

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. April 2006 (13.04.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/037494 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G03F 7/20 (2006.01) **G02B 7/02** (2006.01)

Lauterburg (DE). **ZIMMER, Klaus** [DE/DE]; Wiesenstr.
63/1, 71394 Kernen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/010351

(74) **Anwalt: LORENZ & KOLLEGEN**; Alte Ulmer Str. 2,
89522 Heidenheim (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2005 (24.09.2005)

(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,
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, LY,
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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 047 533.4
30. September 2004 (30.09.2004) DE

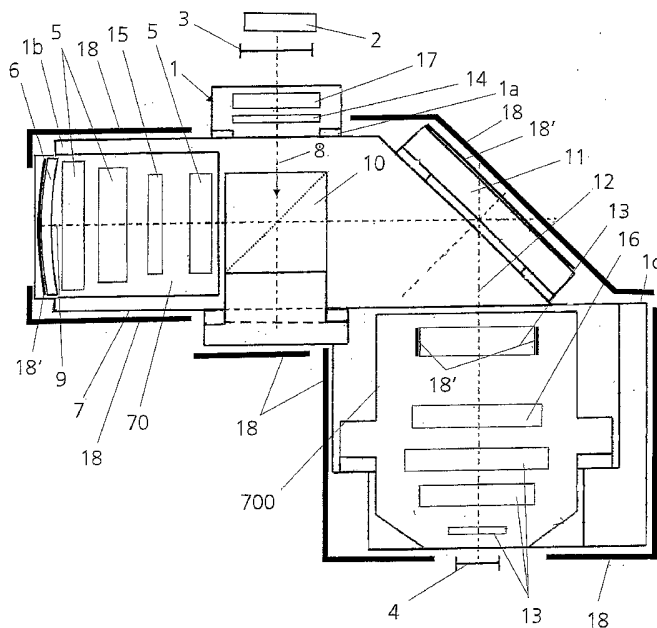
(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Aus-
nahme von US): **CARL ZEISS SMT AG** [DE/DE];
Carl-Zeiss-Strasse 22, 73447 Oberkochen (DE).

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE FOR ADJUSTING THE TEMPERATURE OF ELEMENTS

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG ZUR TEMPERIERUNG VON ELEMENTEN



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for adjusting the temperature of elements, especially adjusting the temperature of a projection lens (1) or of parts of a projection lens (1) for use in semiconductor lithography. Said device comprises a temperature-adjusting jacket (18) which is provided with at least one temperature-adjusting line (19). Said at least one temperature-adjusting line (19) is formed into the temperature-adjusting jacket (18).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/037494 A2



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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: Eine Vorrichtung zur Temperierung von Elementen, insbesondere zur Temperierung eines Projektionsobjektives (1) oder von Teilen eines Projektionsobjektives (1) in der Halbleiterlithographie, weist einen Temperiermantel (18), der mit wenigstens einer Temperierleitung (19) versehen ist, auf. Die wenigstens eine Temperierleitung (19) ist in den Temperiermantel (18) eingeformt.

Vorrichtung zur Temperierung von Elementen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Temperierung von Elementen, insbesondere zur Temperierung eines Projektionsobjektivs oder von Teilen eines Projektionsobjektivs in der Halbleiterlithographie, mit einem Temperiermantel, der mit wenigstens einer Temperierleitung versehen ist. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Temperierung von Elementen eines Projektionsobjektivs oder von
10 Teilen eines Projektionsobjektives in der Halbleiterlithographie, wobei zur Temperierung ein Temperiermantel mit wenigstens einer Temperierleitung eingesetzt wird. Die Erfindung betrifft auch einen Einsatz einer Vorrichtung zur Temperierung in einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage.

15

Projektionsobjektive bzw. Teile von Projektionsobjektiven in der Halbleiterlithographie werden häufig mit Kühlmänteln umgeben, um eine konstante Temperatur für eine hohe Positionsgenauigkeit zu erhalten. Vorrichtungen zur Kühlung eines Projektionsobjektives
20 sind beispielsweise aus der US 5,812,242, aus der US 6,153,877 und aus der US 2002/0027645 A1 bekannt.

Nachteile des oben aufgeführten Standes der Technik liegen in einem schlechten Wärmeübergang zwischen dem Kühlmantel und den
25 Kühlleitungen bzw. Kühlrohren, da die Wärmeübergangsfläche bei Aufbringung der Kühlleitungen auf den Kühlmantel, beispielsweise durch Verkleben, sehr klein ist. Weiterhin besteht bei Verklebung der Kühlleitungen mit dem Kühlmantel die Gefahr, dass das verwendete Klebemittel durch Ausgasen Kontaminationen verursacht. Oft ist auch die Festigkeit des verwendeten Klebemittels
30 nicht ausreichend, weshalb zusätzliche Verbindungselemente zur Befestigung der Kühlleitungen an dem Kühlmantel erforderlich sind. Nachteilig ist weiterhin, dass bei Verwendung von runden Leitungsquerschnitten für die Kühlleitungen ein großer Bauraum
35 erforderlich ist, wobei sich aber eckige oder ovale Leitungsquerschnitte nur sehr schwer umformen bzw. biegen lassen. Auch das Anpassen der Kühlleitungen an nicht ebene, beispielsweise

rund ausgeführte Kühlmäntel, ist sehr aufwändig.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Temperierung von Elementen, insbesondere zur
5 Temperierung eines Projektionsobjektives oder von Teilen eines Projektionsobjektives, mit hoher Genauigkeit und Wirksamkeit, ohne hohen konstruktiven Aufwand zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die we-
10 nigstens eine Temperierleitung in den Temperiermantel eingeformt ist.

Durch das erfindungsgemäße Einformen der Temperierleitung in den Temperiermantel wird ein guter Wärmeübergang zwischen dem Tempe-
15 riermantel und den Temperierleitungen gewährleistet, da ein verwendetes Temperiermittel in direktem bzw. vollem Kontakt mit dem Temperiermantel steht. Die Ausgestaltung der Temperierleitung wie auch die Verteilung dieser auf dem Temperiermantel ist durch die Einformung erfindungsgemäß einfacher und ohne separaten ho-
20 hen konstruktiven Aufwand für eine gesonderte Temperierleitung möglich. Auf diese Weise kann der Temperaturgradient freier eingestellt werden, da keine Temperierleitungen an den Temperiermantel angepasst werden müssen. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist, dass der Temperiermantel nach der
25 Einformung der Temperierleitung je nach Ausgestaltung des Projektionsobjektives oder Teilen des Projektionsobjektives als ganzes umformbar ist. Auf diese Weise wird ein aufwändiges und schwieriges Umformen bzw. Biegen des Temperiermantels mit separaten Temperierleitungen zur Anpassung an das Projektionsobjek-
30 tiv, wie dies beim Stand der Technik der Fall ist, vermieden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgese-
hen sein, dass der Temperiermantel zweiteilig ausgebildet ist, wobei in wenigstens ein Teilelement die Temperierleitung einge-
35 formt und die Teilelemente über ein Klebemittel miteinander verbunden sind. Durch die Verbindung von zwei Teilelementen, welche den Temperiermantel bilden, mittels eines Klebemittels wird so-

mit eine großflächige Verklebung ohne Festigkeitseinbuße ermöglicht. Da nur jeweils Stirnseiten des Temperiermantels mit der Umgebung bzw. der Umgebungsluft in Berührung kommen, ist ein Ausgasen der Klebefläche zwischen den beiden Teilelementen des
5 Temperiermantels nur minimal, wodurch weniger Kontaminationen für die Projektionsbelichtungsanlage auftreten.

Die vorliegende Aufgabe wird weiterhin dadurch gelöst, dass die wenigstens eine Temperierleitung auf den Temperiermantel über
10 einen Galvanisierungsprozess aufgeformt ist.

Erfindungsgemäß besteht damit eine weitere Möglichkeit zur Herstellung eines Temperiermantels. Durch den erfindungsgemäßen Galvanisierungsprozess, insbesondere einer Galvanoformung, lassen sich auch Temperiermäntel mit komplexen Geometrien herstellen.
15

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert.
20

Es zeigt:

Figur 1 eine Prinzipdarstellung mit Funktionsweise eines Projektionsobjektives für die Mikrolithographie, wobei das Projektionsobjektiv Temperiermäntel aufweist;

Figur 2 eine prinzipmäßige Darstellung eines Temperiermantels mit einer eingebrachten Temperierleitung;

Figur 3 einen vergrößerten Ausschnitt nach der Linie III-III des in Figur 2 dargestellten Temperiermantels;

Figur 4 eine alternative Ausführung des Temperiermantels des in Figur 3 dargestellten Ausschnitts nach der Linie III-III nach Figur 2;

Figur 5 eine prinzipmäßige Darstellung eines alternativen Temperiermantels mit Temperierleitungen in Verbindung mit einem Projektionsobjektiv;

Figuren 6a bis 6c Eine prinzipmäßige Darstellungen von erfindungsgemäßen Verfahrensschritten zur Herstellung eines Temperiermantels mit Temperierleitungen gemäß Figur 5 mittels eines Galvanisierungsprozesses;

Figur 7 einen prinzipmäßigen Aufbau einer EUV-Projektionsbelichtungsanlage mit einer Lichtquelle, einem Beleuchtungssystem und einem Projektionsobjektiv.

In Figur 1 ist prinzipmäßig eine Projektionsbelichtungsanlage mit einem Projektionsobjektiv 1 für die Mikrolithographie zur Herstellung von Halbleiterbauelementen dargestellt.

5

Die Projektionsbelichtungsanlage weist ein Beleuchtungssystem 2 mit einem nicht dargestellten Laser als Lichtquelle auf. In einer Objektivenebene der Projektionsbelichtungsanlage befindet sich ein Reticle 3, dessen Struktur auf einem unter dem Projektionsobjektiv 1 angeordneten Wafer 4, der sich in einer Bildebene befindet, in einem entsprechend verkleinerten Maßstab abgebildet werden soll.

Das Projektionsobjektiv 1 weist ein erstes vertikales Objektivteil 1a und ein zweites horizontales Objektivteil 1b auf. In dem Objektivteil 1b sind mehrere Linsen 5 und ein Konkavspiegel 6, welche zusammen eine Baugruppe 70 bilden und in einem Objektivgehäuse 7 des Objektivteiles 1b angeordnet sind, vorgesehen. Zur Umlenkung eines Projektionsstrahlenbündels, welches hier nur durch einen Pfeil gekennzeichnet ist, von dem vertikalen Objek-

15
20

tivteil 1a mit einer vertikalen optischen Achse 8 in das horizontale Objektivteil 1b mit einer horizontalen optischen Achse 9 ist ein Strahlenteilerelement 10 vorgesehen, welches hier als Strahlenteilerwürfel ausgebildet ist. Nach Reflexion des Projektionsstrahlenbündels an dem Konkavspiegel 6 und einem nachfolgenden Durchtritt durch das Strahlenteilerelement 10 trifft dieses auf einen Umlenkspiegel 11. An dem Umlenkspiegel 11 erfolgt eine Ablenkung des horizontalen Strahlengangs entlang der optischen Achse 9 wiederum in eine vertikale optische Achse 12. Unterhalb des Umlenkspiegels 11 ist ein drittes vertikales Objektivteil 1c mit einer weiteren Linsengruppe 13 vorgesehen. Zusätzlich befinden sich im Strahlengang noch drei $\lambda/4$ -Platten 14, 15 und 16. Die $\lambda/4$ -Platte 14 befindet sich in dem Projektionsobjektiv 1 zwischen dem Reticle 3 und dem Strahlenteilerelement 10 hinter einer Linse oder Linsengruppe 17. Die $\lambda/4$ -Platte 15 befindet sich im Strahlengang des horizontalen Objektivteils 1b und die $\lambda/4$ -Platte 16, welche mit der Linsengruppe 13 eine optische Baugruppe 700 bildet, befindet sich in dem dritten Objektivteil 1c. Die drei $\lambda/4$ -Platten 14, 15, 16 dienen dazu, die Polarisation einmal vollständig zu drehen, wodurch unter anderem Strahlenverluste minimiert werden.

Weiterhin sind in Figur 1 Temperierermäntel 18 dargestellt. Diese dienen zur Kühlung von Elementen. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Projektionsobjektiv 1 mit mehreren Temperierermänteln 18 versehen, wobei das Projektionsobjektiv 1 möglichst ganzflächig temperiert werden soll. Um die optischen Baugruppen 10, 11, 70 und 700 thermisch stabil zu halten, wird eine Belastung dieser durch die Umgebung mittels der Temperierermäntel 18 ferngehalten. Zur Vermeidung einer Erwärmung des Projektionsobjektives 1 von innen, beispielsweise durch Absorption der optischen Elemente 5, 6, 10, 13, 15 und 16, können zusätzlich noch innere Temperierermäntel 18' für die einzelnen Elemente vorgesehen werden. Thermisch besonders sensible Bereiche, wie z.B. der Spiegel 6 oder der Umlenkspiegel 11, des Projektionsobjektives 1 können auch mechanisch und thermisch getrennt mit Temperierermäntel 18' und mit einem eigenen Temperierkreislauf versehen werden. Die Befes-

tigung der Temperiermängel 18 an dem Projektionsobjektiv 1 wie auch an einzelnen Teilen und Elementen des Projektionsobjektivs 1 kann in üblicher bekannter Weise erfolgen.

- 5 In den nachfolgenden Ausführungsbeispielen werden der Aufbau und die Herstellung eines Temperiermantels 18 näher beschrieben.

In Figur 2 ist prinzipmäßig ein Ausschnitt eines Temperiermantels 18 dargestellt. In den Temperiermantel 18 ist eine Temperierleitung 19 eingeformt, welche ein Temperiermittel (ein Gas oder eine Flüssigkeit) zur Temperierung, im vorliegenden Fall zur Kühlung, des Projektionsobjektivs 1 aufweist. Der Temperiermantel 18 ist zweiteilig ausgebildet, d.h. der Temperiermantel 18 weist ein erstes Teilelement 20 und ein zweites Teilelement 21 auf. In wenigstens eines der beiden Teilelemente 20 und/oder 21 sind über ein Trennverfahren, beispielsweise mittels eines Fräsverfahrens, Aussparungen zur Bildung der Temperierleitung 19 eingebracht. Die in diesem Ausführungsbeispiel gezeigten Teilelemente 20, 21 sind zur leichteren Erkennung der Temperierleitung 19 transparent dargestellt.

In Figur 3 ist ein Längsschnitt nach der Linie III-III nach Figur 2 durch den Temperiermantel 18 prinzipmäßig dargestellt, wobei die Temperierleitung 19 nur in das Teilelement 20 eingebracht ist. Es ist selbstverständlich auch möglich, dass die Temperierleitung 19 nur in das Teilelement 21 oder aber auch in beide Teilelemente 20 und 21 eingebracht ist. Die beiden Teilelemente 20 und 21 sind derart miteinander verbunden, dass ein wenigstens annähernd vollflächiger Kontakt zwischen den Teilelementen 20 und 21 vorliegt. Dies kann beispielsweise durch Verkleben der Teilelemente 20, 21 mittels eines Klebemittels 22 erfolgen. Eine derartige großflächige Verklebung gewährleistet eine hohe Festigkeit zwischen den Teilelementen 20 und 21. Klebeflächen der beiden Teilelemente 20 und 21 treten dabei nur an Stirnseiten 23 mit der Umgebung bzw. mit der Umgebungsluft in Verbindung, wodurch sich der Vorteil ergibt, dass weniger Klebefläche ausgasen und zu Kontaminationen führen kann. Ein Vorteil

des wenigstens annähernd vollflächigen Kontakts zwischen den Teilelementen 20 und 21 ist außerdem der sehr gute Wärmeübergang.

- 5 In Figur 4 ist eine alternative Möglichkeit zur Verbindung der Teilelemente 20 und 21 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Temperierleitung 19 durch Aussparungen in beiden Teilelementen 20, 21 des Temperiermantels 18 gebildet. Anstatt
10 einer Verklebung der beiden Teilelemente 20 und 21 miteinander, werden hier die beiden Teilelemente 20, 21 über ein alternatives Verbindungsverfahren, z.B. Löten, verbunden. Hierbei werden Lote 24 auf jedes der Teilelemente 20 und 21 ohne Zufuhr von Wärme, d.h. in kaltem Zustand, aufgewalzt. Danach werden beide Teilelemente 20 und 21 aufeinander gefügt und durch Erhitzen, wodurch
15 die beiden Lote 24 mit den Teilelementen 20 und 21 verschmelzen, miteinander verbunden. Aus Gründen einer guten Wärmeleitfähigkeit ist Aluminium als Material für die beiden Teilelemente 20, 21 bevorzugt. In geeigneter Weise lässt sich Aluminium auch ohne Flussmittel im Vakuum verlöten. Auf diese Weise besteht ebenfalls eine wenigstens annähernd vollflächige Verbindung zwischen
20 den beiden Teilelementen 20 und 21 mit hoher Festigkeit. Selbstverständlich können im Bedarfsfall auch andere Materialien für die Teilelemente 20 und 21 eingesetzt werden.
- 25 Ein Vorteil der Verfahren nach Figur 3 und Figur 4 ist, dass der Temperiermantel 18 nach Einbringung der Temperierleitungen 19 als Gesamtelement je nach Ausführung des zu temperierenden Gegenstandes oder Elements umgeformt werden kann. Ein weiterer Vorteil des so erzeugten Temperiermantels 18 liegt in einem sehr
30 guten Wärmeübergang, da das Temperiermittel in direktem bzw. vollem Kontakt mit dem Temperiermantel 18 steht. Die Ausgestaltung der Temperierleitung 19 wie auch die Verteilung dieser auf dem Temperiermantel 18 kann vielfältig sein bzw. gestaltet werden, da die Temperierleitung 19 weder in einem separaten
35 Herstellungs- bzw. Arbeitsgang auf noch an dem Temperiermantel 18 aufgebracht bzw. angepasst werden muss.

Von Vorteil sind jedoch runde, einen gleichmäßigen Querschnitt aufweisende Temperierleitungen ohne enge Radien und Knickstellen, wodurch weniger Geräusche durch den Temperiermittelfluss auftreten und sich somit keine Vibrationen auf die Optik übertragen. Weiterhin sollte eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Temperierleitung oder der Temperierleitungen über die Mantelfläche angestrebt werden, damit eine gleichmäßige Temperaturverteilung über der Mantelfläche vorliegt. Bei ebenen Flächen bzw. flächigen Optiken können Temperierleitungen schlangenförmig in dem Temperiermantel eingebracht sein. Bei runden Optiken, wie beispielsweise dem Projektionsobjektiv 1, ist eine spiralförmige Anordnung von ein oder mehreren Temperierleitungen zum Erreichen einer gleichmäßigen Temperaturverteilung am vorteilhaftesten.

Figur 5 zeigt ein Projektionsobjektiv 25, welches von einem Temperiermantel 26 umgeben ist. Der Temperiermantel 26 kann dabei in bekannter Weise außenseitig an dem Projektionsobjektiv 25 angebracht sein. Temperierleitungen 27 sind in diesem alternativen Ausführungsbeispiel auf den Temperiermantel 26 aufgeformt. Die Aufformung der Temperierleitungen 27 erfolgt über einen Galvanisierungsprozess, insbesondere eine Galvanoformung. In Figur 5 weisen die Temperierleitungen Anschlüsse 30 auf, welche mit Leitungen 31 gekoppelt sind, welche wiederum mit einer Temperiermittelversorgungs- und Kontrolleinheit 32 verbunden sind. Weiterhin führen die Temperierleitungen 27 zu einem Verteileranschluss 33, welcher mit einer Leitung 34 zum Abtransport des Temperiermittels zu einer Ablauf- und Kontrolleinheit 35 verbunden ist.

Nachfolgend soll anhand der Figuren 6a, 6b und 6c der Prozess der Galvanoformung zur Bildung bzw. Herstellung einer Temperierleitung 27 auf dem Temperiermantel 26 näher erläutert werden.

Zur Herstellung der Temperierleitung 27 auf dem Temperiermantel 26 wird gemäß Figur 6a auf den Temperiermantel 26 eine Formmasse 28 derart aufgebracht, dass die Formmasse 28 einen inneren Querschnitt der Temperierleitung 27 bildet. Als Formmasse 28 kann

beispielsweise mit Graphit gefülltes Wachs, metallisch gefüllte Kunststoffe oder ein anderes elektrisch leitendes, sehr gut zu bearbeitendes Material verwendet werden. Die Formmasse 28 kann beispielsweise mittels eines thermisch instabilen Klebemittels
5 36 auf den Temperiermantel 26 aufgebracht und je nach Ausgestaltung des Querschnittes und des vorgesehenen Verlaufs der Temperierleitung 27 modelliert werden. Auch selbsthaftende Formmassen können eingesetzt werden.

10 Gemäß Figur 6b wird der Temperiermantel 26 mit der Formmasse 28, welche elektrisch leitend ist, in ein galvanisches Bad, gestrichelt mit dem Bezugszeichen 37 dargestellt, eingebracht. Dabei werden die mit einer Metallschicht zu überziehenden Gegenstände, hier der Temperiermantel 26 und die Formmasse 28, als Kathode
15 geschaltet. An dem Temperiermantel 26 und der Formmasse 28 als Kathode entladen sich dann die Metall-Ionen einer verwendeten Metallsalzlösung und scheiden sich als Schicht ab. Die Abscheidungsbedingungen, wie Zusammensetzung des Elektrolyten, kathodische Stromdichte, Elektrolyt-temperatur und Elektrolytzirkulation sowie Galvanisierungsdauer, werden derart gewählt, dass der abge-
20 schiedene Metallüberzug ein anwendungsgerechtes Eigenschaftsprofil aufweist. Auf diese Weise werden die Formmasse 28 wie auch der Temperiermantel 26 mit einer galvanischen Schicht 29 überzogen. Die galvanische Schicht 29 kann beispielsweise aus Nickel
25 gebildet werden, wobei selbstverständlich auch andere Metalle, wie beispielsweise Kupfer, Zinn, Aluminium oder Kombinationen von mehreren Metallen zur Bildung der galvanischen Schicht 29 verwendet werden können.

30 Nach Erreichen der gewünschten Schichtdicke der galvanischen Schicht 29 auf dem Temperiermantel 26 bzw. auf der Formmasse 28 wird der Temperiermantel 26 aus dem galvanischen Bad entnommen. Zur Bildung der Temperierleitung 27 wird die Formmasse 28 entfernt, wodurch eine Aussparung entsteht. Das Entfernen der Form-
35 masse 28 kann beispielsweise durch Erwärmen, wenn z.B. als Formmasse 28 ein Wachs eingesetzt wird, durch Auswaschen, wenn die Formmasse 28 wasserlöslich ist, oder auch durch Ätzen erfolgen.

Figur 6c zeigt den Temperiermantel 26 mit einer auf diese Weise entstandenen Temperierleitung 27, durch welche zur Kühlung des Projektionsobjektivs 26 nach der Figur 5 oder von Teilen des Projektionsobjektives 1 in der Halbleiterlithographie das Temperiermittel fließen kann.

Mittels diesem Galvanisierungsprozess lassen sich auch Temperiermäntel mit komplexen Geometrien herstellen, da nur die zu verarbeitende Formmasse 28 zur Bildung einer Temperierleitung 27 bearbeitet werden muss und die Bearbeitung sehr einfach erfolgen kann.

Die Temperiermäntel 18, 18' und 26 können zur Kühlung oder auch zur Erwärmung eines Projektionsobjektives, einzelner optischer Elemente oder auch mechanischer Elemente mit erhöhter Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

In der Figur 7 ist eine EUV-Projektionsbelichtungsanlage 40 mit einer Lichtquelle 41, einem EUV-Beleuchtungssystem 42 zur Ausleuchtung eines Feldes in einer Objektebene 43, in welcher eine Struktur tragende Maske angeordnet ist, sowie einem Projektionsobjektiv 44 mit einem Gehäuse 44a und einem durch mehrere Umlenkspiegel 48 vorgegebenen Strahlenverlauf 45 zur Abbildung der strukturtragenden Maske in der Objektebene 43 auf ein lichtempfindliches Substrat 46 zur Herstellung von Halbleiterbauelementen dargestellt. Das EUV-Beleuchtungssystem 42 weist in vorteilhafter Weise eine Kollektoreinheit 47 auf der zur Lichtquelle 41 gerichteten Seite auf, um die von der Lichtquelle 41 erzeugte Strahlung zu bündeln.

Auch bei der EUV-Projektionsbelichtungsanlage 40 können Teile des Objektivgehäuses 44a oder das gesamte Gehäuse ebenso wie optische Elemente im Inneren des Projektionsobjektives 44 mit einem Temperiermantel 18 bzw. 18' versehen sein. Gleiches gilt für die Kollektoreinheit 47, die für die Kollektion der von der Lichtquelle 41 abgegebenen Strahlung vorgesehen ist.

Derartige Kollektoreinheiten werden für ein Beleuchtungssystem in Wellenlängen ≤ 193 nm verwendet und sind grundsätzlich allgemein bekannt. Hierzu wird beispielsweise auf die DE 102 14 259 A1 und die ältere US-Provisional-Anmeldung Serial No. 60/695,932 verwiesen, deren Inhalte zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung zählen sollen.

Neben einer Kühlung der optischen Elemente, wie zum Beispiel Linsen und Spiegel können auch weitere mechanische Teile, die temperaturempfindlich sind mit einem Temperiermantel 18' versehen werden.

Neben den im Projektionsobjektiv 44 angeordneten Umlenkspiegeln 48 können selbstverständlich auch im EUV-Beleuchtungssystem 42 angeordnete optische Elemente, wie Spiegel und andere mechanische Teile durch einen Temperiermantel 18' temperiert werden. Dies gilt zum Beispiel für Blendenelemente 49, wie dies in Figur 7 schematisch im Beleuchtungssystem 42 angedeutet worden ist.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Temperierung von Elementen, insbesondere zur Temperierung eines Projektionsobjektivs oder von Teilen eines Projektionsobjektivs in der Halbleiterlithographie, mit
5 einem Temperiermantel, der mit wenigstens einer Temperierleitung versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (19) in den Temperiermantel (18) eingeformt ist.
- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperiermantel (18) zweiteilig ausgebildet ist, wobei in wenigstens ein Teilelement (20,21) Aussparungen zur Bildung der Temperierleitung (19) eingeformt sind.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) derart miteinander verbunden sind, dass ein wenigstens annähernd vollflächiger Kontakt zwischen den Teilelementen (20,21) vorliegt.
- 20 4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) über ein Klebemittel (22) miteinander verbunden sind.
- 25 5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) über Löten miteinander verbunden sind.
- 30 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) des Temperiermantels (18) aus Aluminium gebildet sind.
- 35 7. Vorrichtung zur Temperierung von Elementen, insbesondere zur Temperierung eines Projektionsobjektivs oder von Teilen eines Projektionsobjektivs in der Halbleiterlithographie, mit einem Temperiermantel, der mit wenigstens einer Temperierleitung versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die we-

nigstens eine Temperierleitung (27) auf den Temperiermantel (26) über einen Galvanisierungsprozess aufgeformt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Temperierleitung (27) über eine Formmasse (28) auf den Temperiermantel (26) aufgebracht ist, wobei der Temperiermantel (26) und die Formmasse (28) mit einer galvanischen Schicht (29) überzogen sind, und wobei nach dem Galvanisierungsprozess die Formmasse (28) aus der Temperierleitung
10 (26) entfernbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Formmasse (28) ein graphitgefülltes Wachs oder ein metallisch gefüllter Kunststoff ist.
15
10. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem Temperiermantel, der mit wenigstens einer Temperierleitung versehen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (19)
20 in den Temperiermantel (18) eingeformt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierleitung (19) über ein Trennverfahren, insbesondere Fräsen, in den Temperiermantel (18) eingebracht wird.
25
12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperiermantel (18) aus zwei Teilelementen (20,21) gefertigt wird, wobei in wenigstens ein Teilelement (20,21) die Temperierleitung (19) eingeformt wird.
30
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) über ein Klebemittel (22) vollflächig miteinander verbunden werden.
- 35 14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) über ein Lötverfahren miteinander verbunden werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) über auf den Teilelementen (20,21) aufgewalzte Lote (24) miteinander verbunden werden.

5

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilelemente (20,21) aus Aluminium hergestellt werden, wobei die Teilelemente (20,21) über auf den Teilelementen (20,21) aufgewalzte Lote (24) miteinander verbunden werden.

10

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Lote (24) in einem kalten Zustand auf die Teilelemente (20,21) aufgebracht und durch Erhitzen miteinander verbunden werden.

15

18. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, mit einem Temperiermantel, der mit wenigstens einer Temperierleitung versehen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (27) auf den Temperiermantel (26) über Galvanisieren aufgeformt wird.

20

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Temperiermantel (26) eine Formmasse (28) derart aufgebracht wird, dass die Formmasse (28) einen inneren Querschnitt der Temperierleitung (27) bildet, wobei anschließend auf den Temperiermantel (26) und die Formmasse (28) eine galvanische Schicht (29) aufgebracht wird.

25

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Aufbringen der galvanischen Schicht (29) auf den Temperiermantel (26) und auf die Formmasse (28) die Formmasse (28) entfernt wird.

30

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Entfernen der Formmasse (28) über Erwärmen, Auswaschen oder Ätzen erfolgt.

35

22. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Formmasse (28) über ein thermisch instabiles Klebemittel auf den Temperiermantel (26) aufgebracht wird.

5

23. Projektionsobjektiv für die Halbleiterlithographie, mit wenigstens einem Temperiermantel, welcher zur Kühlung eines Objektivgehäuses, von Teilen eines Objektivgehäuses oder von optischen und mechanischen Elementen vorgesehen ist, wobei
10 der wenigstens eine Temperiermantel wenigstens eine Temperierleitung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (19) in den Temperiermantel (18) eingeformt ist.

15 24. Projektionsobjektiv für die Halbleiterlithographie, mit wenigstens einem Temperiermantel, welcher zur Kühlung eines Objektivgehäuses, von Teilen eines Objektivgehäuses oder von optischen und mechanischen Elementen vorgesehen ist, wobei
20 der wenigstens eine Temperiermantel wenigstens eine Temperierleitung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (27) auf den Temperiermantel (26) über einen Galvanisierungsprozess aufgeformt ist.

25 25. Projektionsobjektiv nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierleitung (27) über eine Formmasse (28) auf den Temperiermantel (26) aufgebracht ist, wobei der Temperiermantel (26) und die Formmasse (28) mit einer galvanischen Schicht (29) überzogen ist, und wobei nach dem Galvanisierungsprozess die Formmasse (28) aus der Temperierleitung
30 (26) entfernbar ist.

26. Projektionsobjektiv nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die zu temperierenden optischen und mechanischen Elemente Linsen (5,13), Spiegel (6,11,48), Strahlenteilerwürfel (10) und Blenden (49) sind.
35

27. EUV-Projektionsbelichtungsanlage, mit einer Lichtquelle, ei-

5 nem Beleuchtungssystem und einem Projektionsobjektiv, mit wenigstens einem Temperiermantel, welche zur Kühlung eines Objektivgehäuses, von Teilen eines Objektivgehäuses oder von optischen und mechanischen Elementen vorgesehen ist, wobei der wenigstens eine Temperiermantel eine Temperierleitung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (19) in den Temperiermantel (18) eingeformt ist.

- 10 28. EUV-Projektionsbelichtungsanlage, mit einer Lichtquelle, einem Beleuchtungssystem und einem Projektionsobjektiv, mit wenigstens einem Temperiermantel, welche zur Kühlung eines Objektivgehäuses, von Teilen eines Objektivgehäuses oder von optischen und mechanischen Elementen vorgesehen ist, wobei
15 der wenigstens eine Temperiermantel eine Temperierleitung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Temperierleitung (27) auf den Temperiermantel (26) über einen Galvanisierungsprozess aufgeformt ist.
- 20 29. EUV-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Temperiermantel (18) für eine Kollektoreinheit (47) in dem Beleuchtungssystem (42) vorgesehen ist.
- 25 30. EUV-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Temperiermantel (18') für wenigstens einen im Projektionsobjektiv (44) angeordneten Spiegel (48) vorgesehen ist.
- 30 31. EUV-Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Temperiermantel (18) für eine Blende (49) in dem Beleuchtungssystem (42) vorgesehen ist.

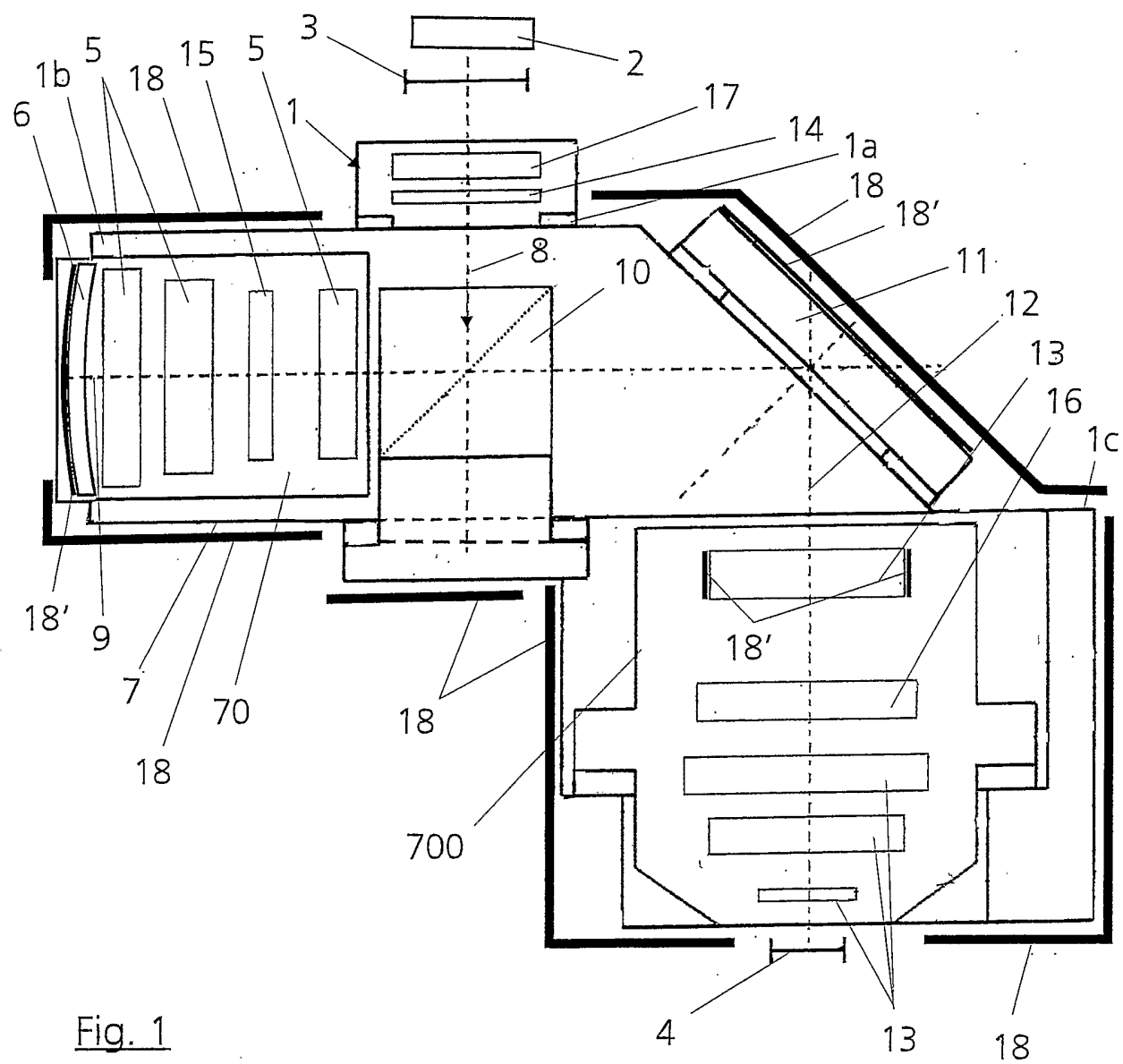
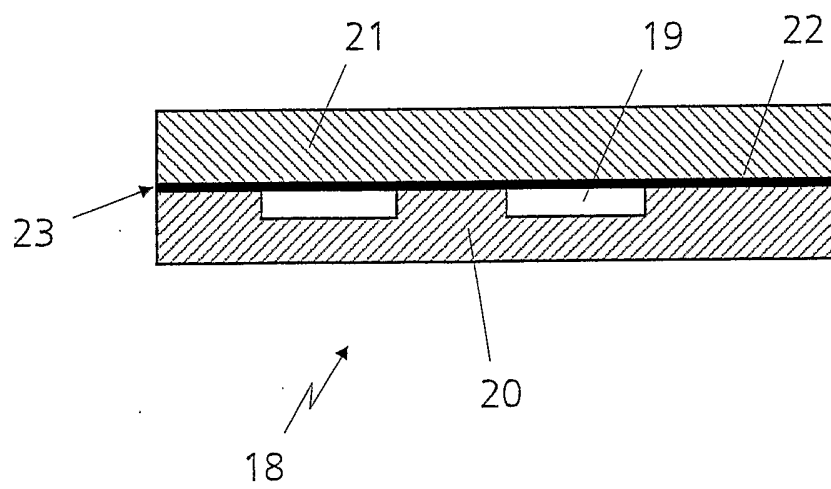
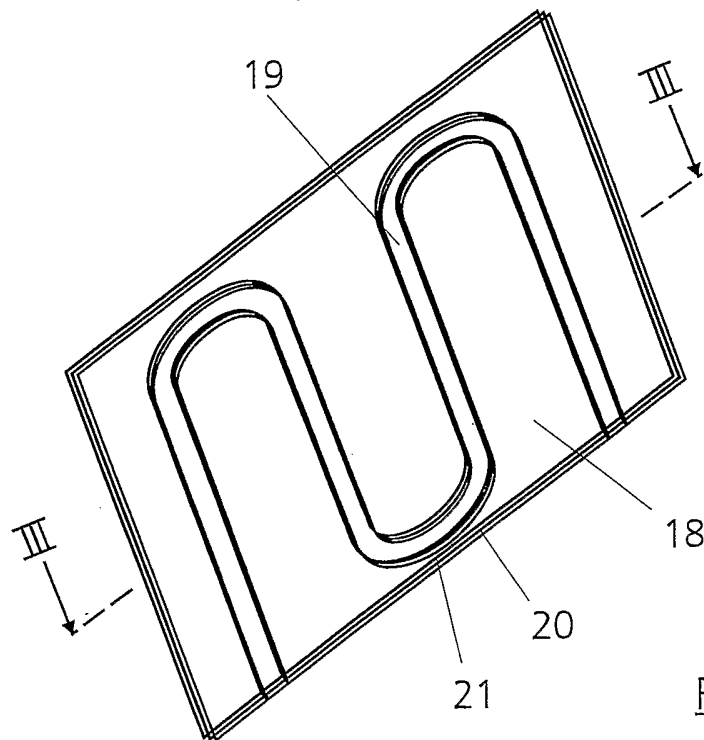
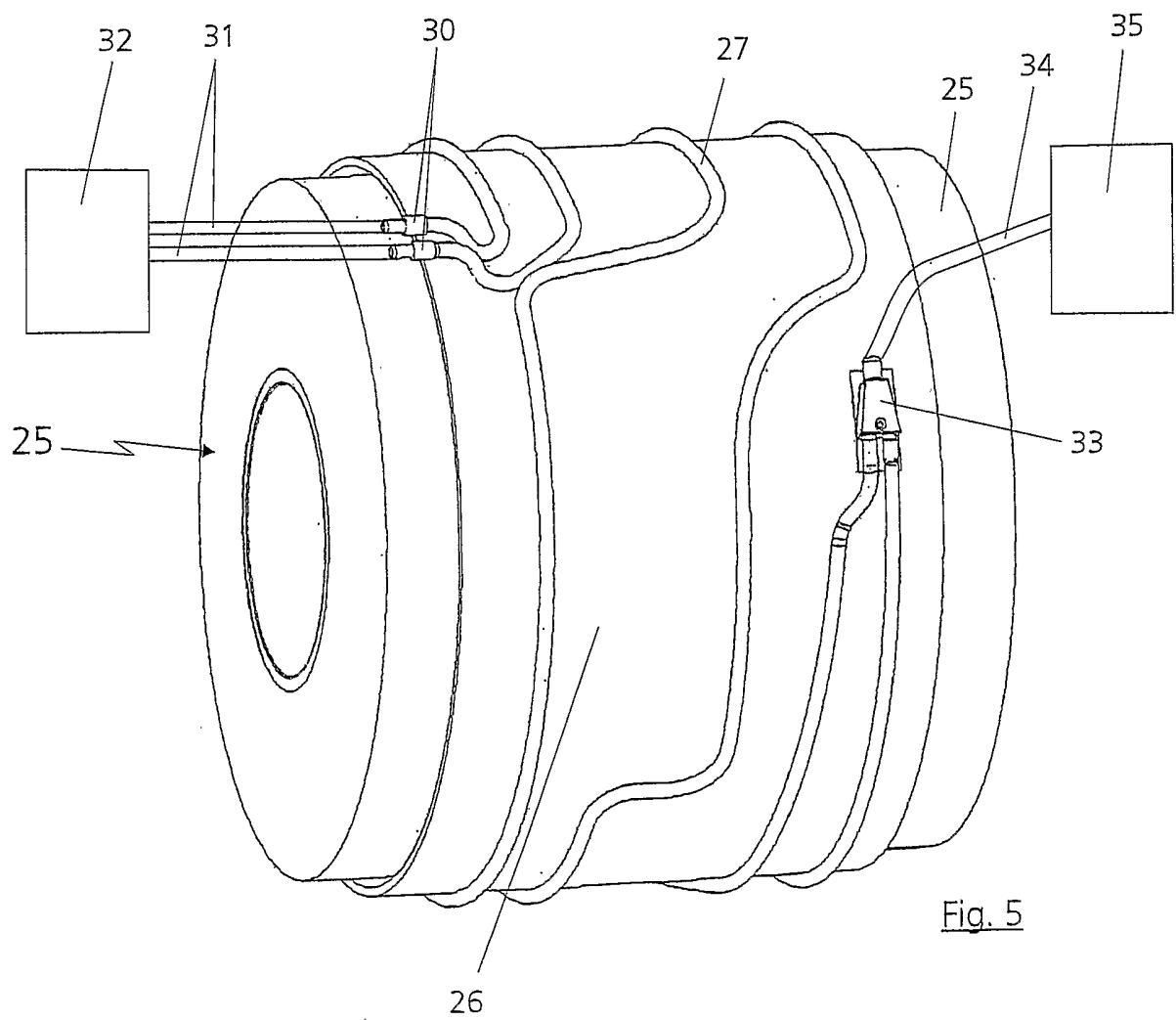
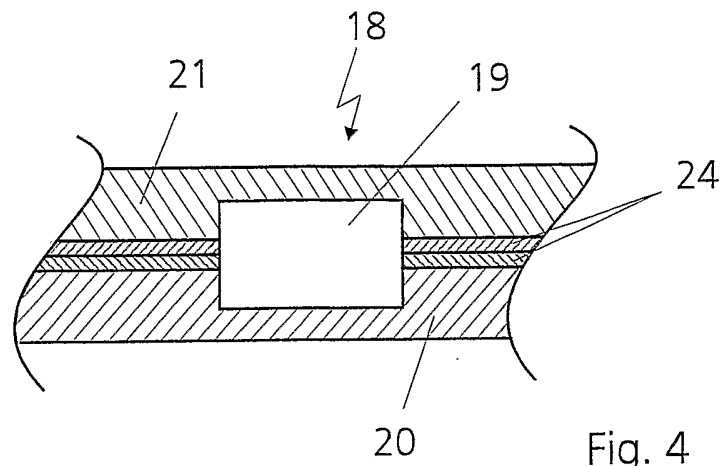
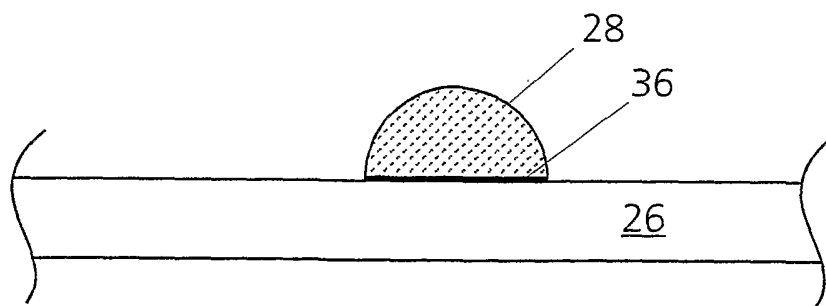
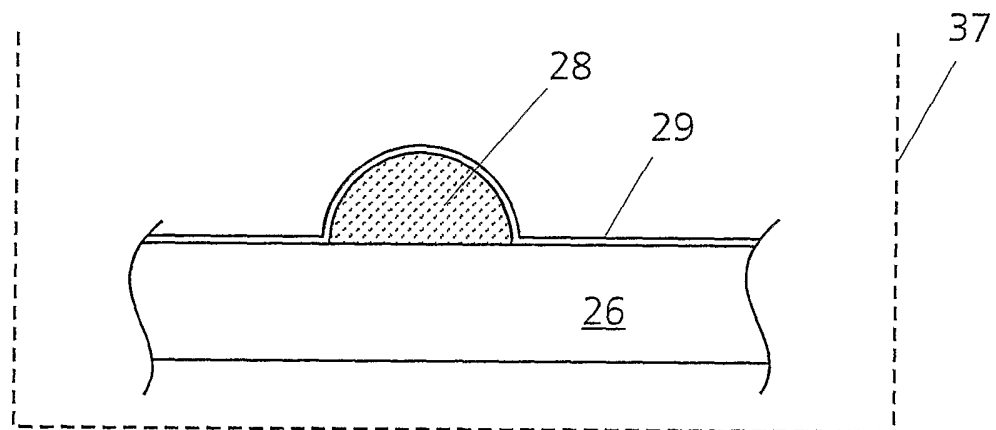
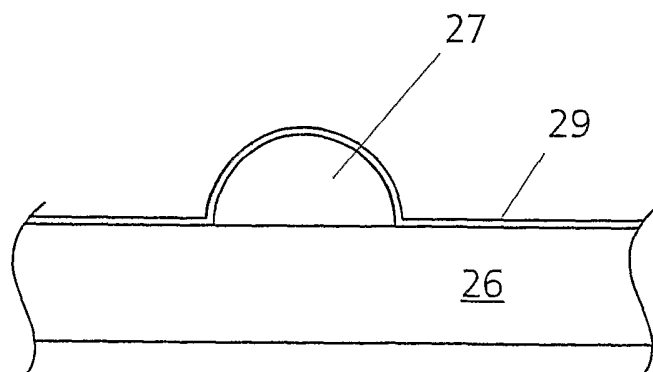


Fig. 1





Fig. 6aFig. 6bFig. 6c

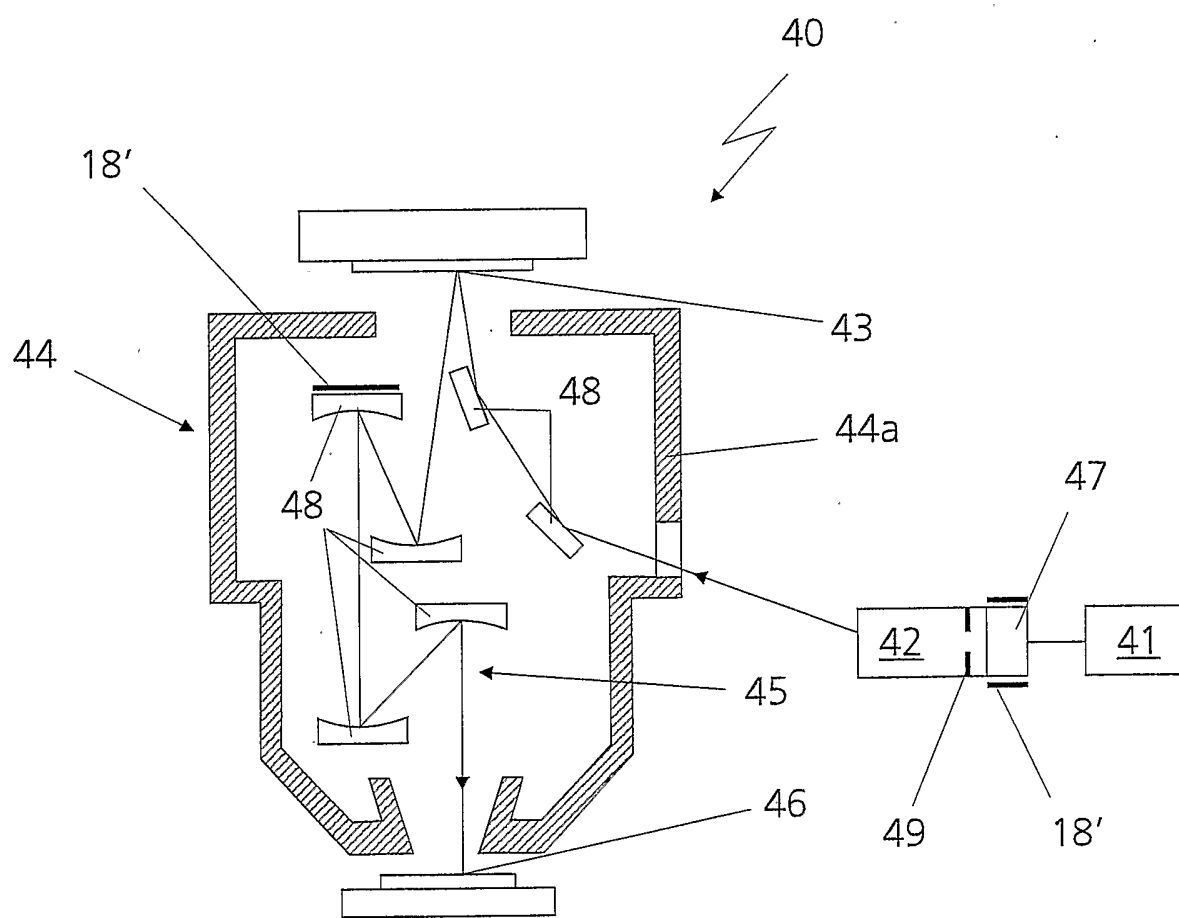


Fig. 7