



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 246 638 A1

4(51) G 03 F 9/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 03 F / 287 879 1

(22) 14.03.86

(44) 10.06.87

(71) VEB ZFT Mikroelektronik, 8080 Dresden, Karl-Marx-Straße, DD

(72) Birke, Jürgen, Dipl.-Phys.; Pforr, Rainer, Dr. rer. nat.; Walther, Klaus; Westphal, Peter, Dipl.-Phys., DD

(54) Vorrichtung zur Handhabung, Lagerung und Kontrolle von Schablonen

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Handhabung, Lagerung und Kontrolle von Schablonen für Projektions-, Justier- und Belichtungsanlagen, die bei der Herstellung integrierter Halbleiteranordnungen im fotolithografischen Prozeß zur Anwendung gelangt. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, Defektprobleme weitestgehend auszuschließen sowie Sauberkeitskontrollen von Schablonen, die zwischen Reinigungsprozessen und der Beschickung der jeweiligen Anlagen liegen, ohne Verschmutzung durch sedimentierende Partikel unkompliziert durchzuführen. Im wesentlichen besteht die erfindungsgemäße Vorrichtung aus einem rechteckigen, an der Ober- und Unterseite durchbrochenen kastenförmigen Behältnis in Form eines Rahmens. Dieser ist mit zwei Deckplatten, die eine hohe Transparenz zumindest für Teile des sichtbaren Spektrums aufweisen, verschließbar und mit einer speziellen Öffnungs-/Schließeinrichtung versehen. Die Schablone wird durch entsprechend gestaltete Führungsbolzen im Behältnis arretiert und mittels einer Klemmvorrichtung, die mit der Öffnungs-/Schließeinrichtung in Verbindung steht, berührungsarm festgehalten. Im Behältnis angebrachte und von außen bewegliche Auswerfer bringen die Schablone bis zum Greifen aus dem Behältnis aus. Fig. 1

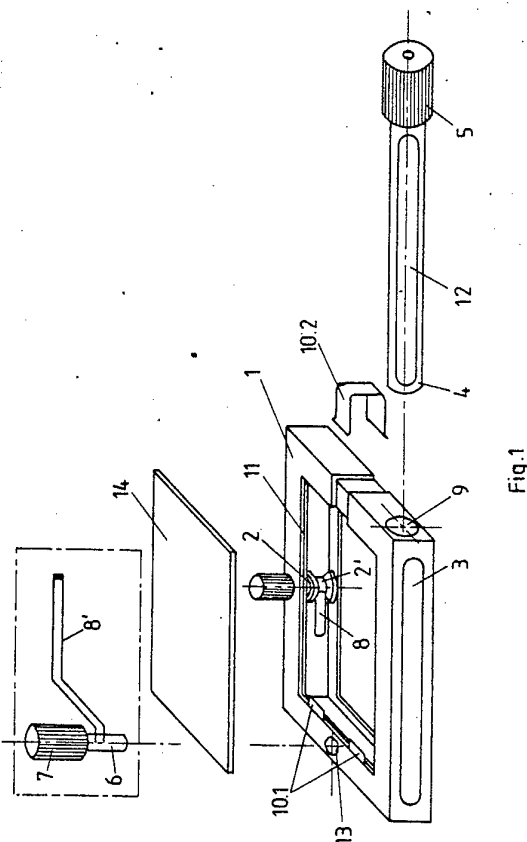


Fig. 1

Erfindungsanspruch:

1. Vorrichtung zur Handhabung, Lagerung und Defektkontrolle von Schablonen für den Einsatz in fotolithografischen Prozessen bei der Herstellung integrierter Halbleiteranordnungen, im Grundaufbau bestehend aus einem kastenförmigen Behältnis zur Aufnahme der Schablone mit rechteckig durchbrochener Ober- und Unterseite, das Mittel zum Öffnen und Verschließen sowie zum Ausbringen der Schablone aufweist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die einen Rahmen (1) ergeben mittigen Durchbrüche (1') der Ober- und Unterseite stufenförmig ausgespart und auf diesen Stufenabsätzen (11) zwei symmetrisch gegenüberliegende Deckplatten (14) hoher Transparenz zumindest für Teile des sichtbaren Spektrums durch Klemmen (10) lösbar befestigt sind, daß weiterhin an einer Längsseite des Rahmens (1) ein Langloch (3) vorhanden ist, welches beim Ein- und Ausführen der Schablone mit einem unmittelbar anliegenden Langloch (12) eines — in Bohrungen am Rande der kurzen Stirnseiten — drehbar und spielarm gelagerten Steckbolzens (4) mit Griffstück (5) korrespondiert und daß die bis zum Anschlag eingeführte Schablone durch mindestens einen an allen anderen Rahmeninnenseiten vorzugsweise drehbaren Führungsbolzen (2) mit trapezförmiger Nut (2') berührungsarm arretiert ist, wobei dem Langloch (3) gegenüberliegend Auswerferstifte (8; 8') angebracht sind.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß sich beim Drehen des in den Rahmen (1) bis zum Anschlag eingeführten Steckbolzens (4) im Uhrzeigersinn um 90° das Langloch (3) schließt und gleichzeitig dabei eine mit dem Steckbolzen (4) in Verbindung stehende Klemmvorrichtung die eingebrachte, arretierte Schablone festklemmt und beim Zurückdrehen des Steckbolzens (4) das Langloch (3) und die Klemmvorrichtung wieder öffnet.
3. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Deckplatten (14) aus Glas oder PVC mit einer Dicke zwischen 100 µm und 5000 µm bestehen.
4. Vorrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Deckplatten (14) aus Folien eines organischen Polymers mit einer Dicke zwischen 1 µm und 1000 µm bestehen, die zwischen zwei Rahmenteilern mit an die Durchbrüche (1') angepaßter Geometrie befestigt sind.
5. Vorrichtung nach Punkt 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf die Folien dünne Schichten zur Erhöhung der Transparenz für ausgewählte Bereiche des sichtbaren Spektrums aufgebracht sind.
6. Vorrichtung nach Punkt 1 und 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf die Rahmeninnenflächen, die Führungsbolzen (2), den Steckbolzen (4) und die Deckplatten (14) eine gegenüber chemischen und mechanischen Reinigungsprozessen resistente Schicht aufgebracht ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Handhabung, Lagerung und Kontrolle von Schablonen für Projektions-, Justier- und Belichtungsanlagen, die bei der Herstellung integrierter Halbleiteranordnungen im fotolithografischen Prozeß zur Anwendung gelangt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Kosten für die Herstellung integrierter Halbleiteranordnungen werden in entscheidendem Maße durch die Gutausbeute bestimmt. Eine zentrale Aufgabe der Schaltkreisfertigung ist daher, das Defektniveau ständig zu verbessern, d. h. die Defektdichten der verschiedenen Fertigungsteilschritte stetig weiter zu reduzieren. Die Bedeutung solcher Maßnahmen nimmt angesichts der ständig fortschreitenden Verkleinerung der Strukturbreiten und der auf dieser Grundlage erfolgreichen Erhöhung der Integrationsdichte und des Integrationsgrades von integrierten Schaltkreisen weiter zu. Da die Fotolithografie bekanntlich ganz entscheidend die Defektdichte des halbleitertechnologischen Gesamtprozesses beeinflußt, galt und gilt es, Maßnahmen zur Reduzierung der Defektdichte dieses Teilschrittes zu treffen. So hat sich in den letzten Jahren insbesondere das Verfahren der Übertragung der Maskenstrukturen gründlich gewandelt. Führende Firmen der Halbleiterbranche setzen heute in breitem Maße Projektionstechniken zur Strukturabbildung ein, wobei anteilig vorläufig die Technik der Ganzscheibenbelichtung mit Projektionsobjektiven des Maßstabes 1 gegenüber der partiellen, schrittweisen Belichtung der Scheibe mit verkleinert abbildenden Objektiven dominiert. Letztere kommen nach gegenwärtigen Einschätzungen vorzugsweise für das Strukturniveau 1 ... 2 µm verstärkt zum Einsatz.

Trotz der bezüglich Scheibe-Schablone kontaktfreien Abbildung erfolgt die Übertragung der Schablonenstrukturen in den Resist praktisch nicht völlig defektfrei. Einerseits befinden sich Staubpartikel während der Belichtung auf der Scheibe und führen neben anderen Störungen des Resists zu Defekten. Andererseits ist unter den gegenwärtig günstigsten Bedingungen die Sedimentation von Staub auf die ungeschützte Schablone nicht sicher zu vermeiden. Letztgenannte Störungen sind besonders nachteilig, weil sie bei jeder Belichtung — entsprechende kritische Partikelgrößen vorausgesetzt — zum Ausfall des betreffenden Chips führen. Begreiflicherweise sind auf der Schablone sedimentierte Partikel um so kritischer, je weniger Chips pro Belichtung übertragen werden. Geradezu katastrophal wirken sie dann, wenn — wie bei der schrittweisen, partiellen Projektionsabbildung — wenige Chips oder gar nur ein Chip abgebildet werden. Für diese Technik sind Lösungen notwendig, die eine völlig partikelfreie Schablone in der Belichtungsposition zumindest in einem technologisch und arbeitsorganisatorisch ausreichend langen Zeitraum mit hoher Sicherheit garantieren.

Für das erläuterte technische Problem sind zwei Lösungsvarianten bekannt, die im weiteren dargestellt werden. In der DE-OS 30 25 829 wird eine Vorrichtung beschrieben, die für den Einsatz in Projektions-Justier- und Belichtungsanlagen im Abbildungsmaßstab 1 entwickelt wurde. Sie hat zum Ziel, die Beschickung der Belichtungsanlage mit Schablonen, ihre Zwischenlagerung am Gerät sowie ihren Transport bis zur Belichtungsposition und zurück unter Bedingungen zu ermöglichen, die eine Sedimentation von Staubpartikeln aus der Umgebung möglichst vermeiden. Diese Vorrichtung besteht aus einer äußerst komplizierten Beschickungshalbautomatik und zugehörigem Kassettensystem zur defektarmen Schabloneneingabe und Schablonenlagerung. Die Kassette besteht aus einem rahmenartigen Maskenträger, der die Schablonen ständig — auch in der Belichtungsposition — hält, und zwei Abdeckplatten mit komplizierten Öffnungs- und Schließeinrichtungen, z. B. Ventile zum Ein- und Auslaß von Schutzgasen. Träger und Abdeckplatten bilden einen Hohlraum, der mit speziellen Gummiprofilen abgedichtet wird.

Der Schablonenträger als Hauptteil der Kassette ist gleichzeitig Bestandteil der Konstruktion der PJuB. Die Funktion der PJuB ist an das System Träger-Schablone gebunden. Die Reinigung der Schablone z. B. mit Hochdruckreiniger und Säurebädern, kann aber nur im demontierten Zustand ausgeführt werden. Daraus ergibt sich, daß nach der Schablonenreinigung ein Montageschritt erfolgen muß, der mit dem Auflegen der Abdeckplatten die Kassettierung der Schablone abschließt, ohne den Nachweis der Partikelfreiheit der Schablone zu gewähren.

Für den Einsatz in Projektionsrepeatbelichtungsanlagen — meist mit einem Abbildungsmaßstab kleiner 1 (Proli-JuB 1:x) — ist dieses System nicht geeignet, da es neben den allgemeingültigen Nachteilen hoher Kompliziertheit und somit hoher Kosten und Störanfälligkeit die gegenüber der Ganzscheibenbelichtungstechnik verschärfte Forderung gesicherter Defektfreiheit der Schablone nicht erfüllt und vor allem die unverzichtbaren Kontrollen der Schablone auf aufliegende Partikel im Zeitraum zwischen Reinigungs- und Beschickungsprozeß nicht ermöglicht. Nach dem Einlegen der Schablone in die Kassette — gleich ob vor oder nach der Beschickung des Gerätes — ist keine Defektkontrolle mehr möglich. Darüber hinaus erscheinen die in der DE-OS 30 25 829 geschilderten mechanischen und pneumatischen Manipulationen mit der Schablone, der Kassette und ihrer Teile sowie die Be- und Entlüftungsvorgänge nicht geeignet, die geforderte völlige Partikelfreiheit der Schablone zu gewährleisten; sie bewirken eher das Gegenteil. Der Vorteil der beschriebenen Vorrichtung dürfte vor allem dann geltend werden, wenn — wie beim Einsatz handelsüblicher 1:1 PJuB meist gebräuchlich — eine längere Standzeit bzw. Lagerung der Schablone am oder im Gerät erfolgt.

Aus der US-PS 41 31 363 ist des weiteren eine Vorrichtung sowie ein Verfahren bekannt, womit im Prinzip eine grundsätzliche Lösung des oben erläuterten Defektproblems ermöglicht wird. Dabei ist auf einem Metallrahmen eine optisch neutrale Folie aufgebracht und dieser so auf der Schablone befestigt, daß der Raum zwischen Folie und Glassubstrat staubdicht abgeschlossen ist. Diese Vorrichtung ist unter dem Begriff „Pellicle“ in die Proli-Technologie eingegangen. Die Höhe des Rahmens wird so gewählt, daß aufliegende Partikel bis zu einer vorgegebenen Größe nicht abgebildet werden bzw. die Schattenwirkung zu vernachlässigbaren Störungen der Resiststrukturen führt. Das Aufbringen des Pellicles hat verständlicherweise unter äußerst sauberen Bedingungen stattzufinden und nicht immer kann ein Partikelbefall der Folie oder des Rahmens von innen oder auch der Schablonenoberfläche vermieden werden. Die dann notwendige Entfernung des Pellicles für die neuerliche Schablonenreinigung führt häufig zu seiner Zerstörung. Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß die äußerst wichtige Kontrolle der Schablonenoberfläche auf Partikelbefall oder auf reinigungsbedingte Rückstände (Schleier) mit Auf- oder Durchlichtmikroskopen durch die Existenz der empfindlichen Folie erschwert wird. Eine völlig sichere Untersuchung ist nur über die Strukturabbildung auf Resistmasken und anschließende Kontrolle der Resistmaske auf schablonentypische Defekte möglich (Bildfeldvergleich). Dieser Arbeitsprozeß ist aber sehr zeitaufwendig und stark fehlerbehaftet. Nachteilig ist ferner, daß sich auf Grund der teuren Pellicles die Schablonenkosten erheblich vergrößern. Pellicles werden daher vorzugsweise für Schablonen verwendet, deren moralischer Verschleiß als gering veranschlagt werden kann und die häufig zur Anwendung kommen. Insbesondere für Belange der Forschung und Entwicklung im Labormaßstab, beispielsweise bei der Anprobe von neuentwickelten Schaltkreismustern, oder bei Testfeldpräparationen wird im allgemeinen auf den Pellicleeinsatz verzichtet. Gerade hier sind daher einfache und billige technische Lösungen erwünscht, die bei der Schablonenvorbereitung für PJuB 1:x — angefangen von der Reinigung bis hin zur Eingabe in das Gerät — ein Höchstmaß an Sauberkeit und Kontrollfähigkeit ermöglichen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit geringem Kosten- und konstruktiv-technischen Aufwand die Voraussetzungen für eine unkomplizierte und dadurch funktionssichere sowie hocheffektive Durchführung der zur Schablonenvorbereitung notwendigen Prozesse des Transports, der Zwischenlagerung außerhalb einer Belichtungsanlage sowie der erforderlichen Sauberheitskontrollen — die zwischen der Reinigung der Schablone und der Beschickung des Gerätes liegen — ohne Verschmutzung durch sedimentierende Partikel zu schaffen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfache Vorrichtung zur Handhabung, Lagerung und Kontrolle von Schablonen für die Projektionsabbildung im fotolithografischen Prozeß bei der Herstellung integrierter Halbleiteranordnungen zu entwickeln, mit der Defektprobleme weitestgehend auszuschließen sind, die durch den konstruktiven Aufbau leicht zu reinigen ist und eine günstige Schablonenein- und -ausgabe mit geringem Risiko für Partikelbefall ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem rechteckigen, an der Ober- und Unterseite durchbrochenen kastenförmigen Behältnis in Form eines Rahmens, in dem eine Schablone einspannbar ist. Auf den gestuften Kanten der Durchbrüche liegen sich zwei Deckplatten symmetrisch gegenüber, die mittels Klemmen am Rahmen lösbar befestigt

sind. Dabei ist es günstig, wenn der Abstand der Deckplatteninnenflächen zur Schablonenoberfläche $500\text{ }\mu\text{m}$ nicht unterschreitet. Die Deckplatten weisen zumindest für Teile des sichtbaren Spektrums eine hohe Transparenz auf. Besonders geeignete Materialien sind deshalb Glas oder PVC, die aus Gründen der Stabilität mit einer Dicke von wenigstens $100\text{ }\mu\text{m}$ eingesetzt werden. Die Erfindung sieht ebenfalls vor, die Deckplatten aus Folien eines organischen Polymers mit einer Dicke zwischen $1\text{ }\mu\text{m}$ und $1000\text{ }\mu\text{m}$ zu bilden, die in einem zweiteiligen Rahmen befestigt sind. Als Grundsubstanz der Folien sind beispielsweise Zellulosenitrat, Polycarbonat, Polyimid geeignet.

Zur Erhöhung der Transparenz für ausgewählte Spektralbereiche des sichtbaren Spektrums kann diese Folie zusätzlich mit einer oder mehreren dünnen Schichten geeigneter Brechzahl (Nitride, Oxide etc.) behaftet sein.

Zusammen mit einer Öffnungs-/Schließeinrichtung gewährleisten die Deckplatten einen staubdichten Verschluss des Behältnisses.

Zum Ein- und Ausführen der Schablone in das Behältnis ist an einer Längsseite des Rahmens ein Langloch eingearbeitet, das mit einem unmittelbar anliegenden Langloch eines — in Bohrungen am Rande der kurzen Stirnseiten — drehbar und spielarm gelagerten Steckbolzens mit Griffstück korrespondiert. Mindestens ein an allen anderen Rahmeninnenseiten drehbarer Führungsbolzen sorgt mit seiner trapezförmigen Nut für eine Arretierung der eingeführten Schablone. Diese wird durch Drehen des Steckbolzens im Uhrzeigersinn um 90° , der dabei eine Klemmvorrichtung bewegt, festgeklemmt, wobei gleichzeitig das Behältnis geschlossen wird.

Zum Anbringen der Schablone sind die dem Langloch gegenüber angebrachten Führungsbolzen mit einem Auswerferstift versehen. Der Auswerferstift kann auch an einem abgesetzten Zylinderstift befestigt sein, der in eine vertikale Durchgangsbohrung des Rahmens gesteckt ist oder von außen in das Behältnisinnere direkt in einer Aussparung an der nicht mit dem Langloch versehenen Rahmenlängsseite führbar sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf die Rahmeninnenflächen, die Führungsbolzen, den Steckbolzen und die Deckplatten eine gegenüber chemischen und mechanischen Reinigungsprozessen resistente Schicht — beispielsweise aus Polytetrafluoräthylen — aufgebracht ist.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels mit zugehöriger Zeichnung näher erläutert werden. Dabei zeigt die Figur die erfindungsgemäße Vorrichtung in perspektivischer Ansicht, im wesentlichen bestehend aus einem an der Ober- und Unterseite mit Durchbrüchen 1' versehenen rechteckigen Behältnis in Form eines Rahmens 1, Mitteln zum Öffnen und Verschließen 4; 5; 10; 14, Ausbringen 6; 7; 8 und Arretieren 2 der Schablone. Die Kanten der Durchbrüche 1' sind stufenförmig abgesetzt. Zum staubdichten Verschließen des Behältnisses werden zwei transparente Deckplatten 14 auf den Stufenabsätzen 11 gemäß zeichnerischer Darstellung linksseitig unter zwei Klemmstücke 10.1 geschoben und rechtsseitig durch einen Klemmbügel 10.2 festgeklemmt. Die Tiefe des Stufenabsatzes, die Höhe des Rahmens 1 und die eingesetzte Deckplatte 14, zum Beispiel eine kompakte Platte aus Glas oder PVC bzw. eine in einen zweiteiligen Rahmen gespannte Folie eines organischen Polymers, legen den Abstand der Schablonen- zur Deckplattenoberfläche im Behältnis fest. Dieser Abstand ist relativ gering gewählt, so daß das im Behältnis verbleibende Restvolumen und damit die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Luftstaub klein ist.

Die Schablone wird in das Behältnis durch ein Langloch 3 eingeführt, das an einer Längsseite des Rahmens 1 eingearbeitet ist und mit einem unmittelbar anliegenden Langloch 12 eines Steckbolzens 4 korrespondiert. Der Steckbolzen 4 ist in Bohrungen 9 am Rande der kurzen Stirnseiten drehbar und spielarm gelagert. An der dem Langloch 3 gegenüberliegenden Rahmeninnenseite und den anderen Rahmeninnenseiten befinden sich vorzugsweise drehbare Führungsbolzen 2 mit einer trapezförmigen Nut 2' (der Übersichtlichkeit wegen ist nur ein Führungsbolzen dargestellt), die einerseits beim Einschieben der Schablone durch diese Form eine reibungsarme seitliche Führung ermöglichen und andererseits die bis zum Anschlag eingeführte Schablone arretiert an wenigen Berührungspunkten festhalten.

Ein vollständiges staubdichtes Verschließen des Behältnisses und Festklemmen der eingebrachten Schablone wird erreicht, wenn der Steckbolzen 4 mittels Griffstück 5 um 90° im Uhrzeigersinn gedreht wird und dabei gleichzeitig — eine zeichnerisch nicht dargestellte — Schablonenklemmvorrichtung betätigt. Mit diesem festen Sitz der Schablone kann das verschlossene Behältnis sicher transportiert werden. Stöße und Luftströme, die ansonsten zu einer Lockerung von an den Bruchflächen des Glassubstrates — auch bei Anwendung moderner Reinigungsverfahren — praktisch immer vorhandenen Partikeln führen würden und in das „aktive Gebiet“ der Schablone gelangen könnten, sind ausgeschlossen.

Die transparenten Deckplatten 14 ermöglichen eine Defektkontrolle für die Vorder- und Rückseite der Schablone im geschlossenen Behältnis. Damit ist das Risiko einer Verschmutzung beispielsweise durch aus dem Luftstaub sedimentierende Partikel auch bei Kontrollzeiten im Stundenbereich vernachlässigbar.

Je nach Anforderung kann mit „unverstärktem“ Auge — z. B. im Schräglicht vorzugsweise bei Verwendung entspiegelter Folien — oder mit „verstärktem“ Auge (Mikroskop) im Auflicht, im Durchlicht oder gegebenenfalls im Mischlicht auf Defekte kontrolliert werden, wobei durch entsprechend gewählte Deckplattendicken und Abstände Schablone — Deckplatte die Vergrößerung auch unter Anwendung kommerzieller Mikroskope wahlweise bis hin zum größten Wert verwendet werden kann. Selbst die Verwendung monochromatischen Lichtes ohne störende Reflexionen beim Aufspüren von beispielsweise reinigungsbedingten Schleiern ist durch geeignete Entspiegelung der Deckplatten möglich.

Der Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung beginnt vorteilhaft bereits nach der Schablonenreinigung. Die Kontrolle auf Defekte — wie aufliegende Partikel, Reinigungsrückstände — erfolgt im versiegelten Zustand. Der Zyklus Schablonenreinigung und -kontrolle wird so lange durchlaufen, bis die in der Vorrichtung befindliche Schablone nachweislich defektfrei ist. Die Vorzüge der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegen außerdem in einer verschlußseitigen Kompatibilität zu Schablonen — Übergabe — Übernahme — Einrichtungen an Belichtungseinrichtungen, Reinigungsgeräte usw.

Zum Ausbringen der Schablone aus dem Behältnis wird der Steckbolzen 4 entgegen der Uhrzeigerrichtung um 90° gedreht und dabei das Langloch 3 und die Schablonen-Klemmvorrichtung wieder geöffnet. Mittels Auswerferstifte 8 oder 8', die an den an der langen Rahmeninnenseite drehbar gelagerten Führungsbolzen 2 oder an einem in eine Durchgangsbohrung 13 gesteckten, abgesetzten Zylinderstift 6; 7 befestigt sind, wird die Schablone soweit aus dem Behältnis herausbewegt, daß sie leicht greifbar ist.

Zum Zwecke der Reinigung der Behältnisteile einschließlich Deckplatten, die in größeren Zeitabständen durchzuführen ist, sind diese vorteilhafterweise mit einer gegenüber chemischen und mechanischen Reinigungsprozessen resistenten Schicht überzogen.

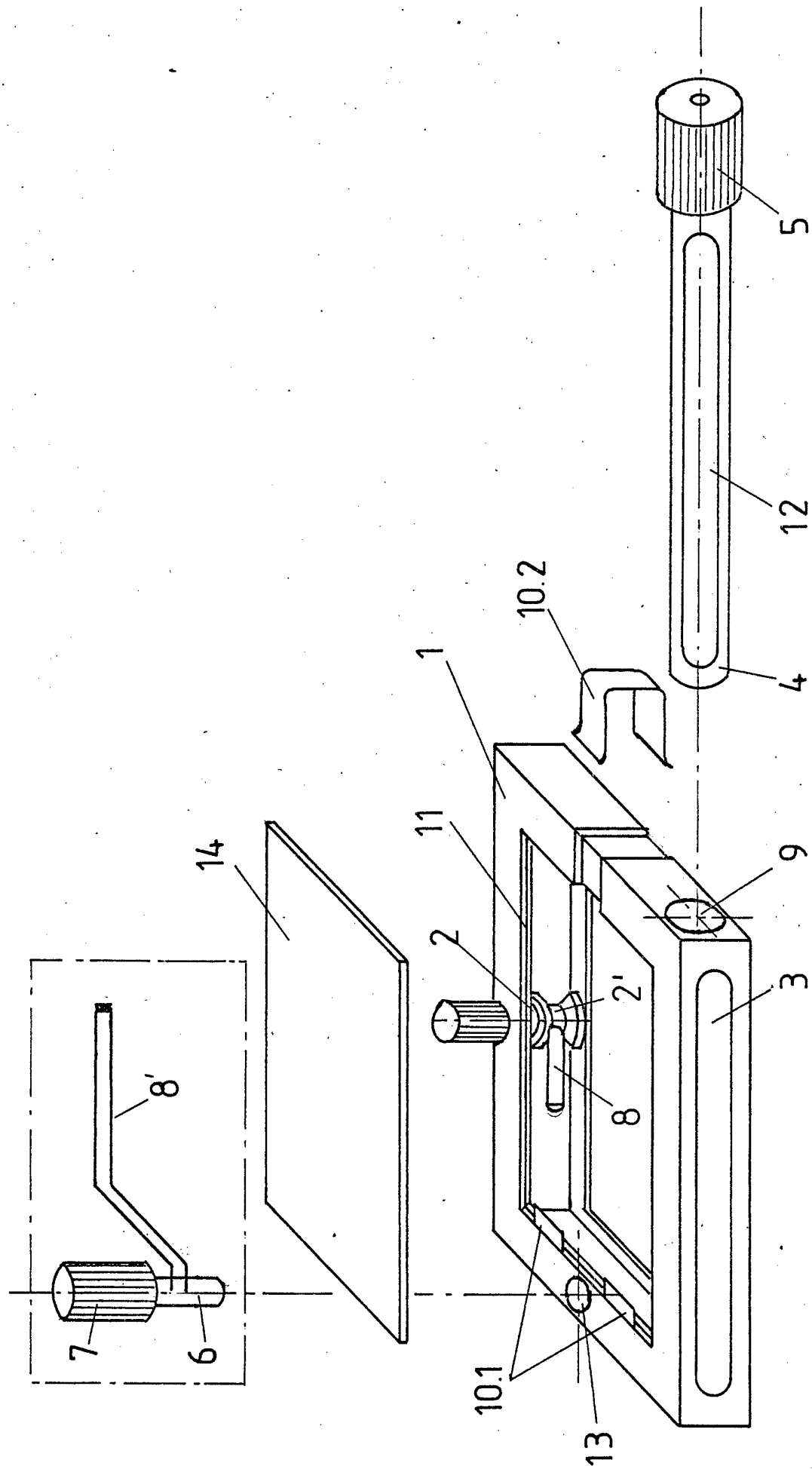


Fig.1