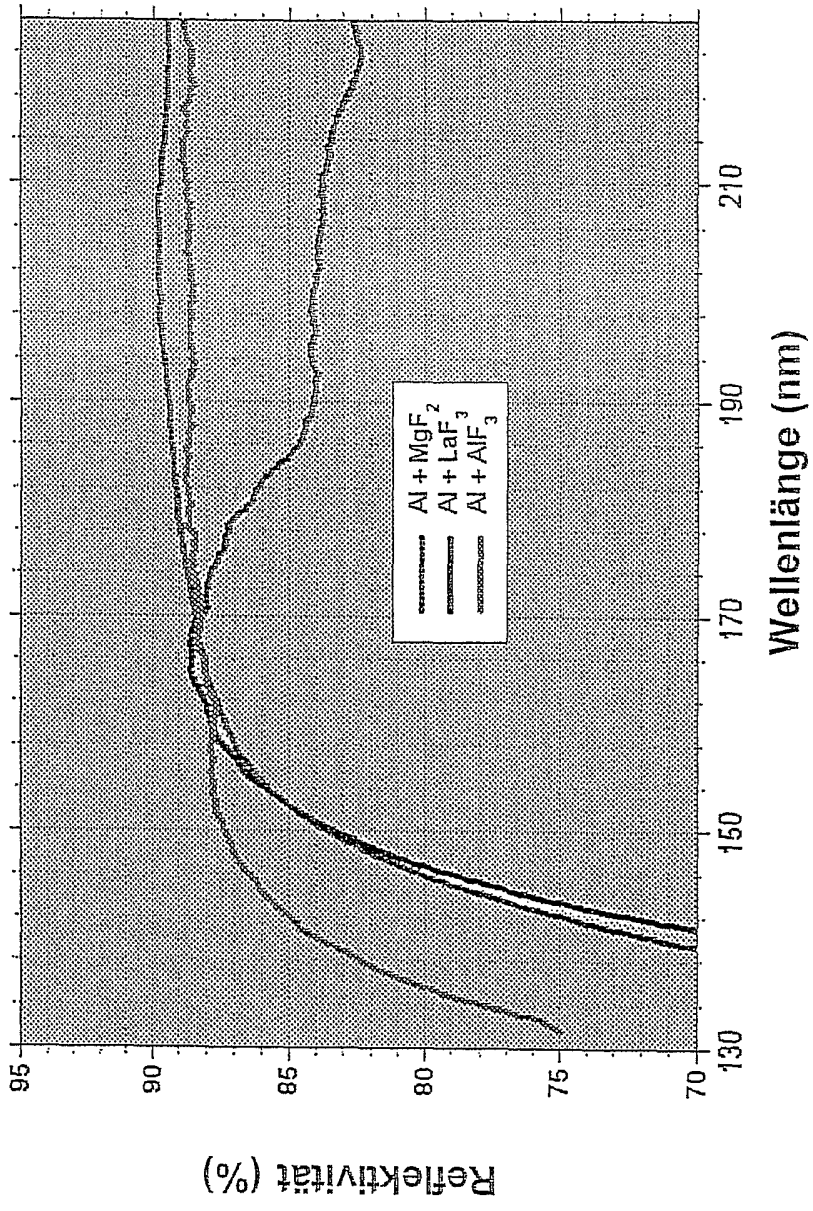

Reflektivität (%)
95
90
85
80
75
70
130
150
170
190
210
Wellenlänge (nm)
Al + MgF2
Al + LaF3
Al + AlF3

Fig. 3

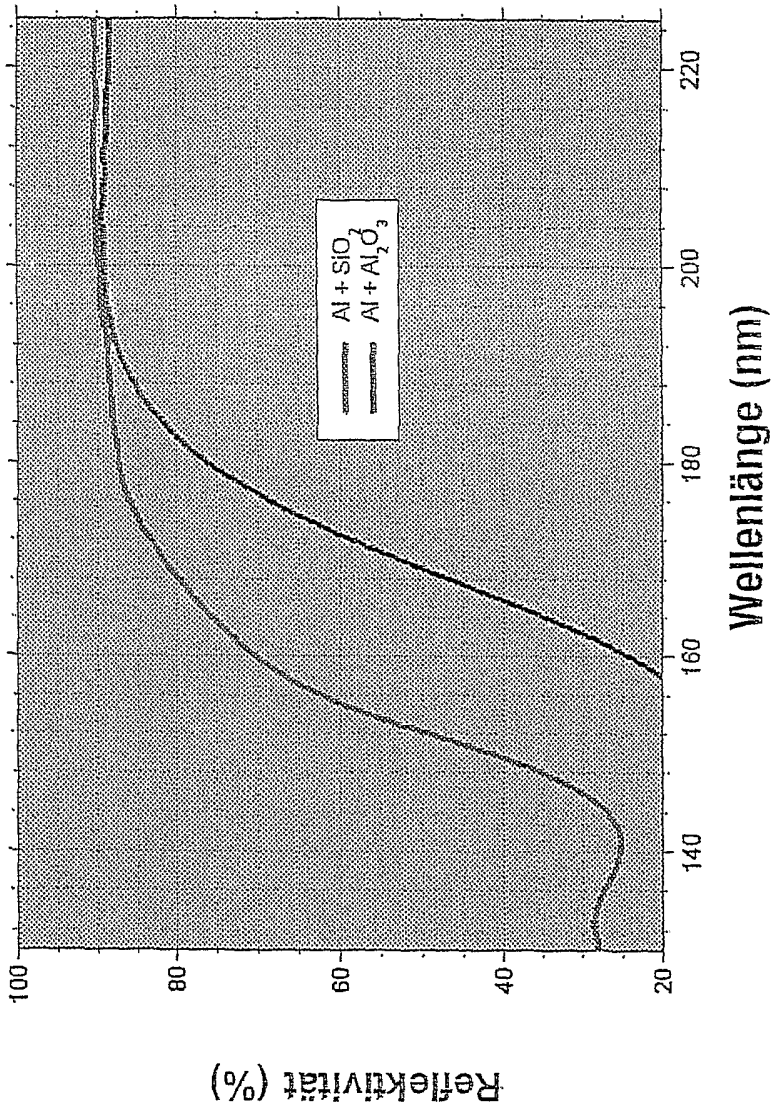
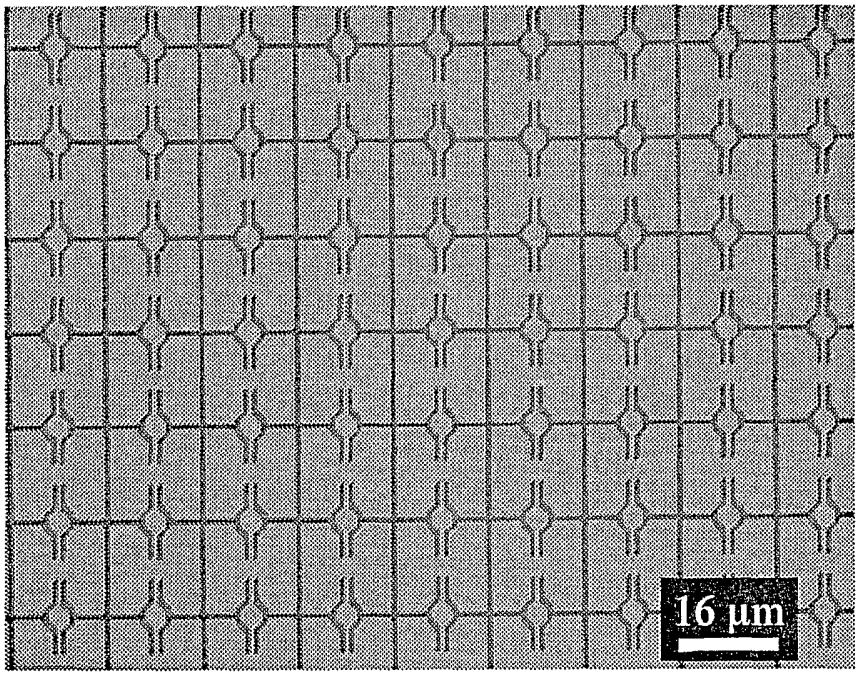

Reflektivität (%)
100
80
60
40
20
140
160
180
200
220
Wellenlänge (nm)
Al + SiO2
Al + Al2O3

Fig. 4

Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/006901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G02B26/08 G02B5/08 G21K1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G02B G21K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 619 059 A (LI ET AL) 8 April 1997 (1997-04-08) column 4, lines 11-22 column 6, line 41 - column 7, line 12	1,24
A	LJUNGBLAD U ET AL: "New laser pattern generator for DUV using a spatial light modulator" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 57-58, September 2001 (2001-09), pages 23-29, XP004302242 ISSN: 0167-9317 cited in the application figure 1	1,24

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 October 2005	07/11/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Mollenhauer, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/006901

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 54 803 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 31 May 2000 (2000-05-31) column 1, line 60 - column 2, line 54	1,24
A	WO 03/067304 A (CARL ZEISS SMT AG; HOLDERER, HUBERT; WEISS, MARKUS; SINGER, WOLFGANG;) 14 August 2003 (2003-08-14) abstract	1
A	DURR P ET AL: "Reliability test and failure analysis of optical MEMS" PROCEEDINGS OF THE 9TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE PHYSICAL AND FAILURE ANALYSIS OF INTEGRATED CIRCUITS, IEEE, 2002, pages 201-206, XP010597808 Piscataway, NJ figures 1,2	1,24
A	LJUNGBLAD U ET AL: "New archictecture for laser pattern generators for 130nm and beyond" PROCEEDINGS OF THE SPIE, vol. 4186, 2001, pages 16-21, XP002349790 page 17, paragraph 2.2	1,24
A	HACKER M ET AL: "Micromirror SLM for femtosecond pulse shaping in the ultraviolet" APPLIED PHYSICS B (LASERS AND OPTICS), vol. B76, no. 6, June 2003 (2003-06), pages 711-714, XP008035863 page 711	1,24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/006901

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5619059 A	08-04-1997	CA 2158917 A1	29-03-1996
DE 19854803 A1	31-05-2000	JP 2000158400 A	13-06-2000
		US 6362083 B1	26-03-2002
WO 03067304 A	14-08-2003	AU 2002364975 A1	02-09-2003
		EP 1472562 A1	03-11-2004
		JP 2005517291 T	09-06-2005
		US 2005030653 A1	10-02-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/006901

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G02B26/08 G02B5/08 G21K1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G02B G21K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 619 059 A (LI ET AL) 8. April 1997 (1997-04-08) Spalte 4, Zeilen 11-22 Spalte 6, Zeile 41 - Spalte 7, Zeile 12	1,24
A	LJUNGBLAD U ET AL: "New laser pattern generator for DUV using a spatial light modulator" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, Bd. 57-58, September 2001 (2001-09), Seiten 23-29, XP004302242 ISSN: 0167-9317 in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	1,24

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Oktober 2005	07/11/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Mollenhauer, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/006901

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 54 803 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 31. Mai 2000 (2000-05-31) Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 54	1,24
A	WO 03/067304 A (CARL ZEISS SMT AG; HOLDERER, HUBERT; WEISS, MARKUS; SINGER, WOLFGANG;) 14. August 2003 (2003-08-14) Zusammenfassung	1
A	DURR P ET AL: "Reliability test and failure analysis of optical MEMS" PROCEEDINGS OF THE 9TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE PHYSICAL AND FAILURE ANALYSIS OF INTEGRATED CIRCUITS, IEEE, 2002, Seiten 201-206, XP010597808 Piscataway, NJ Abbildungen 1,2	1,24
A	LJUNGBLAD U ET AL: "New archictecture for laser pattern generators for 130nm and beyond" PROCEEDINGS OF THE SPIE, Bd. 4186, 2001, Seiten 16-21, XP002349790 Seite 17, Absatz 2.2	1,24
A	HACKER M ET AL: "Micromirror SLM for femtosecond pulse shaping in the ultraviolet" APPLIED PHYSICS B (LASERS AND OPTICS), Bd. B76, Nr. 6, Juni 2003 (2003-06), Seiten 711-714, XP008035863 Seite 711	1,24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/006901

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5619059	A	08-04-1997	CA	2158917 A1	29-03-1996
DE 19854803	A1	31-05-2000	JP	2000158400 A	13-06-2000
			US	6362083 B1	26-03-2002
WO 03067304	A	14-08-2003	AU	2002364975 A1	02-09-2003
			EP	1472562 A1	03-11-2004
			JP	2005517291 T	09-06-2005
			US	2005030653 A1	10-02-2005