



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2014 004 375.3
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2014/082171
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2015/093308
(86) PCT-Anmelddatag: 04.12.2014
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 25.06.2015
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 09.06.2016
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16.03.2017

(51) Int Cl.: **C03B 20/00 (2006.01)**
B29C 33/38 (2006.01)
B29C 59/04 (2006.01)
G03F 7/004 (2006.01)
G03F 7/09 (2006.01)
G11B 7/26 (2006.01)
B29L 11/00 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2013-264358 20.12.2013 JP

(73) Patentinhaber:
Dexerials Corporation, Tokyo, JP

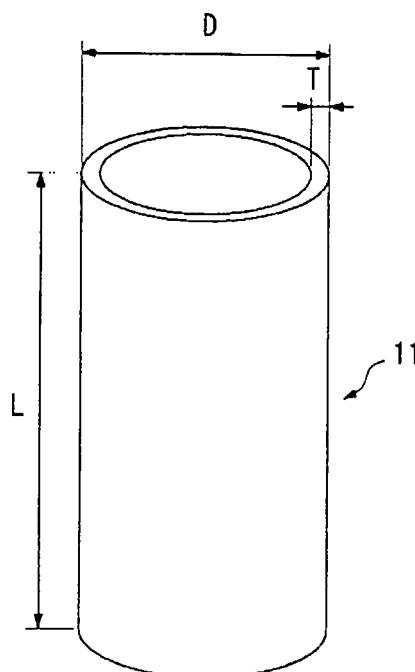
(74) Vertreter:
**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80639 München, DE**

(72) Erfinder:
**Muramoto, Yutaka, Tokyo, JP; Kikuchi, Masanao,
Tokyo, JP; Kajiya, Shunichi, Tokyo, JP; Otowa,
Takaaki, Tokyo, JP; Takahashi, Yasuhiro, Tokyo,
JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
**JP 2010- 156 843 A
JP 2009- 199 086 A**

(54) Bezeichnung: **Zylindrische Basis, Master, Verfahren zur Herstellung eines Masters und Verfahren zur
Herstellung eines optischen Elements**

(57) Hauptanspruch: Zylindrische Basis, die ein Quarzglas in einer zylindrischen Form umfasst, wobei die zylindrische Basis eine innere Spannung, angegeben als Doppelbrechung, von weniger als 70 nm/cm aufweist und eine Welligkeit auf einer Außenumfangsfläche davon, die eine Periode von 10 mm oder weniger in der Umfangsrichtung aufweist, eine Amplitude von weniger als 100 nm aufweist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine zylindrische Basis, ein Master und ein Verfahren zur Herstellung eines Masters zum Übertragen eines feinen Musters auf Materialien wie z. B. ein lichtaushärtendes Harz. Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung JP 2013-264358 A, die am 20. Dezember 2013 eingereicht worden ist und deren gesamter Inhalt hiermit unter Bezugnahme einbezogen ist.

[0002] Herkömmlich wird mit optischen Elementen zur Verminderung einer Oberflächenreflexion von Licht eine Oberflächenbehandlung unter Verwendung eines transparenten Basismaterials, wie z. B. Glas oder Kunststoff, durchgeführt. Als eine derartige Oberflächenbehandlung gibt es ein Verfahren zur Herstellung eines feinen konkaven/konvexen Musters (z. B. eines Motteaugenmusters) auf einer Oberfläche eines optischen Elements (vgl. z. B. PLT 1 und 2).

[0003] Bei diesen Techniken wird ein Master verwendet, der ein gewünschtes Muster aufweist, das auf dessen Oberfläche ausgebildet ist, und das Muster des Masters wird auf eine Lage übertragen, die z. B. mit einem lichtempfindlichen Harz oder einem wärmeaushärtenden Harz beschichtet ist, was eine billige Massenherstellung ermöglicht.

[0004] Ferner gibt es ein Verfahren des Bildens eines gewünschten Musters auf einer zylindrisch geformten Quarzbasis unter Verwendung von Masteringtechniken für optische Platten. In diesem Fall kann eine thermische Lithographie unter Verwendung von thermischen Veränderungen in einem anorganischen Photolack (z. B. Metalloxide, die aus einem oder mehreren Übergangsmetall(en), wie z. B. unter anderem Wolfram und Molybdän, hergestellt sind) verwendet werden. Durch die Verwendung einer thermischen Lithographie wird eine thermische Reaktion nur in einem zentralen Abschnitt der Strahlbreite verursacht, was das Einbringen eines feinen Musters ermöglicht, das die Auflösungsgrenze des Laserlichts übersteigt.

[0005] Bei der Belichtung unter Verwendung von Masteringtechniken für optische Platten führen jedoch Abweichungen bei Oberflächeneigenschaften (Welligkeit und Unebenheit) und der Form (Rundheit) zu nachteiligen Veränderungen bei den Belichtungsstrahlbedingungen. Ferner verschlechtert in dem Fall der Verwendung einer thermischen Lithographie eine Wechselwirkung zwischen der Spannung in dem Quarzbasmaterial und dem Erwärmten des anorganischen Photolacks die Mustergenauigkeit.

PLT 1: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2009-199086 A

PLT 2: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 2010-156843 A

[0006] Im Hinblick auf das Vorstehende ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine zylindrische Basis, ein Master und ein Verfahren zur Herstellung eines Masters, die das einheitliche Übertragen eines feinen Musters ermöglichen, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements bereitzustellen.

[0007] Als Ergebnis von intensiven Untersuchungen wurde durch die vorliegenden Erfinder gefunden, dass die Verwendung einer zylindrischen Basis mit einer geringen inneren Spannung und einer speziellen Welligkeit auf einer Außenumfangsfläche davon die Übertragung eines feinen Musters mit einer hohen Präzision und Genaugigkeit ermöglicht.

[0008] Demgemäß ist eine zylindrische Basis gemäß der vorliegenden Erfindung aus einem zylindrisch geformten Quarz hergestellt, die innere Spannung der zylindrischen Basis, angegeben als Doppelbrechung, beträgt weniger als 70 nm/cm und die Welligkeit auf einer Außenumfangsfläche davon, die eine Periode von 10 mm oder weniger in der Umfangsrichtung aufweist, weist eine Amplitude von weniger als 100 nm auf.

[0009] Ferner umfasst ein Master gemäß der vorliegenden Erfindung die vorstehend genannte zylindrische Basis und eine Struktur, die konvexe Abschnitte oder konkave Abschnitte aufweist, die auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis ausgebildet sind.

[0010] Ferner umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines Masters gemäß der vorliegenden Erfindung einen Photolackabscheidungsschritt des Abscheidens einer Photolackschicht auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis, einen Belichtungsschritt des Bildens eines latenten Bilds auf der Photolackschicht, einen Entwicklungsschritt des Entwickelns der Photolackschicht, auf der das latente Bild ausgebildet ist, und einen Ätzschritt des Ätzens der zylindrischen Basis unter Verwendung eines Musters der entwickelten Photolackschicht als eine Maske zur Bildung einer Struktur mit einer Mehrzahl von konkaven Abschnitten oder konvexen Abschnitten auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis.

[0011] Ferner umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements zum Übertragen der Struktur des vorstehend genannten Masters auf eine lichtaushärtende Harzsicht gemäß der vorliegenden Erfindung Schritte des Bringens der lichtaushärtenden Harzsicht in einen engen Kontakt mit einer Außenumfangsfläche des Masters, des Aushärtens des lichtaushärtenden Harzes und des Ablösen des lichtaushärtenden Harzes.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind Oberflächenfluktuationen, die durch Wärme verursacht werden, gering, da eine innere Spannung innerhalb der zylindrischen Basis gering ist, was eine einheitliche Übertragung eines feinen Musters ermöglicht.

[0013] **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht, die eine zylindrische Basis zeigt.

[0014] **Fig. 2A** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration eines Rollenmasters zeigt, und die **Fig. 2B** ist eine vergrößerte Draufsicht, die einen Abschnitt einer Oberfläche des Rollenmasters zeigt, das in der **Fig. 2A** gezeigt ist.

[0015] **Fig. 3** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration einer Belichtungsvorrichtung zur Herstellung eines Rollenmasters zeigt.

[0016] **Fig. 4** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration einer Ätzvorrichtung zur Herstellung eines Rollenmasters zeigt.

[0017] **Fig. 5A** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine zylindrische Basis zeigt, **Fig. 5B** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine zylindrische Basis zeigt, die eine Photolackschicht aufweist, die auf einer Außenumfangsfläche davon abgeschieden ist, und **Fig. 5C** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine zylindrische Basis zeigt, bei der die Photolackschicht belichtet worden ist.

[0018] **Fig. 6A** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine zylindrische Basis zeigt, die eine entwickelte Photolackschicht aufweist, und **Fig. 6B** ist eine Querschnittsansicht, die eine zylindrische Basis zeigt, die geätzt worden ist.

[0019] **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration für eine Übertragungsvorrichtung zeigt.

[0020] **Fig. 8** ist ein Bild, das die innere Spannung einer zylindrischen Basis von Beispiel 1 darstellt.

[0021] **Fig. 9** ist ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht eines Masters von Beispiel 1 darstellt.

[0022] **Fig. 10** ist ein Rasterelektronenmikroskop (SEM)-Bild, das eine Musteranordnung eines Masters von Beispiel 1 darstellt.

[0023] **Fig. 11** ist ein Bild, das die innere Spannung einer zylindrischen Basis von Vergleichsbeispiel 1 darstellt.

[0024] **Fig. 12** ist ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht eines Masters von Vergleichsbeispiel 1 darstellt.

[0025] **Fig. 13** ist ein SEM-Bild, das eine Musteranordnung eines Masters von Vergleichsbeispiel 1 darstellt.

[0026] **Fig. 14** ist ein Graph, der die Oberflächenwelligkeit auf einer zylindrischen Basis von Beispiel 2 darstellt.

[0027] **Fig. 15** ist ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht eines Masters von Beispiel 2 darstellt.

[0028] **Fig. 16** ist ein Graph, der die Oberflächenwelligkeit auf einer zylindrischen Basis von Vergleichsbeispiel 2 darstellt.

[0029] **Fig. 17** ist ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht eines Masters von Vergleichsbeispiel 2 darstellt.

[0030] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gemäß der folgenden Reihenfolge detaillierter beschrieben.

1. Zylindrische Basis und Master
2. Verfahren zur Herstellung eines Masters
3. Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements
4. Beispiele

1. Zylindrische Basis und Master

Zylindrische Basis

[0031] Die **Fig. 1** ist eine schematische perspektivische Ansicht, die eine zylindrische Basis zeigt. Eine zylindrische Basis **11** ist aus einem Quarzglas in einer zylindrischen Form hergestellt und ist insbesondere zur Verwendung als hohles zylindrisches Rollenformwerkzeug mit einem feinen Muster, das auf dessen Außenumfangsfläche ausgebildet ist, geeignet. Solange die SiO₂-Reinheit hoch ist, kann als Quarzglas entweder erschmolzenes Quarzglas („fused quartz glass“) oder synthetisches Quarzglas ohne besondere Beschränkung verwendet werden.

[0032] Ferner kann die Größe der zylindrischen Basis **11**, ohne dass eine spezielle Beschränkung besteht, gemäß der Verwendung ausgewählt werden und es kann sich z. B. um eine Länge L in der axialen Abmessung von 100 mm oder mehr, einen Außen-durchmesser D zwischen 50 und 300 mm und eine Dicke T zwischen 2 und 50 mm handeln.

[0033] Die innere Spannung in der zylindrischen Basis **11**, angegeben als Doppelbrechung, beträgt wenig-

ger als 70 nm/cm und mehr bevorzugt 20 nm/cm oder weniger. Beispielsweise wird in dem Fall der Verwendung einer thermischen Lithographie beim Belichten eines gewünschten Musters eine geringere innere Spannung in der zylindrischen Basis **11** Oberflächenfluktuationen vermindern, die durch Wärme verursacht werden, und eine Fehlordnung des Musters unterdrücken. Ferner kann in dem Fall der Belichtung eines Mottenaugenmusters als Antireflexionsmuster z. B. eine einheitliche Verteilung der Antireflexionseigenschaften in der Ebene erreicht werden. Darüber hinaus kann die Erzeugung von trüben Bereichen aufgrund einer Streuung von durchgelassenem Licht, die durch eine Fehlordnung der Musteranordnung verursacht wird, verhindert werden.

[0034] Die innere Spannung dieser zylindrischen Basis **11** wird z. B. mit einem Spannungsmessgerät gemessen, das die Doppelbrechung misst, die durch eine Restspannung innerhalb eines transparenten Körpers erzeugt wird, und wird gewöhnlich als Verzögerung pro 1 cm Dicke (Einheit: nm/cm) angegeben.

[0035] Eine Welligkeit mit einer Periode von 10 mm oder weniger in der Umfangsrichtung auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis **11** weist eine Amplitude von weniger als 100 nm und bevorzugt von 50 nm oder weniger auf. In dem Fall der Verwendung einer Belichtungsvorrichtung mit einer Konfiguration auf der Basis einer Aufzeichnungsvorrichtung für eine optische Platte zum Aufbringen des gewünschten Musters auf die zylindrische Basis **11**, auf der ein Photolack abgeschieden worden ist, ist eine Nachführung mit einem Fokuservomechanismus der Belichtungsvorrichtung möglich, was Größenfluktuationen in einem Belichtungsmuster unterdrücken kann, da die Welligkeit auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis **11** in der Umfangsrichtung, die eine Periode von 10 nm oder weniger aufweist, eine Amplitude von weniger als 100 nm aufweist. Beispielsweise kann in dem Fall der Belichtung eines mottenaugenförmigen Antireflexionsmusters eine einheitliche Verteilung der Antireflexionseigenschaften in der Ebene erreicht werden.

[0036] Die Welligkeit in der Umfangsrichtung auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis **11** kann durch Messen der gekrümmten Oberfläche des Zylinders zum Erhalten von Koordinatendaten z. B. unter Verwendung einer Oberflächenrauheitsmessvorrichtung des Taststifftyps bestimmt werden.

Master

[0037] Die **Fig. 2A** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration eines Rollenmasters zeigt, und die **Fig. 2B** ist eine vergrößerte Draufsicht, die einen Abschnitt der Oberfläche des Rollenmasters zeigt, das in der **Fig. 2A** gezeigt ist. Dieses

Master **10**, das als Rollenmaster bekannt ist, umfasst die zylindrische Basis **11** und eine Struktur **12**, die eine Mehrzahl von konkaven Abschnitten oder konvexen Abschnitten umfasst, die auf der Außenumfangsfläche des Zylindersubstrats **11** angeordnet sind.

[0038] Die Struktur **12** weist eine Mehrzahl von Spuren **T** mit einem Abstand **P** auf, der gleich oder kleiner ist als die Wellenlänge von Licht in der vorgesehenen Verwendungsumgebung für das gewünschte optische Element, wie z. B. etwa die Wellenlänge von sichtbarem Licht, und sie sind z. B. zur Bildung eines zweidimensionalen periodischen Arrays oder z. B. in konzentrischen Kreisen oder in einer Spirale auf der Oberfläche der zylindrischen Basis **11** angeordnet. Ferner kann die Struktur **12** in einem ausgewählten regelmäßigen Muster angeordnet sein, wie z. B. einem tetragonalen Gitter oder einem hexagonalen Gitter. Zusätzlich kann die Höhe der Struktur **12** auf der Oberfläche der zylindrischen Basis **11** regelmäßig oder unregelmäßig fluktuieren.

2. Verfahren zur Herstellung eines Masters

[0039] Nachstehend wird ein Verfahren zur Herstellung eines Masters gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert. Das Verfahren zur Herstellung eines Masters gemäß dieser Ausführungsform umfasst einen Photolackabscheidungsschritt des Abscheidens einer Photolackschicht auf der Außenumfangsfläche der vorstehend beschriebenen zylindrischen Basis, einen Belichtungsschritt des Bildens eines latenten Bilds auf der Photolackschicht, einen Entwicklungsschritt des Entwickelns der Photolackschicht, auf der das latente Bild ausgebildet ist, und einen Ätzschritt des Ätzens der zylindrischen Basis unter Verwendung eines Musters der entwickelten Photolackschicht als eine Maske zur Bildung einer Struktur mit einer Mehrzahl von konkaven Abschnitten oder konvexen Abschnitten auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis.

[0040] Da die zylindrische Basis, die in dieser Ausführungsform verwendet wird, eine innere Spannung, angegeben als Doppelbrechung, von weniger als 70 nm/cm aufweist, kann ein Belichtungsschritt, bei dem ein Laserlicht auf die Photolackschicht zur Bildung eines latenten Bilds eingestrahlt wird, vorteilhaft verwendet werden. Zusätzlich kann die Verwendung z. B. von Metalloxiden von einem oder mehreren Übergangsmetall(en), wie z. B. unter anderem Wolfram und Molybdän, als anorganischer Photolack der Belichtungsschritt des Bildens eines latenten Bilds unter Verwendung einer thermischen Lithographie, die thermische Veränderungen in der Photolackschicht nutzt, vorteilhaft eingesetzt werden. Folglich wird die thermische Reaktion nur in dem zentralen Abschnitt der Strahlbreite verursacht und ein feines Muster, das die Auflösungsgrenze des Laserlichts übersteigt, kann eingebracht werden. Ferner wird zum Erreichen

einer Struktur mit einem hohen Seitenverhältnis vorzugsweise ein Trockenätzen verwendet.

[0041] Beispiele für Vorrichtungskonfigurationen für eine verwendbare Belichtungsvorrichtung für den Belichtungsschritt und eine verwendbare Ätzvorrichtung für den Ätzschritt sind nachstehend angegeben.

Belichtungsvorrichtung

[0042] Die **Fig. 3** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel für eine Konfiguration einer Belichtungsvorrichtung zur Herstellung eines Rollenmasters zeigt. Diese Belichtungsvorrichtung weist eine Konfiguration auf der Basis einer Aufzeichnungsvorrichtung für eine optische Platte auf.

[0043] Eine Laserlichtquelle **21** ist eine Lichtquelle zum Belichten des Photolacks, der als Aufzeichnungsmedium auf der Oberfläche der zylindrischen Basis **11** abgeschieden ist, und emittiert ein Aufzeichnungslaserlicht **20**, das z. B. eine Wellenlänge λ von 266 nm aufweist. Das Laserlicht **20**, das durch die Laserlichtquelle **21** emittiert wird, breitet sich als kollimierter Strahl aus und tritt in einen elektrooptischen Modulator (EOM) **22** ein. Das Laserlicht **20**, das durch den elektrooptischen Modulator **22** hindurchgetreten ist, wird durch einen Spiegel **23** reflektiert und in ein optisches Modulationssystem **25** geleitet.

[0044] Der Spiegel **23** umfasst einen polarisierenden Strahlteiler, der eine Polarisationskomponente reflektiert und die andere Polarisationskomponente durchlässt. Die Polarisationskomponente, die durch den Spiegel **23** durchgelassen wird, wird von einer Photodiode **24** empfangen und auf der Basis dieses empfangenen Lichtsignals wird mit dem Laserlicht **20** eine Phasenmodulation durchgeführt, die durch den elektrooptischen Modulator **22** gesteuert wird.

[0045] In dem optischen Modulationssystem **25** wird das Laserlicht **20** durch eine Kondensorlinse **26** in einen akustooptischen Modulator **27** (AOM) gesammelt, der aus einem Material wie z. B. Glas (SiO_2) hergestellt ist. Das Laserlicht **20** wird, nachdem es in dem akustooptischen Modulator **27** bezüglich der Intensität moduliert und divergiert worden ist, durch eine Kollimatorlinse **28** kollimiert. Das Laserlicht **20**, das von dem optischen Modulationssystem **25** emittiert wird, wird durch einen Spiegel **31** reflektiert und in einer horizontalen und parallelen Weise zu einem bewegbaren optischen Tisch **32** geleitet.

[0046] Der bewegbare optische Tisch **32** umfasst einen Strahlenaufweiter **33** und eine Objektivlinse **34**. Das Laserlicht **20**, das zu dem bewegbaren optischen Tisch **32** geleitet worden ist, wird durch den Strahlenaufweiter **33** zu einer gewünschten Strahlform eingestellt und dann über die Objektivlinse **34** auf die Photolacksschicht auf der zylindrischen Basis **11** eingestrahlt.

Die zylindrische Basis **11** ist auf einer Drehplatte **36** angeordnet, die mit einem Spindelmotor **35** verbunden ist. Während die zylindrische Basis **11** gedreht wird, wird die Photolacksschicht periodisch mit dem Laserstrahl **20** bestrahlt, während das Laserlicht **20** in der Höhenrichtung der zylindrischen Basis **11** bewegt wird, so dass der Schritt des Belichtens der Photolacksschicht durchgeführt wird. Beispielsweise weist das gebildete latente Bild etwa elliptische Formen auf, deren Hauptachsen sich in der Umfangsrichtung befinden. Die Bewegung des Laserlichts **20** wird durch Bewegen des bewegbaren optischen Tisches **32** in der Richtung erreicht, die durch den Pfeil R angegeben ist.

[0047] Die Belichtungsvorrichtung umfasst z. B. einen Steuermechanismus **37** zur Bildung eines latenten Bilds aus einem zweidimensionalen Muster, wie z. B. einem hexagonalen Gitter oder einem quasi-hexagonalen Gitter, auf der Photolacksschicht. Der Steuermechanismus **37** umfasst einen Formatierer **29** und einen Treiber **30**. Der Formatierer **29** umfasst einen Polaritätsinverter und dieser Polaritätsinverter steuert den zeitlichen Ablauf des Einstrahlens des Laserlichts **20** auf die Photolacksschicht. Der Treiber **30** empfängt ein Ausgangssignal von dem Polaritätsinverter und steuert den akustooptischen Modulator **27**.

[0048] In dieser Belichtungsvorrichtung wird zum Erzeugen eines räumlich verknüpften zweidimensionalen Musters ein Signal einmal pro Spur zum Synchronisieren des die Polarisierung invertierenden Formatierersignals und einer Rotationssteuereinrichtung der Aufzeichnungsvorrichtung erzeugt, und durch den akustooptischen Modulator **27** wird eine Intensitätsmodulation durchgeführt. Durch eine Musterbildung mit einer geeigneten Drehzahl bei einer konstanten Winkelgeschwindigkeit (CAV), einer geeigneten Modulationsfrequenz und einem geeigneten Vorschubschritt kann ein zweidimensionales Muster, wie z. B. ein hexagonales Gitter oder ein quasi-hexagonales Gitter, auf der Photolacksschicht aufgezeichnet werden.

Ätzvorrichtung

[0049] Die **Fig. 4** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel für eine Konfiguration einer Ätzvorrichtung zur Herstellung eines Rollenmasters zeigt. Die Ätzvorrichtung, die als RIE(reaktives Ionenätzen)-Vorrichtung bekannt ist, wie sie in der **Fig. 4** gezeigt ist, umfasst eine Ätzreaktionskammer **41**, eine zylindrische Elektrode **42**, bei der es sich um eine Kathode handelt, und eine Gegenelektrode **43**, bei der es sich um eine Anode handelt. Die zylindrische Elektrode **42** befindet sich in einem zentralen Abschnitt der Ätzreaktionskammer **41**. Die Gegenelektrode **43** ist an einer Innenseite der Ätzreaktionskammer **41** bereitgestellt. Die zylindrische Elektrode **42** ist so ausgebildet, dass sie ein lösbares Anbringen der zylindri-

drischen Basis 11 ermöglicht. Beispielsweise weist die zylindrische Elektrode 42 eine Zylinderoberfläche auf, die der Zylinderoberfläche der zylindrischen Basis 11 entspricht oder etwa mit dieser identisch ist, und sie weist insbesondere einen geringfügig kleineren Durchmesser als der Innendurchmesser der zylindrischen Basis 11 auf. Die zylindrische Elektrode 42 ist mittels eines Kopplungskondensators 44 mit einer Hochfrequenzleistungsquelle (RF) 45 verbunden, die z. B. eine Frequenz von 13,56 MHz aufweist. Die Gegenelektrode 43 ist mit einer Erdung verbunden.

[0050] In dieser Ätzvorrichtung wird dann, wenn durch die Hochfrequenzleistungsquelle 45 eine Hochfrequenzspannung zwischen der Gegenelektrode 43 und der zylindrischen Elektrode 42 angelegt wird, ein Plasma zwischen der Gegenelektrode 43 und der zylindrischen Elektrode 42 erzeugt. Da die Gegenelektrode 43 mit einer Erdung verbunden ist, verändert sich deren elektrisches Potenzial nicht; im Gegensatz dazu tritt in der zylindrischen Elektrode 42 ein negatives elektrisches Potenzial auf, da der Schaltkreis durch den Kopplungskondensator 44 isoliert ist und ein Spannungsabfall erzeugt wird. Dieser Spannungsabfall verursacht die Erzeugung eines elektrischen Felds in der Richtung senkrecht zu der Zylinderoberfläche der zylindrischen Elektrode 42 und Plasmaionen innerhalb des Plasmas stoßen senkrecht mit der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis 11 zusammen und folglich wird ein anisotropes Ätzen durchgeführt.

Schritte eines Verfahrens zur Herstellung eines Masters

[0051] Schritte eines Verfahrens zur Herstellung eines Masters gemäß dieser Ausführungsform werden nachstehend nacheinander unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und Fig. 6 erläutert.

Photolackabscheidungsschritt

[0052] Als erstes wird, wie es in der Fig. 5A gezeigt ist, die vorstehend genannte zylindrische Basis 11 hergestellt. Diese zylindrische Basis 11 wird z. B. aus einem Quarzglas hergestellt. Als nächstes wird, wie es in der Fig. 5B gezeigt ist, eine Photolackschicht 13 auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis 11 abgeschieden. Als Material für die Photolackschicht kann z. B. entweder ein organischer Photolack oder ein anorganischer Photolack verwendet werden. Beispiele für organische Photolacke umfassen z. B. Photolacke des Novolak-Typs und chemisch verstärkte Photolacke. Beispiele für anorganische Photolacke umfassen z. B. Metalloxide, die aus einem oder mehreren Übergangsmetall(en), wie z. B. Wolfram und Molybdän, hergestellt sind.

Belichtungsschritt

[0053] Als nächstes wird unter Verwendung der Belichtungsvorrichtung, die in der Fig. 3 gezeigt ist, während die zylindrische Basis 11 gedreht wird, ein Laserlicht (Belichtungsstrahl) 20 auf die Photolackschicht 13 eingestrahlt. Dabei wird, während das Laserlicht 20 in der Höhenrichtung (der Richtung parallel zur Mittelachse) der zylindrischen Basis 11 bewegt wird, die Photolackschicht 13 durch periodisches Einstrahlen des Laserlichts 20 auf deren gesamter Oberfläche belichtet. Wie es in der Fig. 5C gezeigt ist, wird dadurch ein latentes Bild 14, das der Spur des Laserlichts 20 entspricht und das einen Abstand aufweist, der etwa mit der Wellenlänge von sichtbarem Licht identisch ist, auf der gesamten Oberfläche der Photolackschicht 13 gebildet. Das latente Bild 14 umfasst z. B. Spuren, die in einer Mehrzahl von Reihen angeordnet sind und ein hexagonales Muster oder ein quasi-hexagonales Muster auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis 11 bilden. Beispielsweise weist das latente Bild 14 z. B. eine elliptische Form auf, die eine Hauptachse in der Richtung aufweist, in der sich die Spuren erstrecken.

Entwicklungsschritt

[0054] Als nächstes wird ein Entwickler auf die Photolackschicht 13 zur Entwicklung der Photolackschicht 13 aufgebracht. In dem Fall der Verwendung eines positiven Photolacks zur Bildung der Photolackschicht 13, wird, da belichtete Abschnitte, die dem Laserlicht 20 ausgesetzt worden sind, verglichen mit unbelichteten Abschnitten eine erhöhte Lösungsgeschwindigkeit in dem Entwickler aufweisen, wie es in der Fig. 6A gezeigt ist, ein Muster, das dem latenten Bild 14 (belichtete Abschnitte) entspricht, in der Photolackschicht 13 gebildet.

Ätzschritt

[0055] Als nächstes wird unter Verwendung des Musters (Photolackmuster) der Photolackschicht 13, das auf der zylindrischen Basis 11 ausgebildet ist, als Maske die Oberfläche der zylindrischen Basis 11 geätzt. Wie es in der Fig. 6B gezeigt ist, können dadurch konkave Abschnitte, die eine elliptische konische Form oder eine elliptische Kegelstumpfform aufweisen, gebildet werden, die eine Hauptachse in der Richtung aufweisen, in der sich die Spuren erstrecken, wodurch eine Struktur 12 erhalten wird. Als Ätzverfahren kann entweder ein Trockenätzen oder ein Nassätzen verwendet werden; ein Trockenätzen unter Verwendung z. B. der Ätzvorrichtung, die in der Fig. 4 gezeigt ist, ist jedoch bevorzugt. Durch die Verwendung eines Trockenätzens kann ein Glasmaster mit einer Tiefe des Dreifachen oder mehr von derjenigen der Photolackschicht 13 (ein Selektionsverhältnis von drei oder mehr) hergestellt werden und in der Struktur 12 kann ein hohes Seitenverhältnis erreicht

werden. Durch das Vorstehende kann ein Master **10**, das z. B. ein hexagonales oder quasi-hexagonales Muster mit konkaven Abschnitten mit einer Tiefe von etwa 200 nm bis etwa 350 nm aufweist, erhalten werden.

3. Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements

[0056] In einem Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements gemäß dieser Ausführungsform wird eine lichtaushärtende Harzschicht in einen engen Kontakt mit der Außenumfangsfläche des vorstehend beschriebenen Masters gebracht und das lichtaushärtende Harz wird nach dem Aushärten abgelöst, so dass die Struktur des Masters auf die lichtaushärtende Harzsicht übertragen wird.

[0057] Die **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel einer Konfiguration für eine Übertragungsvorrichtung zeigt. Die Übertragungsvorrichtung umfasst das zylindrische Master **10**, eine Trägerzuführungsrolle **51**, eine Aufnahmerolle **52**, Führungsrollen **53**, **54**, eine Andruckrolle **55**, eine Ablöserolle **56**, eine Aufbringvorrichtung **57** und eine Lichtquelle **58**.

[0058] Ein Träger **61** z. B. in einer Lagenform ist um die Trägerzuführungsrolle **51** in einer Rollenform gewickelt und der Träger **61** ist so angeordnet, dass er ein kontinuierliches Zuführen davon über die Führungsrolle **53** ermöglicht. Die Aufnahmerolle **52** ist so angeordnet, dass sie das Aufnehmen eines laminierten Materials ermöglicht, das eine Harzsicht **62** aufweist, auf die durch diese Übertragungsvorrichtung ein konkaves/konvexes Muster übertragen worden ist. Die Führungsrollen **53**, **54** befinden sich in einem Transportweg dieser Überführungsvorrichtung zum Transportieren des laminierten Materials des Trägers **61** und der Harzsicht **62**. Die Andruckrolle **55** ist so angeordnet, dass sie ein Andücken des Trägers **61**, der von der Trägerzuführungsrolle **51** zugeführt wird und eine darauf aufgebrachte lichtaushärtende Harzzusammensetzung aufweist, und des Masters **10**, das in einer Rollenform vorliegt, ermöglicht. Das Master **10** weist eine Übertragungssoberfläche zum Bilden der Harzsicht **62** auf. Die Ablöserolle **56** ist so angeordnet, dass sie das Ablösen der Harzsicht **62**, die durch Aushärten der lichtaushärtenden Harzzusammensetzung erhalten worden ist, von der Übertragungssoberfläche des Masters **10** ermöglicht.

[0059] Materialien für die Trägerzuführungsrolle **51**, die Aufnahmerolle **52**, die Führungsrollen **53**, **54**, die Andruckrolle **55** und die Ablöserolle **56**, können, ohne speziell beschränkt zu sein, in einer geeigneten Weise und gemäß den gewünschten Rolleneigenschaften aus Metallen, wie z. B. rostfreiem Stahl, und Materialien wie z. B. Kautschuk und Silikon ausgewählt

werden. Als Aufbringvorrichtung **57** kann z. B. eine Vorrichtung wie ein Beschichter mit einem Aufbringmittel verwendet werden. Als Beschichter kann z. B. unter Berücksichtigung der Eigenschaften der aufzubringenden lichtaushärtenden Harzzusammensetzung ein Beschichter in einer geeigneten Weise aus Typen wie z. B. unter anderem einem Gravurstreichbeschichter, einem Rakelbeschichter und einem Düsenbeschichter ausgewählt werden.

[0060] Durch die Verwendung einer solchen Übertragungsvorrichtung kann die Struktur **12** des Masters **10** kontinuierlich auf eine Harzlage reproduziert werden.

[0061] Das Material, das in dem Träger **61** verwendet wird, unterliegt unter der Bedingung, dass es sich um ein transparentes Material handelt, keiner speziellen Beschränkung, und es kann z. B. ein Material mit einer transparenten Harzzusammensetzung, wie z. B. Polycarbonat (PC) oder Polyethylenterephthalat (PET), oder einem Glas als Hauptbestandteil verwendet werden.

[0062] Die lichtaushärtende Zusammensetzung wird z. B. aus Materialien hergestellt, die monofunktionelle Monomere, bifunktionelle Monomere, polyfunktionelle Monomere und Initiatoren umfassen, wobei insbesondere die nachstehend angegebenen Materialien einzeln oder gemischt in einer Kombination von zwei oder mehr verwendet werden können.

[0063] Beispiele für geeignete monofunktionelle Monomere umfassen unter anderem z. B. eine Carbonsäure (Acrylsäure), Hydroxyverbindungen (2-Hydroxyethylacrylat, 2-Hydroxypropylacrylat und 4-Hydroxybutylacrylat), Alkyl/alicyclische Verbindungen (Isobutylacrylat, t-Butylacrylat, Isooctylacrylat, Laurylacrylat, Stearylacrylat, Isobornylacrylat und Cyclohexylacrylat), andere funktionelle Monomere (2-Methoxyethylacrylat, Methoxyethylenglykolacrylat, 2-Ethoxyethylacrylat, Tetrahydrofurfurylacrylat, Benzylacrylat, Ethylcarbitolacrylat, Phenoxyethylacrylat, N,N-Dimethylaminoethylacrylat, N,N-Dimethylaminopropylacrylamid, N,N-Dimethylacrylamid, Acryloylmorpholin, N-Isopropylacrylamid, N,N-Diethylacrylamid, N-Vinylpyrrolidon, 2-(Perfluoroctyl)ethylacrylat, 3-Perfluorhexyl-2-hydroxypropylacrylat, 3-Perfluorocetyl-2-hydroxypropylacrylat, 2-(Perfluordecyl)ethylacrylat und 2-(Perfluor-3-methylbutyl)ethylacrylat), 2,4,6-Tribromphenylacrylat, 2,4,6-Tribromphenylmethacrylat, 2-(2,4,6-Tribromphenoxy)ethylacrylat und 2-Ethylhexylacrylat.

[0064] Beispiele für verwendbare bifunktionelle Monomere umfassen unter anderem z. B. Tri(propylenglykol)diacrylat, Trimethylolpropandiallylether und Urethanacrylat.

[0065] Beispiele für polyfunktionelle Monomere umfassen unter anderem Trimethylopropantriacylat, Dipentaerythritpenta/hexaacrylat und Ditrimethylopropan tetraacrylat.

[0066] Beispiele für geeignete Initiatoren umfassen unter anderem 2,2-Dimethoxy-1,2-diphenylethan-1-on, 1-Hydroxycyclohexylphenylketon und 2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropan-1-on.

[0067] Darüber hinaus kann die lichtaushärtende Zusammensetzung unter anderem gegebenenfalls Füllstoffe, funktionelle Additive, Lösungsmittel, anorganische Materialien, Pigmente, Antistatikmittel und Sensibilisierungsfarbstoffe umfassen. Als Füllstoff können z. B. feine anorganische Teilchen oder feine organische Teilchen verwendet werden. Beispiele für feine anorganische Teilchen umfassen unter anderem feine Metalloxidteilchen, wie z. B. solche aus SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , SnO_2 und Al_2O_3 . Beispiele für funktionelle Additive umfassen unter anderem z. B. Verlaufsmittel, Oberflächenkonditioniermittel, Absorptionsmittel und Schaumdämpfer.

Beispiele

4. Beispiele

[0068] Nachstehend werden Beispiele der vorliegenden Erfindung beschrieben. In diesen Beispielen wurden Master unter Verwendung von zylindrischen Basen mit unterschiedlicher innerer Spannung und Oberflächenwelligkeit hergestellt und deren Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht und Musteranordnung wurden bewertet. Es sollte beachtet werden, dass die vorliegende Erfindung nicht durch diese Beispiele beschränkt ist.

[0069] Messungen der Spannung der zylindrischen Basis, Messungen der Oberflächenwelligkeit der zylindrischen Basis, Untersuchungen der Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters und Untersuchungen der Musteranordnung des Masters wurden in der folgenden Weise durchgeführt.

Messung der inneren Spannung der zylindrischen Basis

[0070] Ein Spannungsmessgerät (SVP vertikales Modell, von AGC Techno Glass Co., Ltd. hergestellt) wurde zur Messung der inneren Spannung in den zylindrischen Basen verwendet.

Messung der Oberflächenwelligkeit der zylindrischen Basis

[0071] Ein Oberflächenprofilmessgerät (Form TalySurf PGI 1250A, von Taylor Hobson Ltd. hergestellt) wurde zur Messung der Oberflächenwelligkeit auf den zylindrischen Basen verwendet.

Messung der Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters

[0072] Die Master wurden gedreht, während ein Messkopf mit einem Laser ($\lambda = 650 \text{ nm}$) und einem Lichtempfangselement (Photodiode, PD) in der Höhenrichtung des Masters zur Messung der Intensität von reflektiertem Laserlicht bewegt wurde; die Messungen wurden protokolliert und kartiert, so dass ein zweidimensionales Bild der Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht der Master erzeugt wurde.

Untersuchung der Musteranordnung des Masters

[0073] Zur Untersuchung von Masteroberflächen wurde ein Rasterelektronenmikroskop (SEM) verwendet.

Beispiel 1

[0074] Eine aus Quarzglas hergestellte zylindrische Basis, bei der die innere Spannung weniger als 20 nm/cm betrug und die Welligkeit auf deren Außenumfangsfläche, die eine Periode von 10 mm oder weniger aufwies, eine Amplitude von 100 nm oder weniger aufwies, wurde vorbereitet. Die **Fig. 8** ist ein Bild, das die innere Spannung der zylindrischen Basis von Beispiel 1 darstellt. Ein Farbbild, das dem Ausmaß der Doppelbrechung entspricht, die durch die innere Restspannung verursacht wird, wurde mit dem Spannungsmessgerät erhalten und zeigt eine innere Spannung von weniger als 20 nm/cm.

[0075] Eine Photolackschicht, die aus einem Metalloxid von Wolfram hergestellt worden ist, wurde auf der Außenfläche dieser zylindrischen Basis abgeschieden. Anschließend wurde unter Verwendung einer Belichtungsvorrichtung ein latentes Bild eines quasi-hexagonalen Musters unter Verwendung einer thermischen Lithographie mittels Laserlicht als Muster auf den Photolack aufgebracht. Als nächstes wurde die Photolackschicht auf der Zylinderbasis entwickelt und entwickelte Abschnitte des Photolacks wurden gelöst. Dadurch wurde ein Photolackmaster erhalten, bei dem die Photolackschicht in einem quasi-hexagonalen Muster offen war. Als nächstes wurde unter Verwendung der Ätzvorrichtung der Photolackmaster mittels RIE geätzt, so dass konkave Abschnitte gebildet wurden, die sich in der Richtung senkrecht zu der Oberfläche der Glasrolle erstreckten. Schließlich wurde ein Veraschen durchgeführt, um das Photolackmuster vollständig zu entfernen. Auf diese Weise wurde das gewünschte Glasrollenmaster (das Master) erhalten.

[0076] Die **Fig. 9** und **Fig. 10** sind jeweils ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters von Beispiel 1 und ein SEM-Bild einer Musteranordnung des Masters von Beispiel 1 zeigt. Wie es in der **Fig. 9** gezeigt ist,

wies das Master von Beispiel 1 eine einheitliche Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht auf und eine Fehlordnung des Musters trat nicht auf.

Vergleichsbeispiel 1

[0077] Eine aus Quarzglas hergestellte zylindrische Basis, die einen streifenförmigen Bereich mit einer inneren Spannung von etwa 70 nm/cm umfasste und bei der die Welligkeit auf der Außenumfangsfläche, die eine Periode von 10 mm oder weniger aufwies, eine Amplitude von 100 nm oder weniger aufwies, wurde vorbereitet. Die **Fig. 11** ist ein Bild, das die innere Spannung der zylindrischen Basis von Vergleichsbeispiel 1 zeigt. Ein Farbbild, das dem Ausmaß der Doppelbrechung entspricht, die durch die innere Restspannung verursacht wird, wurde mit dem Spannungsmessgerät erhalten und zeigt einen Bereich mit einer inneren Spannung von etwa 70 nm/cm. Unter Verwendung dieser zylindrischen Basis wurde ein Glasrollenmaster (Master) in der gleichen Weise wie im Beispiel 1 hergestellt.

[0078] Die **Fig. 12** und **Fig. 13** sind jeweils ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters von Vergleichsbeispiel 1 und ein SEM-Bild einer Musteranordnung des Masters von Vergleichsbeispiel 1 zeigt. Wie es in der **Fig. 12** gezeigt ist, wies das Master von Vergleichsbeispiel 1 eine streifenförmige Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht auf. Zusätzlich wurden bei einer Untersuchung der Transparenz getrübte Bereiche festgestellt. Ferner trat, wie es in der **Fig. 13** gezeigt ist, eine Fehlordnung des Musters in streifenförmigen Bereichen auf.

Beispiel 2

[0079] Eine aus Quarzglas hergestellte zylindrische Basis, bei der die innere Spannung weniger als 20 nm/cm betrug und die Welligkeit auf deren Außenumfangsfläche, die eine Periode von 10 mm oder weniger aufwies, eine Amplitude von etwa 50 nm aufwies, wurde vorbereitet. Die **Fig. 14** ist ein Graph, der die Oberflächenwelligkeit auf der zylindrischen Basis von Beispiel 2 darstellt. Die Welligkeit auf der Außenumfangsfläche in der Umfangsrichtung im Beispiel 2 wies eine kleine Amplitude von etwa 50 nm auf. Unter Verwendung dieser zylindrischen Basis wurde ein Glasrollenmaster (Master) in der gleichen Weise wie im Beispiel 1 hergestellt.

[0080] Die **Fig. 15** ist ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters von Beispiel 2 zeigt. Wie es in der **Fig. 15** gezeigt ist, wies das Master von Beispiel 2 eine einheitliche Verteilung der Intensität von reflektiertem Licht auf.

Vergleichsbeispiel 2

[0081] Eine aus Quarzglas hergestellte zylindrische Basis, bei der die innere Spannung weniger als 20 nm/cm betrug und die Welligkeit auf deren Außenumfangsfläche eine Periode von 10 mm oder weniger und eine Amplitude von etwa 100 nm aufwies, wurde vorbereitet. Die **Fig. 16** ist ein Graph, der die Oberflächenwelligkeit auf der zylindrischen Basis von Vergleichsbeispiel 2 darstellt. Die Welligkeit auf der Außenumfangsfläche in der Umfangsrichtung im Vergleichsbeispiel 2 wies einen Abstand von 5 mm und eine Amplitude von etwa 100 nm auf. Unter Verwendung dieser zylindrischen Basis wurde ein Glasrollenmaster (Master) in der gleichen Weise wie im Beispiel 1 hergestellt.

[0082] Die **Fig. 17** ist ein zweidimensionales Bild, das die Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters von Vergleichsbeispiel 2 zeigt. Wie es in der **Fig. 17** gezeigt ist, trat entlang der Welligkeit ein charakteristisches Streifenmuster in der Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht des Masters von Vergleichsbeispiel 2 auf.

Bewertungsergebnisse

[0083] Wie es im Vergleichsbeispiel 1 ersichtlich ist, fluktuiert bei der Verwendung von thermischen Lithographieverfahren unter Verwendung von thermischen Veränderungen in dem Photolackmaterial, wenn das gewünschte Muster belichtet wird, in dem Fall, bei dem die innere Spannung in der zylindrischen Basis 70 nm/cm oder mehr beträgt, die Oberfläche des Quarzes während des Belichtens, wodurch eine Fehlordnung des belichteten Musters verursacht wird; folglich wurde eine streifenförmige Verteilung der Intensität von reflektiertem Licht erzeugt. Darüber hinaus wurden getrübte Bereiche, die durch eine Streuung von durchgelassenem Licht aufgrund einer Musterfehlordnung verursacht wurden, bei der Untersuchung der Transparenz festgestellt.

[0084] Im Gegensatz dazu wurde, wie es im Beispiel 1 ersichtlich ist, in dem Fall, bei dem die innere Spannung in der zylindrischen Basis weniger als 70 nm/cm beträgt, eine Fehlordnung des belichteten Musters unterdrückt, eine einheitliche Verteilung der Intensität von reflektiertem Licht in der Ebene wurde erreicht und getrübte Bereiche, die durch gebeugtes Licht verursacht werden, traten nicht auf.

[0085] Darüber hinaus ist, wie es im Vergleichsbeispiel 2 ersichtlich ist, in dem Fall einer Welligkeit auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis in der Umfangsrichtung mit einer Periode von 10 mm oder weniger, die eine Amplitude von 100 nm oder mehr aufweist, wenn ein gewünschtes Muster erzeugt wird, eine Nachführung mit dem Fokuservomechanismus nicht möglich, was Fluktuationen

bei der Größe des belichteten Musters verursachte, die ein charakteristisches Streifenmuster entlang der Welligkeit in der Intensitätsverteilung des reflektierten Lichts erzeugten.

[0086] Im Gegensatz dazu war es, wie es im Beispiel 2 ersichtlich ist, in dem Fall der Welligkeit auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis in der Umfangsrichtung mit einer Periode von 10 mm oder weniger, die eine Amplitude von weniger als 100 nm aufwies, möglich, Fluktuationen bei der Größe des belichteten Musters zu kontrollieren und eine einheitliche Intensitätsverteilung von reflektiertem Licht zu erreichen.

Bezugszeichenliste

10 Master, **11** Zylindrische Basis, **12** Struktur, **13** Photolackschicht, **14** Latentes Bild, **20** Laserlicht, **21** Laserlichtquelle, **22** Elektrooptischer Modulator, **23** Spiegel, **24** Photodiode, **25** Optisches Modulationssystem, **26** Kondensorlinse, **27** Akustooptischer Modulator, **28** Kollimatorlinse, **29** Formatierer, **30** Treiber, **31** Spiegel, **32** Bewegbarer optischer Tisch, **33** Strahlaufweiter, **34** Objektivlinse, **35** Spindelmotor, **36** Drehplatte, **37** Steuermechanismus, **41** Ätzreaktionskammer, **42** Zylindrische Elektrode, **43** Gegenelektrode, **44** Kopplungskondensator, **45** Hochfrequenzleistungsquelle, **51** Trägerzuführungsrolle, **52** Aufnahmerolle, **53**, **54** Führungsrolle, **55** Andruckrolle, **56** Ablöserolle, **57** Aufbringvorrichtung, **58** Lichtquelle, **61** Träger, **62** Harzsicht

Patentansprüche

1. Zylindrische Basis, die ein Quarzglas in einer zylindrischen Form umfasst, wobei die zylindrische Basis eine innere Spannung, angegeben als Doppelbrechung, von weniger als 70 nm/cm aufweist und eine Welligkeit auf einer Außenumfangsfläche davon, die eine Periode von 10 mm oder weniger in der Umfangsrichtung aufweist, eine Amplitude von weniger als 100 nm aufweist.

2. Zylindrische Basis nach Anspruch 1, bei der die innere Spannung, angegeben als Doppelbrechung, weniger als 20 nm/cm beträgt.

3. Zylindrische Basis nach Anspruch 1, bei der die Welligkeit auf einer Außenumfangsfläche davon, die eine Periode von 10 mm oder weniger in der Umfangsrichtung aufweist, eine Amplitude von weniger als 50 nm aufweist.

4. Master, umfassend:
die zylindrische Basis nach Anspruch 1 und
eine Struktur, die eine Mehrzahl von konkaven Abschnitten oder konvexen Abschnitten aufweist, die

auf einer Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis angeordnet sind.

5. Verfahren zur Herstellung eines Masters, umfassend:

einen Photolackabscheidungsschritt des Abscheidens einer Photolackschicht auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis nach Anspruch 1, einen Belichtungsschritt des Bildens eines latenten Bilds auf der Photolackschicht, einen Entwicklungsschritt des Entwickelns der Photolackschicht, auf der das latente Bild ausgebildet ist, und einen Ätzschritt des Ätzens der zylindrischen Basis unter Verwendung eines Musters der entwickelten Photolackschicht als eine Maske zur Bildung einer Struktur mit einer Mehrzahl von konkaven Abschnitten oder konvexen Abschnitten auf der Außenumfangsfläche der zylindrischen Basis.

6. Verfahren zur Herstellung eines Masters nach Anspruch 5, bei dem das latente Bild durch Einstrahlen eines Laserlichts auf die Photolackschicht in dem Belichtungsschritt gebildet wird.

7. Verfahren zur Herstellung eines Masters nach Anspruch 6, bei dem das latente Bild durch thermische Lithographie in dem Belichtungsschritt gebildet wird.

8. Verfahren zur Herstellung eines Masters nach Anspruch 5, bei dem die Struktur durch Trockenätzten in dem Ätzschritt gebildet wird.

9. Verfahren zur Herstellung eines optischen Elements zum Übertragen einer Struktur des Masters nach Anspruch 4 auf ein lichtaushärtendes Harz, umfassend Schritte des Bringens der lichtaushärtenden Harzsicht in einen engen Kontakt mit einer Außenumfangsfläche des Master, des Aushärtens der lichtaushärtenden Harzsicht und des Ablösen der lichtaushärtenden Harzsicht.

10. Zylindrische Basis nach Anspruch 2, bei der die Welligkeit auf einer Außenumfangsfläche davon, die eine Periode von 10 mm oder weniger in der Umfangsrichtung aufweist, eine Amplitude von 50 nm oder weniger aufweist.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

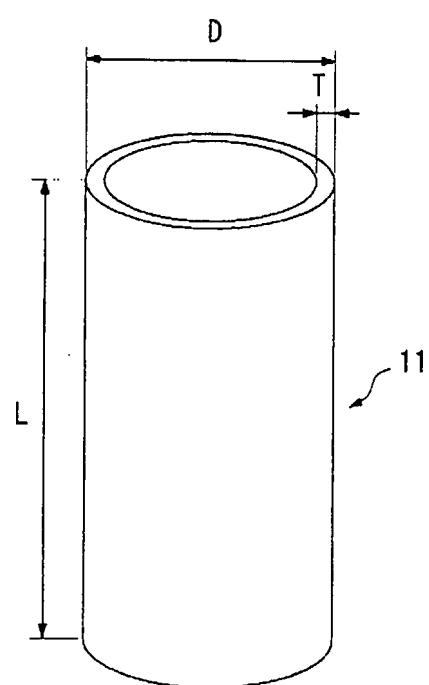


FIG.1

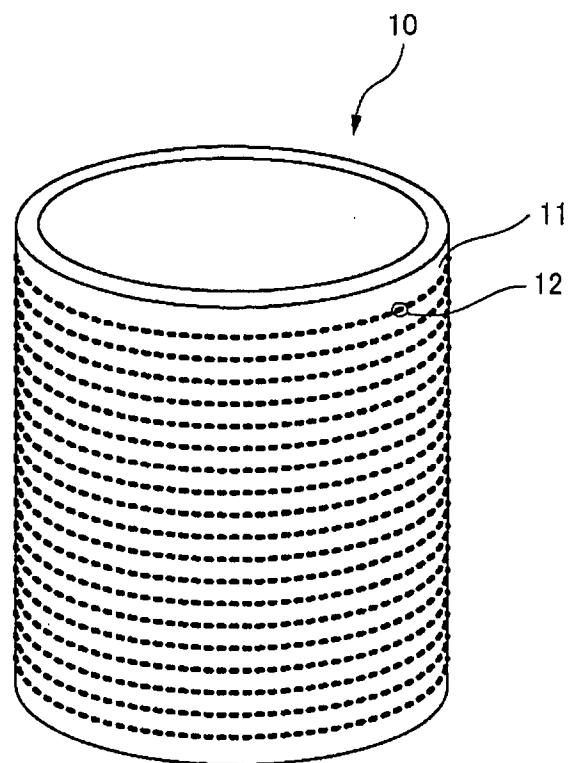


FIG. 2A

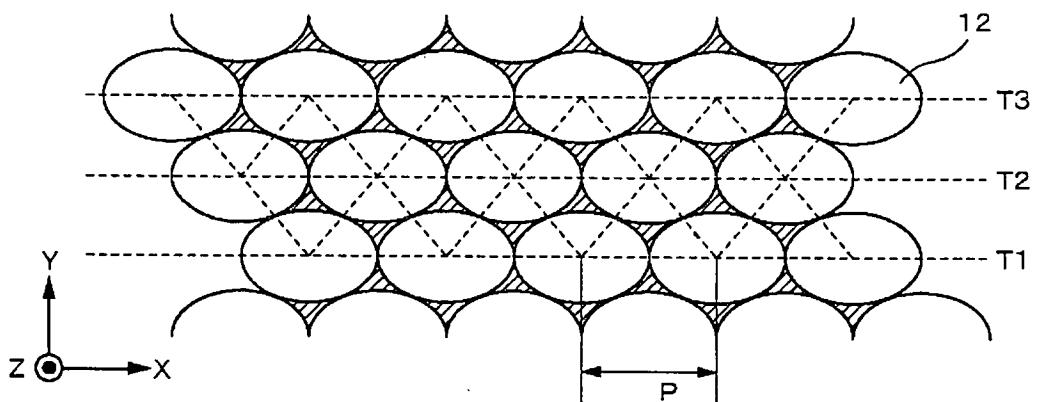


FIG. 2B

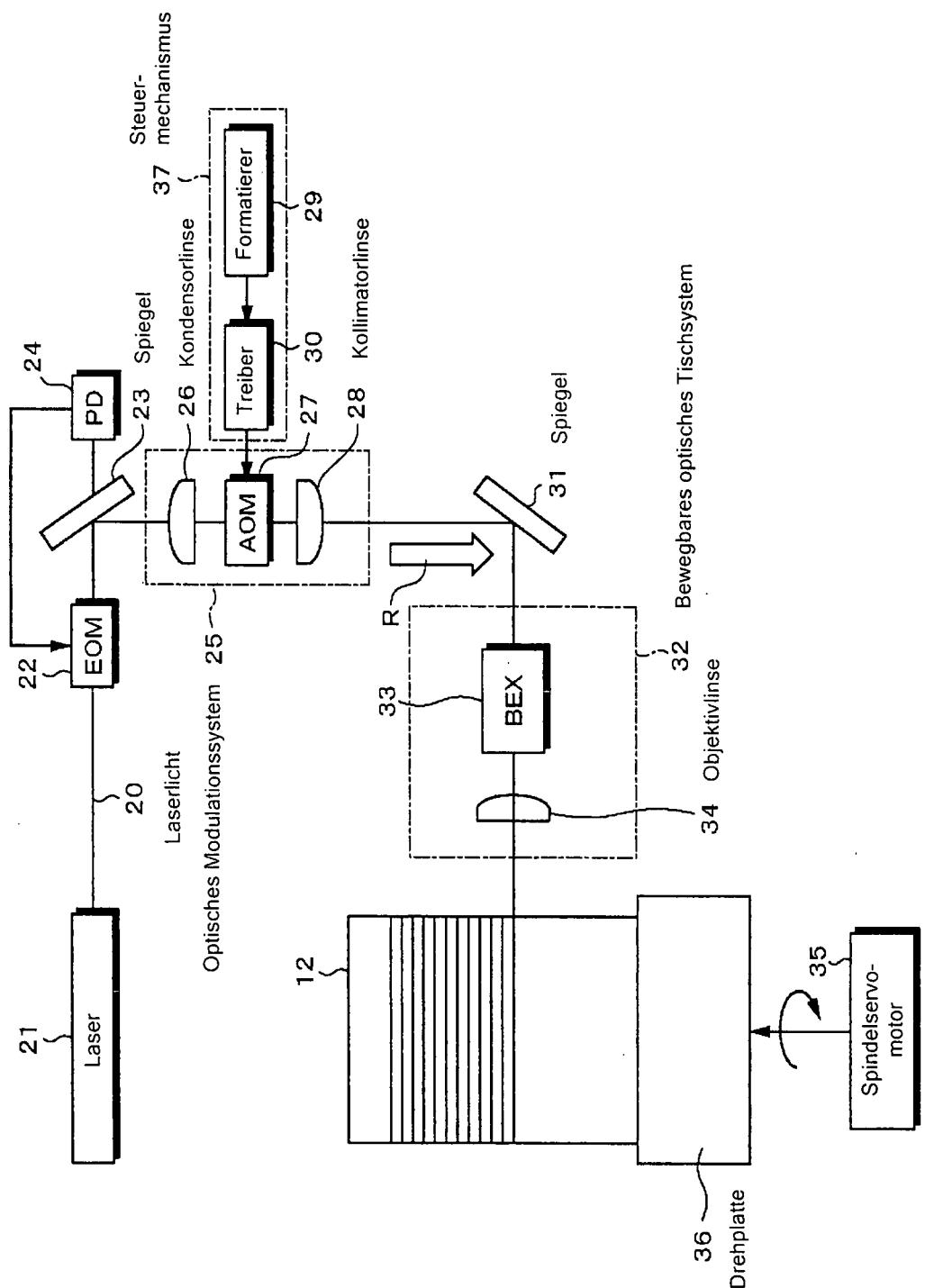


FIG.3

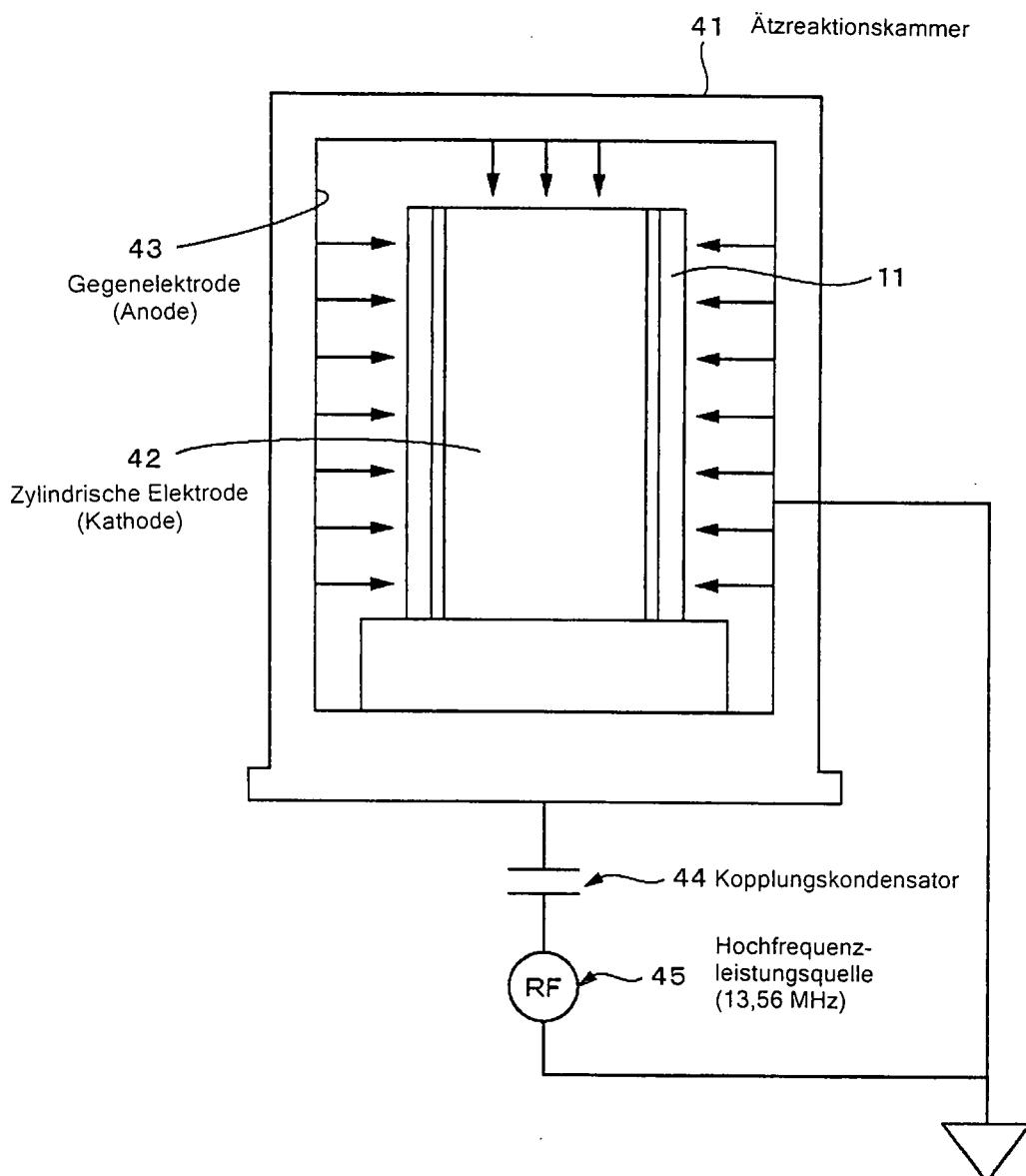


FIG.4

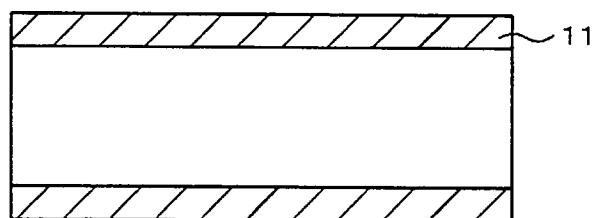


FIG.5A

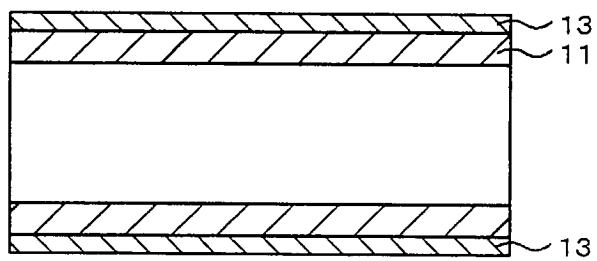


FIG.5B

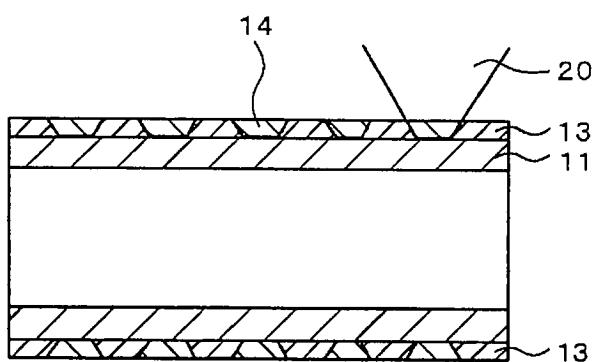


FIG.5C

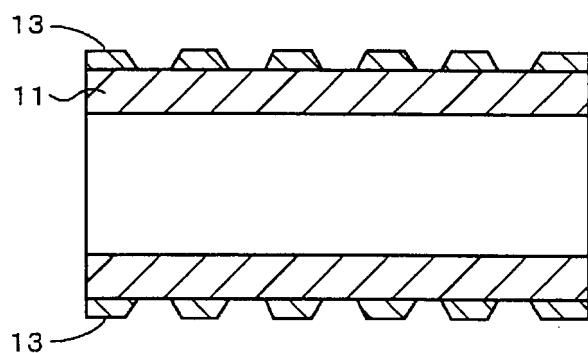


FIG. 6A

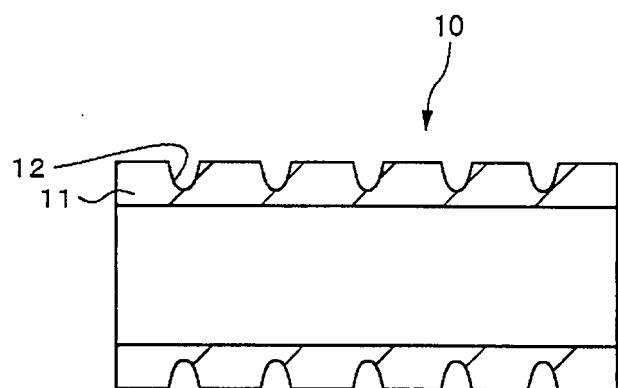


FIG. 6B

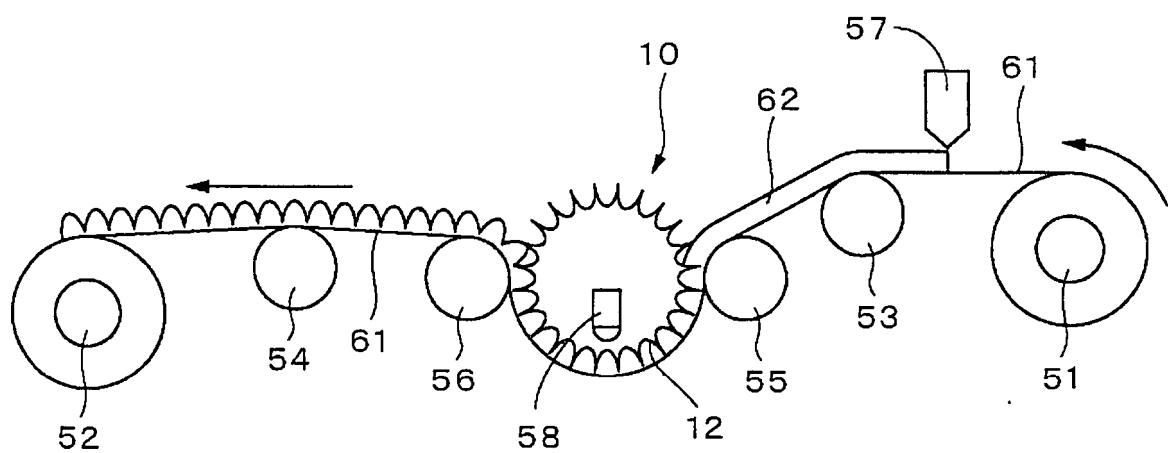


FIG. 7

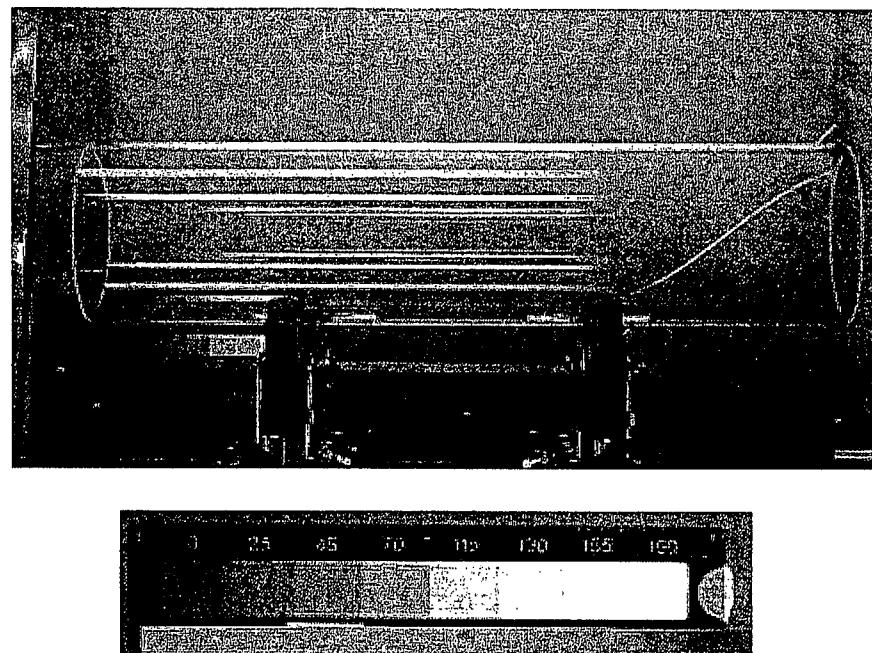


FIG.8

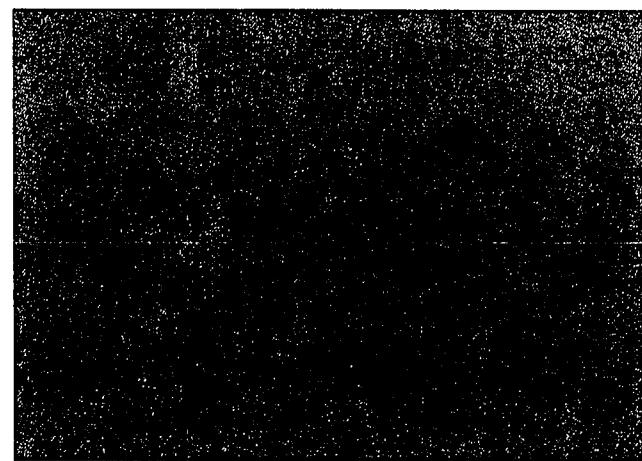


FIG.9

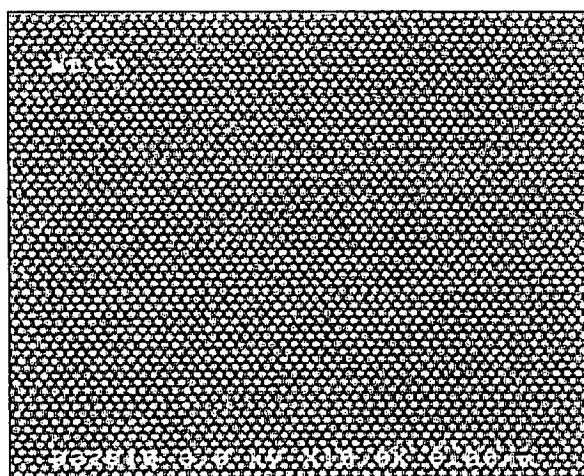


FIG.10

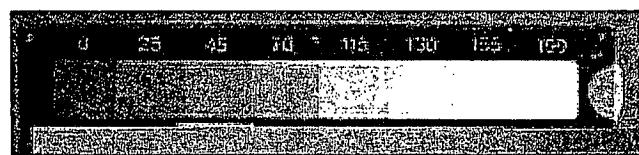
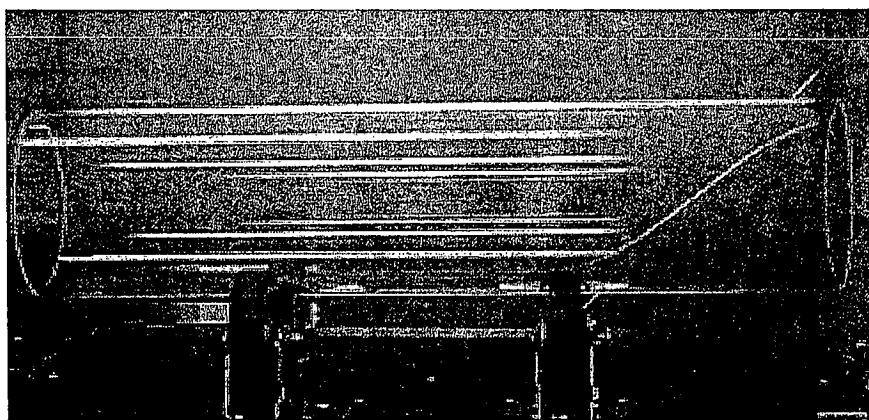


FIG.11

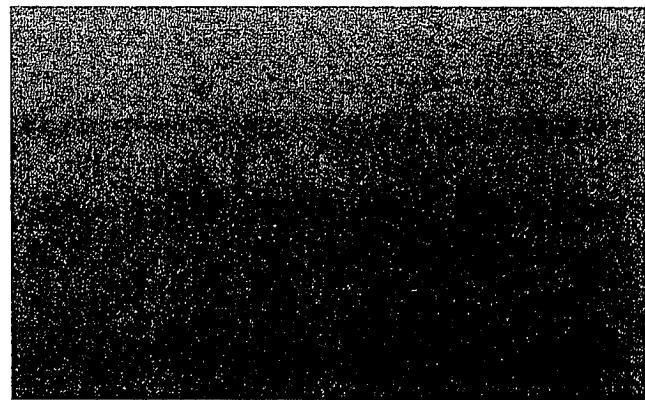


FIG.12

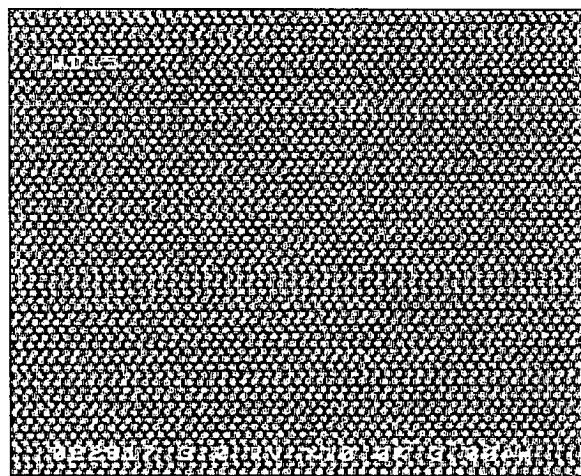


FIG.13

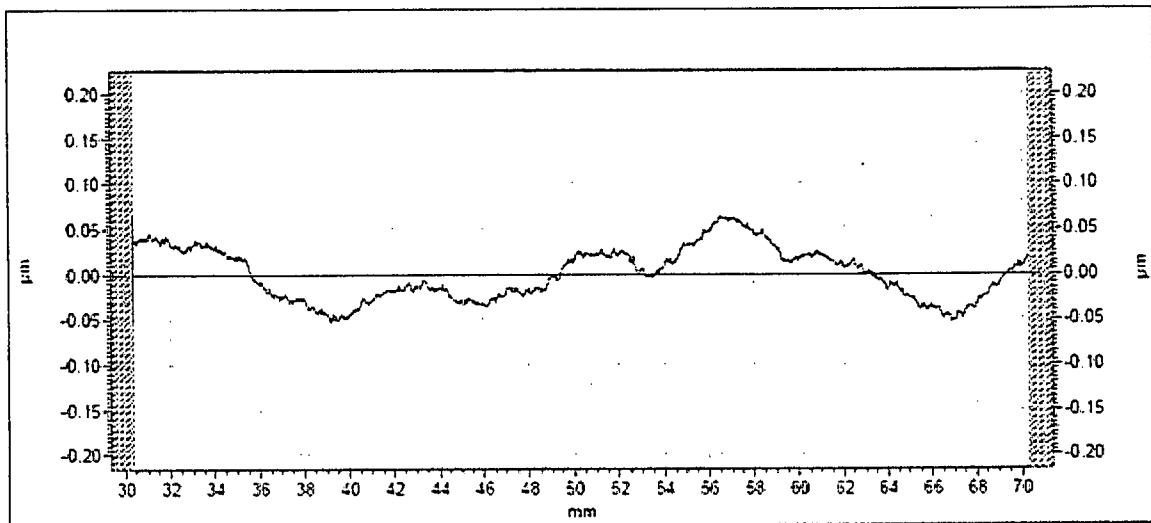


FIG.14

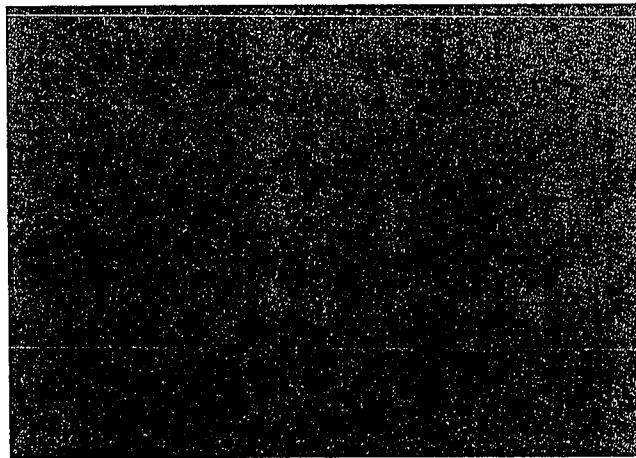


FIG.15

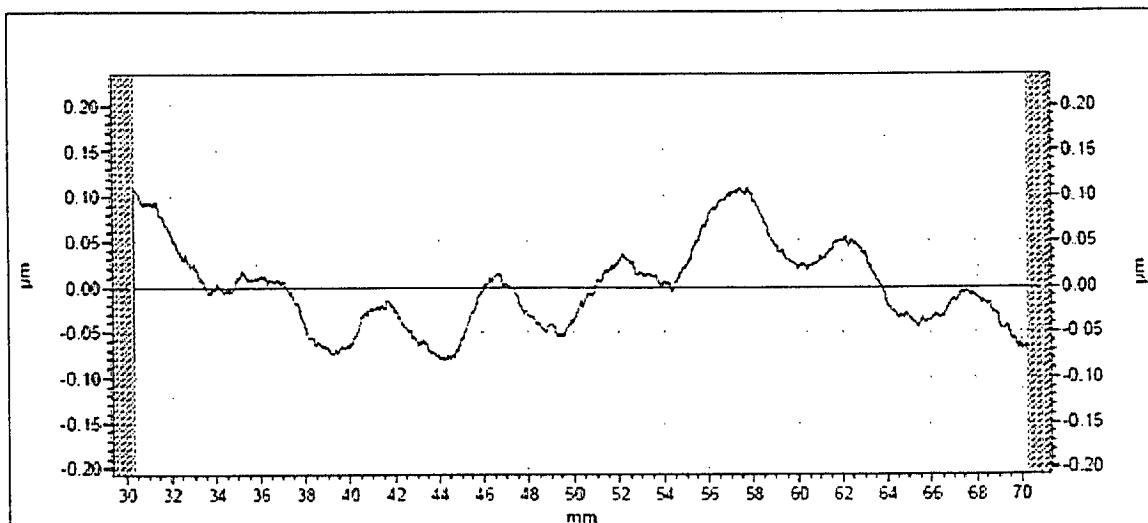


FIG.16

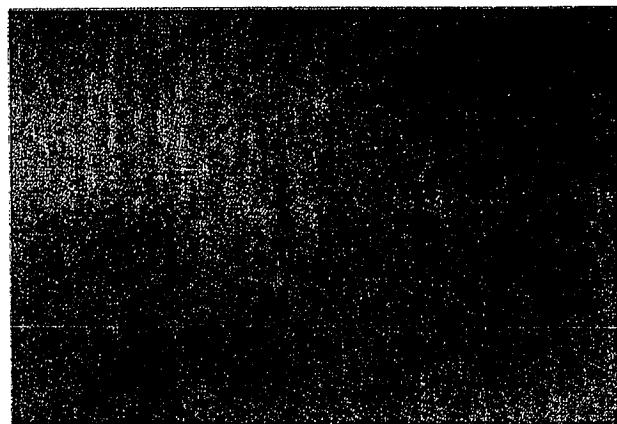


FIG.17