



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 30 652 A1** 2004.01.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 30 652.4**

(22) Anmeldetag: **08.07.2002**

(43) Offenlegungstag: **29.01.2004**

(51) Int Cl.⁷: **G02B 27/18**
G03F 7/20

(71) Anmelder:
Carl Zeiss SMT AG, 73447 Oberkochen, DE

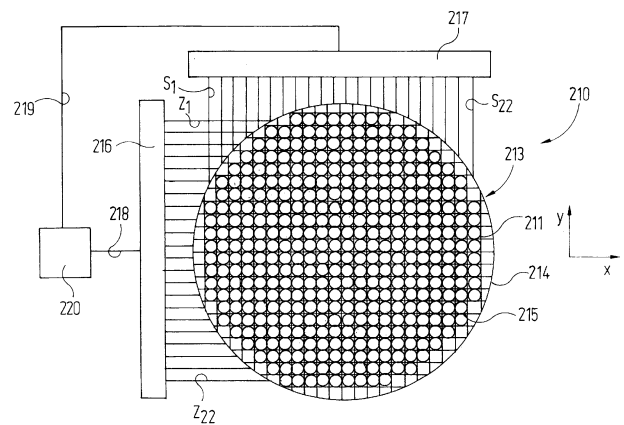
(74) Vertreter:
U. Ostertag und Kollegen, 70597 Stuttgart

(72) Erfinder:
Bader, Dieter, Dipl.-Ing., 73571 Göggingen, DE;
Reng, Norbert, Dr.-Ing., 10317 Berlin, DE; Wangler,
Johannes, 89551 Königsbrunn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optische Vorrichtung mit einer Beleuchtungslichtquelle**

(57) Zusammenfassung: Eine optische Vorrichtung dient zur Beleuchtung eines Objektes, das mit Hilfe einer entsprechenden Optik abgebildet werden soll. Sie weist eine nahe oder in einer Pupillenebene einer Beleuchtungsoptik angeordnete Beleuchtungslichtquelle (210) auf, welche ein Beleuchtungslichtbündel erzeugt. Die Beleuchtungsoptik ist zwischen der Beleuchtungslichtquelle (210) und dem Objekt angeordnet. Das in einem Beleuchtungszyklus eingesetzte Beleuchtungslichtbündel ist matrixartig zweidimensional aus einer Mehrzahl von Einzelbündeln zusammengesetzt. Ferner ist eine Steuereinrichtung (220) zur selektiven Erzeugung (216, 217) der Einzelbündel vorgesehen. Die Anwahl erfolgt dabei derart, daß die Form des Beleuchtungslichtbündels über die jeweils erzeugten Einzelbündel vorgebbar ist. Dies ermöglicht die rasche und variable Einstellung von an die jeweiligen Abbildungsanforderungen angepaßten Beleuchtungssettings.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung mit einer Beleuchtungsquelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Projektionsbelichtungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Eine der in der Praxis besonders wichtige derartige Vorrichtung ist die Projektionslichtquelle einer Projektionsbelichtungsanlage, wie sie beispielsweise in der Mikrolithographie eingesetzt wird. Nachfolgend werden daher beispielhaft hauptsächlich die Verhältnisse bei derartigen Projektionslichtquellen erläutert. Die Erfindung ist aber darüberhinausgehend bei allen solchen optischen Vorrichtungen einsetzbar, bei denen die Beleuchtung eines Objektes zur Verbesserung der Abbildung dieses Objektes durch eine Abbildungsoptik mit unterschiedlichen Beleuchtungssettings erfolgen soll. Unter dem Begriff "Beleuchtungssetting" wird die Intensitätsverteilung des Beleuchtungslichtbündels in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik verstanden.

[0003] Nachfolgend wird unter dem Begriff "Beleuchtungszyklus" der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende eines Beleuchtungsschritts eines gegebenen Objekts verstanden. Je nach der verwendeten Beleuchtungstechnik können zur Beleuchtung eines Originals auch mehrere Beleuchtungsschritte erforderlich sein.

[0004] "Optisches Beleuchtungslicht" bezeichnet nachfolgend Beleuchtungslicht mit Wellenlängen im sichtbaren, infraroten oder ultravioletten Wellenlängenbereich, für den insbesondere auch transmissive optische Komponenten zur Verfügung stehen.

Stand der Technik

[0005] Eine Vorrichtung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art ist in Form einer Projektionslichtquelle sowie einer Projektionsbelichtungsanlage aus der US 5 091 744 A bekannt. Dort dient eine Mehrzahl von das Projektionslichtbündel zusammensetzenden Einzellichtbündeln dazu, ein in sich inkohärentes Projektionslichtbündel zu erzeugen, bei dem störende Interferenzeffekte vermindert sind. Anspruchsvollen Beleuchtungsanforderungen, die im Grenzbereich mit der optischen Belichtungswellenlänge erzielbarer Auflösung liegen, wird mit einer derartigen Projektionsbelichtungsanlage nicht in ausreichendem Maß entsprochen.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist daher eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optische Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß sie auch für Abbildungen des beleuchteten Objektes bei hohen Anforderungen an die Auflösung eingesetzt werden kann.

[0007] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst

durch eine optische Vorrichtung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0008] Mittels der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung lassen sich vorgegebene Formen des Beleuchtungssettings, die an die jeweiligen Abbildungsanforderungen angepaßt sind, schnell und variabel erzeugen. Das Beleuchtungssetting kann während des Beleuchtungsvorganges abhängig von der Struktur des beleuchteten Objektes verändert werden. Auch eine Polebalance-Korrektur des Beleuchtungssettings, beispielsweise eine Symmetrisierung einer Quadropolverteilung, ist während des Ablaufes eines Beleuchtungsvorganges möglich.

[0009] Zwar ist es im Rahmen der Projektionsbelichtung bekannt, unterschiedliche Beleuchtungssettings vorzugeben, jedoch erfolgt dies bislang mit Hilfe von Aperturblenden, die austauschbar in Wechselhaltern angeordnet waren. Der Einsatz derartiger Blenden führt zwingend zu einem Effizienzverlust der Beleuchtung, da unnötig Licht erzeugt wird, welches zudem die Aperturblende beim Auftreffen unerwünscht thermisch belastet. Mit der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung wird das Beleuchtungslichtbündel im Idealfall genau in der Form erzeugt, in der es anschließend zum Einsatz kommen kann. Dies erhöht die Effizienz der Beleuchtung und vermindert die thermische Belastung optischer Komponenten.

[0010] Bei einer Vorrichtung gemäß Anspruch 2 lassen sich durch gezieltes Ansteuern der jeweiligen Einzel-Lichtquellen unterschiedliche Beleuchtungssettings besonders einfach realisieren.

[0011] Eine Vorrichtung gemäß Anspruch 3 führt zur Möglichkeit, mit matrixartig angeordneten Einzel-Lichtquellen eine gute Annäherung der Beleuchtungslichtbündelform an das vorgegebene Beleuchtungssetting zu erreichen.

[0012] Die alternative Vorrichtung gemäß Anspruch 4 ist einfacher aufgebaut als eine Lichtquellenmatrix. Das vorgegebene Beleuchtungssetting läßt sich hier durch eine mit der Ablenkung synchronisierte Ansteuerung der Einzel-Lichtquellen erreichen.

[0013] Eine weitere Alternative zu einer Lichtquellenmatrix stellt die Vorrichtung gemäß Anspruch 5 dar. Das vorgegebene Beleuchtungssetting entsteht hier durch eine synchronisierte Überlagerung von Zeilen- und Spaltenscannen, entsprechend z.B. dem Aufbau eines Fernsehbildes.

[0014] Eine Laserdiode gemäß Anspruch 6 kann eine hohe Lebensdauer erreichen. Zudem weisen Laserdioden eine geringe Wärmeentwicklung aufgrund ihrer hohen Effizienz auf. Laserdioden lassen sich daher auch zu eng benachbarten Gruppen, z. B. zu Matrix-Anordnungen zusammenfassen.

[0015] Alternativ kann auch ein Festkörperlaser gemäß Anspruch 7 eingesetzt sein. Mit derartigen Einzel-Lichtquellen lassen sich hohe einzelne Ausgangs-Lichtleistungen erzielen.

[0016] Als besonders prominente Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in An-

spruch 8 die Projektionslichtquelle und in Anspruch 9 ein Gerät zu Waferinspektion ausdrücklich genannt.

[0017] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Projektionsbelichtungsanlage anzugeben, bei der die Vorteile der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung besonders effizient ausgenutzt werden.

[0018] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Projektionsbelichtungsanlage mit den im Anspruch 10 angegebenen Merkmalen.

[0019] Die Anordnung der erfindungsgemäßen Projektionslichtquelle nahe oder in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik gewährleistet eine optimierte Ausbildung des vorgegebenen Beleuchtungssettings, wobei keine Verluste durch sonst ggf. im Bereich der Pupillenebene anzuordnende Filter oder Blenden in Kauf genommen werden müssen. Eine derartige Projektionsbelichtungsanlage eignet sich insbesondere zur mikrolithographischen Chipfertigung in der Halbleiterindustrie oder zur Herstellung von Flachbildschirmen.

[0020] Eine Homogenisierungseinrichtung gemäß Anspruch 11 optimiert die Bündelformung des erfindungsgemäß aus einzelnen Lichtbündeln aufgebauten Projektionslichtbündels.

[0021] Im Zusammenhang mit anderen Projektionslichtquellen hat sich ein Glasstab gemäß Anspruch 12 als gut geeignete Homogenisierungseinrichtung erwiesen.

[0022] Ein Filter gemäß Anspruch 13 erhöht die spektrale Reinheit des mit der erfindungsgemäßen Projektionslichtquelle hergestellten Projektionslichtbündels, was dessen Abbildungseigenschaften weiter verbessert.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

[0024] **Fig. 1** eine schematische Übersicht der Beleuchtungsoptik einer Projektionsbelichtungsanlage nach dem Stand der Technik;

[0025] **Fig. 2** einen verglichen mit **Fig. 1** auf weniger Komponenten beschränkten Ausschnitt einer zur **Fig. 1** ähnlichen Projektionsbelichtungsanlage mit einer erfindungsgemäßen Projektionslichtquelle;

[0026] **Fig. 3** eine vergrößerte Aufsicht auf eine zur **Fig. 2** ähnliche Projektionslichtquelle;

[0027] **Fig. 4 bis 7** Ansteuerungsbeispiele für die Projektionslichtquelle gemäß **Fig. 3** zur Erzeugung unterschiedlicher Beleuchtungssettings;

[0028] **Fig. 8 und 9** erfindungsgemäße Projektionslichtquellen, die zu denjenigen der **Fig. 2 und 3** alternativ sind, in einer zur **Fig. 3** ähnlichen Aufsicht;

[0029] **Fig. 10** den optischen Aufbau eines Geräts zu Waferinspektion.

Ausführungsbeispiel

[0030] Der in **Fig. 1** dargestellte Ausschnitt einer Projektionsbelichtungsanlage nach dem Stand der Technik dient zur Vorgabe und Formung von Projektionslicht mit dem ein Retikel **3** beleuchtet wird. Die-

ses trägt eine Originalstruktur, die mittels einer nicht dargestellten Projektionsoptik auf einen ebenfalls nicht dargestellten Wafer abgebildet und übertragen wird. Die Gesamtheit der nachfolgend näher beschriebenen optischen Komponenten, die dieser Formung des Projektionslichts dienen, wird auch als "Beleuchtungsoptik" bezeichnet.

[0031] Als Projektionslichtquelle dient ein Laser **1**. Er erzeugt ein in **Fig. 1** nur bereichsweise dargestelltes Projektionslichtbündel **7**. Dieses wird im Strahlengang nach dem Laser **1** zunächst mittels eines Zoom-Objektivs **2** aufgeweitet. Anschließend durchtritt das Projektionslichtbündel **7** ein diffraktives optisches Element **8** sowie ein Objektiv **4**, welches das Projektionslichtbündel **7** auf eine Eintrittsfläche **5e** eines Glasstabs **5** überträgt. Letzterer mischt und homogenisiert durch mehrfache innere Reflexion das Projektionslichtbündel **7**. Im Bereich der Austrittsfläche **5a** des Glasstabs **5** befindet sich eine Feldebene der Beleuchtungsoptik, in der ein Retikel-Masking-System (REMA) angeordnet ist. Letzteres ist gebildet durch eine verstellbare Feldblende **51**.

[0032] Nach Passieren der Feldblende **51** durchtritt das Projektionslichtbündel **7** ein weiteres Objektiv **6** mit Linsengruppen **61, 63, 65**, Umlenkspiegel **64** und Pupillenebene **62**. Das Objektiv **6** bildet die Feldebene der Feldblende **51** auf das Retikel **3** ab.

[0033] **Fig. 2** zeigt eine erfindungsgemäße Projektionslichtquelle **110**, welche den Laser **1** sowie das Zoom-Objektiv **2** sowie das diffraktive optische Element **8** der Ausführung gemäß **Fig. 1** ersetzt. Die sonstigen Komponenten entsprechen denjenigen der Projektionsbelichtungsanlage gemäß **Fig. 1**, weswegen diese in **Fig. 2** nicht mehr dargestellt sind. Komponenten, die denjenigen entsprechen, die schon unter Bezugnahme auf eine frühere Figur beschrieben wurden, tragen in den nachfolgend beschriebenen Figuren jeweils um 100 erhöhte Bezugszeichen und werden nicht nochmals im einzelnen beschrieben.

[0034] Die Projektionslichtquelle **110** ist in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik angeordnet. Die Projektionslichtquelle **110** umfaßt eine Vielzahl von matrixartig, also in einem zweidimensionalen Raster, angeordneten UV-Laserdioden **111**. Die Zahl der Laserdioden **111** sollte mindestens **225** betragen, vorzugsweise jedoch zwischen etwa **500** und **1000** liegen. Jede der W-Laserdioden **111** emittiert ein Lichtbündel **112** mit einer mittleren Wellenlänge von 375 nm und einer mittleren Leistung von einigen mW. Die Lichtbündel **112** weisen eine Austrittsdivergenz von ca. 10° auf.

[0035] Ein Objektiv **104** überträgt die Lichtbündel **112** auf die Eintrittsfläche **105e** des Glasstabs **105**, in dem das sich aus den Lichtbündeln **112** zusammensetzende Projektionslichtbündel **107** homogenisiert wird. Bei dem Objektiv **104** kann es sich um ein herkömmliches Objektiv oder auch um ein Mikrolinsen-Array handeln. Der Glasstab **105** sowie die nachfolgenden Komponenten der Projektionsbelichtungsanlage entsprechen denjenigen der oben unter Be-

zugnahme auf **Fig. 1** beschriebenen Projektionsbelichtungsanlage nach dem Stand der Technik und werden daher nicht nochmals dargestellt und im einzelnen erläutert.

[0036] In **Fig. 2** sind aus Übersichtlichkeitsgründen nur die Lichtwege der Randstrahlen der äußersten Lichtbündel **112** durch das Objektiv **104** sowie im Luftraum zwischen diesem und der Eintrittsfläche **105e** des Glasstabs **105** dargestellt.

[0037] Zwischen der Projektionslichtquelle **110** und dem Objektiv **104** kann zur Bandbreiteneinengung der spektralen Emission der UV-Laserdioden ein Interferenzfilter **132**, welches in **Fig. 2** gestrichelt angedeutet ist, angeordnet sein.

[0038] **Fig. 3** zeigt eine Aufsicht auf eine Projektionslichtquelle **210**, die bis auf die Tatsache, daß sie verglichen mit der Projektionslichtquelle **110** von **Fig. 2** eine geringere Anzahl von UV-Laserdioden **211** aufweist, der Projektionslichtquelle **110** der **Fig. 2** entspricht.

[0039] Die UV-Laserdioden **211** sind von einem gitterförmigen Halterahmen **213** aufgenommen, welcher eine kreisförmige Umfangsfläche **214** aufweist. Innerhalb dieser weist der Halterahmen eine Vielzahl quadratischer, gleich großer Halteaufnahmen **215** auf, in denen jeweils eine UV-Laserdiode **211** aufgenommen ist.

[0040] Der gitterartige Aufbau der Halteaufnahmen **115** gibt daher eine matrixartige Anordnung der UV-Laserdioden **211** vor, die innerhalb der sie begrenzenden Umfangsfläche **214** liegt. Die Laserdioden-Matrix läßt sich unterteilen in insgesamt 22 Zeilen (verlaufend in x-Richtung des kartesischen Koordinatensystems gemäß **Fig. 3**) und 22 Spalten (verlaufend in y-Richtung). Bedingt durch die kreisförmige Begrenzung durch die Umfangsfläche **214** weisen die randseitigen Zeilen bzw. Spalten nur jeweils acht W-Laserdioden **211** auf, während die acht mittleren Zeilen bzw. Spalten jeweils 22 W-Laserdioden **211** aufweisen. Insgesamt liegen bei der Projektionslichtquelle **210** **392** UV-Laserdioden vor.

[0041] Jede der Zeilen ist über eine Zeilen-Steuerleitung Z_i ($i = 1, 2, \dots, 22$) mit einem Zeilen-Multiplexer **216** verbunden. In entsprechender Weise sind die Spalten der Matrix über Spalten-Steuerleitungen S_i ($i = 1, 2, \dots, 22$) mit einem Spalten-Multiplexer **217** verbunden. Über Steuerleitungen **218**, **219** sind der Zeilenmultiplexer **216** und der Spalten-Multiplexer **217** mit einer Steuereinrichtung **220** verbunden.

[0042] Der Einsatz der Projektionslichtquellen **110**, **210** wird nachfolgend anhand der Projektionslichtquelle **210** beschrieben:

Je nach den Abbildungserfordernissen, welche die Originalstruktur auf dem Retikel **3** an die Projektionsbelichtungsanlage stellt, wird mit Hilfe der Steuereinrichtung **220** ein entsprechendes Beleuchtungssetting eingestellt. Je nach Beleuchtungssetting werden unterschiedliche Gruppen von W-Laserdioden **211** zur Aussendung von W-Licht aktiviert. Eine W-Laserdiode **211** wird dabei durch gleichzeitiges Ansteuern

auf dem der Matrixposition (Zeile i , Spalte j) der entsprechenden W-Laserdioden **211** entsprechenden Paar von Steuerleitungen Z_i und S_j aktiviert.

[0043] Im einfachsten Fall der Beleuchtung werden alle W-Laserdioden **211** aktiviert, so daß die Pupillenebene der Beleuchtungsoptik vollständig mit W-Licht gefüllt ist.

[0044] Andere Beleuchtungssettings werden nachfolgend anhand der **Fig. 4** bis **7** beschrieben, die die Projektionslichtquelle **210** ohne die Steuereinrichtung **220** bzw. die Multiplexer **216**, **217** zeigen.

[0045] **Fig. 4** zeigt ein Beleuchtungssetting, bei dem die mittleren Zeilen-Steuerleitungen Z_8 bis Z_{15} sowie die mittleren Spalten-Steuerleitungen S_8 bis S_{15} selektiv derart angesteuert sind, daß eine Gruppe von UV-Laserdioden **211** innerhalb eines in **Fig. 4** durch einen gestrichelten Kreis angedeuteten zentralen Bereichs des Halterahmens **213** aktiviert ist. Die Aktivierung von UV-Laserdioden **211** ist jeweils durch ein Kreuz symbolisiert.

[0046] **Fig. 5** zeigt ein alternatives Beleuchtungssetting, eine sog. Dipol-Beleuchtung. Hier sind die Zeilen-Steuerleitungen Z_9 bis Z_{14} sowie die Spalten-Steuerleitungen S_1 bis S_6 sowie S_{17} bis S_{22} derart angesteuert, daß zwei Gruppen von W-Laserdioden **211** aktiviert werden, die innerhalb von Bereichen liegen, die in **Fig. 5** durch zwei gestrichelte kreisförmige Begrenzungslinien angedeutet sind.

[0047] **Fig. 6** zeigt ein weiteres alternatives Beleuchtungssetting, eine sog. Quadropol-Beleuchtung. Hier sind die Zeilen-Steuerleitungen Z_4 bis Z_9 und Z_{14} bis Z_{19} sowie die Spalten-Steuerleitungen S_4 bis S_9 und S_{14} bis S_{19} derart angesteuert, daß vier Gruppen von UV-Laserdioden **211** angesteuert sind, die innerhalb von vier Bereichen liegen, die in **Fig. 6** durch kreisförmige gestrichelte Linien angedeutet sind.

[0048] **Fig. 7** zeigt schließlich eine annulare Beleuchtung als weitere Variante eines Beleuchtungssettings. Hier sind die Zeilen-Steuerleitungen Z_3 bis Z_{20} sowie die Spalten-Steuerleitungen S_3 bis S_{20} derart angesteuert, daß die UV-Laserdioden **211** innerhalb eines ringförmigen Bereichs, der in **Fig. 7** durch zwei konzentrische gestrichelte Kreise angedeutet ist, aktiviert sind.

[0049] Je nach der Beleuchtungsanforderung der Originalstruktur auf dem Retikel **3** können durch entsprechende Ansteuerung über die Steuereinrichtung **220** die vorstehend beschriebenen und nahezu beliebige andere Beleuchtungssettings eingestellt werden. Insbesondere lassen sich die Radien der aktivierten Bereiche bei den Beleuchtungssettings nach den **Fig. 4** bis **7** sowie die Position der Zentren der aktivierten Bereiche bei den Beleuchtungssettings der **Fig. 5** (Dipol) sowie **6** (Quadropol) und die Form und die Anzahl der aktivierten Bereiche je nach den Abbildungsanforderungen vorgeben.

[0050] **Fig. 8** und **9** zeigen weitere Varianten erfindungsgemäßer Projektionslichtquellen. Die **Fig. 8** und **9** zeigen ebenfalls Aufsichten auf die Projekti-

onsichtquellen, d. h. die Abstrahlrichtung der W-Laserdioden ist senkrecht zur Zeichenebene in Richtung des Betrachters.

[0051] Die Projektionslichtquelle **310** der **Fig. 8** weist eine W-Laserdioden-Zeile **321** auf, die insgesamt vierundzwanzig UV-Laserdioden **311** in einem zeilenförmigen Halterahmen **313** umfaßt. Die W-Laserdioden **311** sind jeweils über Steuerleitungen S_i ($i = 1, 2, \dots, 24$) mit der Steuereinrichtung **320** verbunden. Über eine in **Fig. 8** schematisch dargestellte mechanische Ankopplung **322** ist die Laserdioden-Zeile **321** mit einem Aktuator **323** verbunden, der seinerseits über eine Steuerleitung **324** mit der Steuereinrichtung **320** verbunden ist. Mit Hilfe des Aktuators **323** läßt sich die Laserdioden-Zeile **321** um eine mit der Zeilenachse zusammenfallende Achse innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs verschwenken.

[0052] Die Projektionslichtquelle **310** funktioniert folgendermaßen: Je nach vorzugebendem Beleuchtungssetting steuert die Steuereinrichtung **320** die Steuerleitungen S_i sowie **324** derart synchronisiert an, daß durch die Überlagerung einer festfrequenten Schwenkbewegung der Laserdioden-Zeile **321** um ihre Längsachse mit der hiermit synchronisierten Ansteuerung der Steuerleitungen S_i während eines Projektionszyklus das gewünschte Beleuchtungssetting des Projektionslichtbündels erhalten wird.

[0053] Ein Projektionszyklus hat dabei eine Dauer, die mindestens einer vollen Periode der Schwenkbewegung der Laserdioden-Zeile **321** entspricht. Durch entsprechende synchronisierte Ansteuerung mittels der Steuereinrichtung **320** lassen sich mit der Projektionslichtquelle **310** innerhalb eines derartigen Projektionszyklus ebenfalls die Beleuchtungssettings erzeugen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Ausführung gemäß **Fig. 3** beschrieben wurden.

[0054] Die Projektionslichtquelle **410** der **Fig. 9** weist eine einzelne W-Laserdiode **411** auf. Diese ist in einem Halterahmen **413** angeordnet. Über eine mechanische Ankopplung **425** ist die W-Laserdiode **411** mit einer Spalten-Scaneinrichtung **426** verbunden. Eine mechanische Ankopplung **427** verbindet die W-Laserdiode **411** mit einer Zeilen-Scaneinrichtung **428**. Über Steuerleitungen **429**, **430** sind die Scaneinrichtungen **426**, **428** mit der Steuereinrichtung **420** verbunden.

[0055] Über die mechanische Ankopplung **425** ist die W-Laserdiode **411** um eine vertikal in der Zeichenebene der **Fig. 9** liegende Achse innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs verschwenkbar. Mittels der mechanischen Ankopplung **427** ist die W-Laserdiode **411** um eine horizontal in der Zeichenebene der **Fig. 9** liegende Achse innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs verschwenkbar.

[0056] Die Projektionslichtquelle **410** funktioniert folgendermaßen:

Je nach vorzugebendem Beleuchtungssetting steuert die Steuereinrichtung **420** über die Steuerleitungen **429** sowie **430** die Scaneinrichtungen **426**, **428**

derart synchronisiert an. Durch die Überlagerung der festfrequenten Schwenkbewegungen der mechanischen Ankopplungen **425**, **427** um die beiden Schwenkachsen und die hierzu synchronisierte Aktivierung der UV-Laserdiode **411** während eines Projektionszyklus läßt sich analog zum oben Beschriebenen eine scheinbare matrixartig angeordnete Vielzahl von sequentiell erzeugten Lichtbündeln aufgrund der momentanen Ausrichtung der W-Laserdiode **411** mittels der Steuereinrichtung **420** anwählen. Über diese gesteuerte Anwahl der entsprechend der momentanen Ausrichtung der W-Laserdiode **411** erzeugten Lichtbündel wird das gewünschte Beleuchtungssetting des Projektionslichtbündels erhalten.

[0057] Ein Projektionszyklus hat dabei eine Dauer, die mindestens dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen der vollen Perioden der Schwenkbewegungen der Scaneinrichtungen **426**, **428** entspricht. Durch entsprechende synchronisierte Ansteuerung mittels der Steuereinrichtung **420** lassen sich mit der Projektionslichtquelle **410** innerhalb eines derartigen Projektionszyklus ebenfalls die Beleuchtungssettings erzeugen, die vorstehend unter Bezugnahme auf die Ausführung gemäß **Fig. 3** beschrieben wurden.

[0058] Alternativ zu UV-Laserdioden können je nach Ausführungsform der Erfindung auch andere ggf. durch Lichtleiter geführte Lichtquellen zum Einsatz kommen, z. B. ein frequenzvervielfachter Festkörperlaser. Hierbei kann es sich um einen frequenzverdreifachten oder -vervierachten Nd:YAG-Laser handeln, der einen Q-Switch aufweisen oder modengekoppelt sein kann.

[0059] Statt des oben beschriebenen Glasstabes kann zur Homogenisierung des Beleuchtungslichtes in an und für sich bekannter Weise auch ein Mikrolinsenarray eingesetzt werden.

[0060] Die Einzellichtquellen können zur Erzielung einer besseren Packungsdichte auch in einer wabenähnlichen Struktur oder in einer Ringstruktur angeordnet werden.

[0061] In **Fig. 10** ist als weiteres Beispiel für eine erfindungsgemäße optische Vorrichtung ein Gerät dargestellt, wie es ebenfalls in der Mikrolithographie bei der Herstellung von Halbleiter-Bauelementen zur Inspektion der hergestellten Wafer eingesetzt wird. Es umfaßt als Beleuchtungsquelle ein Diodenarray **510**, das ein aus einer Vielzahl von Einzellichtbündeln zusammengesetztes Beleuchtungslichtbündel **512** erzeugt. Eine Linse **504** koppelt diese Beleuchtungslichtbündel **512** in einen homogenisierenden Glasstab **505** ein. Das aus dem Glasstab **505** austretende Licht wird mit Hilfe zweier Kondensorlinsen **580**, **581** parallelisiert, zwischen denen eine Blende **582** angeordnet ist. Es gelangt über einen Umlenkspiegel **583** und einen teildurchlässigen Spiegel **584** und durch ein Mikroskopobjektiv **585** auf den zu untersuchenden und daher zu beleuchtenden Wafer **586**.

[0062] Das vom Wafer **586** ausgehende Licht durchsetzt das Mikroskopobjektiv **585** in entgegengesetzter Richtung und wird aus dem Strahlengang

des Beleuchtungslichtes mit Hilfe des teildurchlässigen Spiegels **584** ausgekoppelt. Es wird dann mit Hilfe einer Linse **587** auf ein CCD-Array **588** abgebildet. Das von diesem erzeugte Bild kann dann visuell oder auch automatisch ausgewertet werden.

[0063] Wiederum ist es durch die Verwendung des Diodenarrays **510** als Beleuchtungslichtquelle bei entsprechender Ansteuerung der Einzeldioden möglich, das Beleuchtungssetting sehr rasch zu ändern und unterschiedlichen aufzulösenden Strukturen auf dem betrachteten Wafer **586** anzupassen.

Patentansprüche

1. Optische Vorrichtung mit einer Beleuchtungslichtquelle, welche ein matrixartig zweidimensional aus einer Mehrzahl von Einzelbündeln zusammengesetztes Beleuchtungslichtbündel zur Beleuchtung eines Objektes erzeugt, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung (**220**; **320**; **420**) zur selektiven Erzeugung der Einzelbündel (**112**) derart, daß die Form des Beleuchtungslichtbündels (**107**) über die jeweils angewählten Einzelbündel (**112**) vorgebar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl matrixartig angeordneter Einzel-Lichtquellen (**111**; **211**), die jeweils jeweils so ansteuerbar sind, daß sie ein Einzelbündel (**112**) emittieren, wobei die Gesamtheit der Einzelbündel (**112**) der angesteuerten Lichtquellen (**111**; **211**) das Beleuchtungslichtbündel (**107**) aufbaut.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Einzel-Lichtquellen (**111**; **211**), insbesondere mehr als 225, vorzugsweise mehr als 500 Einzel-Lichtquellen (**111**).

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von zeilenartig in einer ersten Richtung angeordneten Einzel-Lichtquellen (**311**) und eine Scan-Einrichtung (**323**), welche zur Erzeugung des Beleuchtungslichtbündels die Einzelbündel während des Beleuchtungszyklus in einer zur ersten Richtung und zur Abstrahlrichtung der Einzelbündel senkrechten zweiten Richtung gesteuert

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine ein Lichtbündel emittierende Einzel-Lichtquelle (**411**) und eine Scan-Einrichtung (**426**, **428**), welche zur Erzeugung des Beleuchtungslichtbündels das Lichtbündel während des Beleuchtungszyklus in zwei zueinander und zur Abstrahlrichtung der Einzel-Lichtquelle (**411**) senkrechte Richtungen gesteuert (**420**) ablenkt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Einzel-Lichtquelle (**111**; **211**; **311**; **411**) in Form einer Laserdiode.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Einzel-Lichtquelle in Form eines frequenzvervielfachten Festkörperlaser.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Projektionsbelichtungsanordnung ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie Teil eines Gerätes zur Waverinspektion ist.

10. Projektionsbelichtungsanlage, insbesondere für die Mikrolithographie, zur Erzeugung eines Bildes eines Originals mit einer Projektionslichtquelle, welche ein Projektionslichtbündel erzeugt, mit einer zwischen der Projektionslichtquelle und dem Original angeordneten Beleuchtungsoptik zur Formung des Projektionslichtbündels und mit einer zwischen dem Original und dem Bild angeordneten Projektionsoptik, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionslichtquelle (**110**; **210**; **310**; **410**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgeführt ist und nahe oder in einer Pupillenebene der Beleuchtungsoptik angeordnet ist.

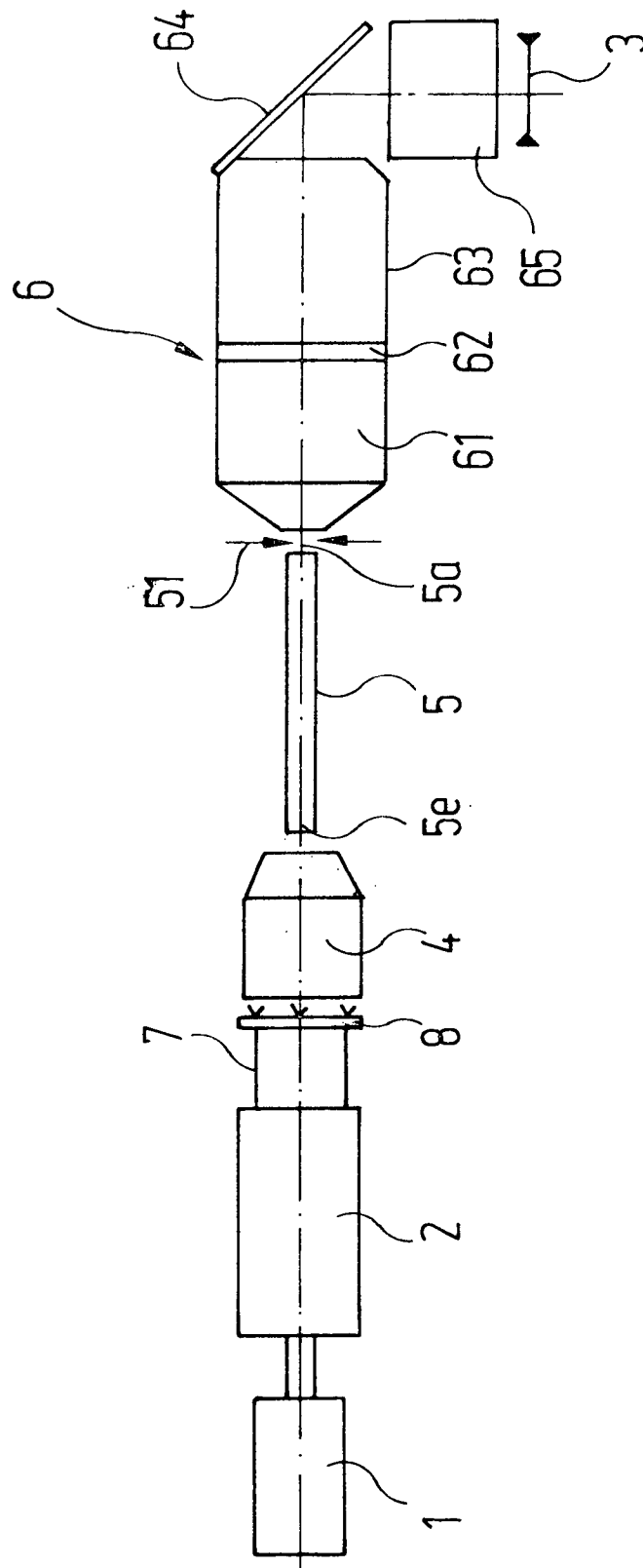
11. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine der Projektionslichtquelle (**110**) nachgeordnete Homogenisierungseinrichtung (**105**) für die Intensitätsverteilung des Projektionslichtbündels (**107**).

12. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Homogenisierungseinrichtung durch einen Glasstab (**105**) gebildet ist.

13. Projektionsbelichtungsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Homogenisierungseinrichtung durch ein Mikrolinsenarray gebildet ist.

14. Projektionsbelichtungsanlage nach einem der Ansprüche 10 bis 13, gekennzeichnet durch einen der Projektionslichtquelle (**110**) nachgeordneten Filter (**132**) zur Bandbreiteneinengung der spektralen Emission der Projektionslichtquelle (**110**).

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen



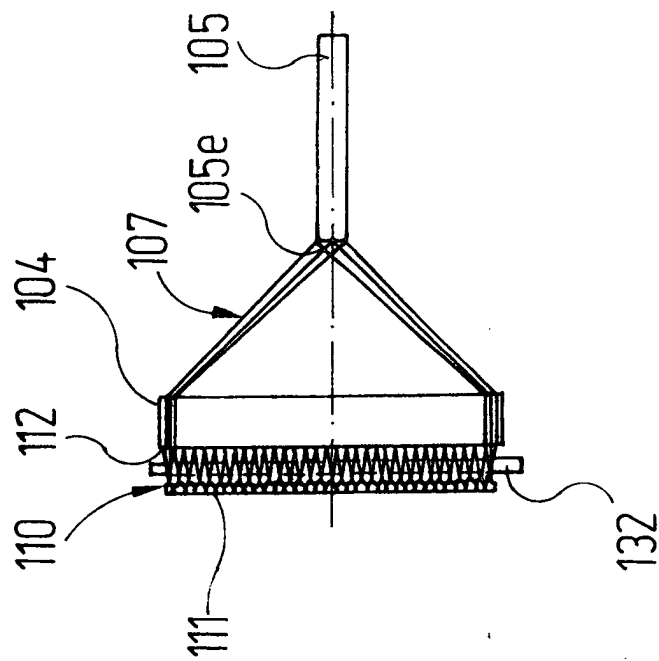


Fig. 2

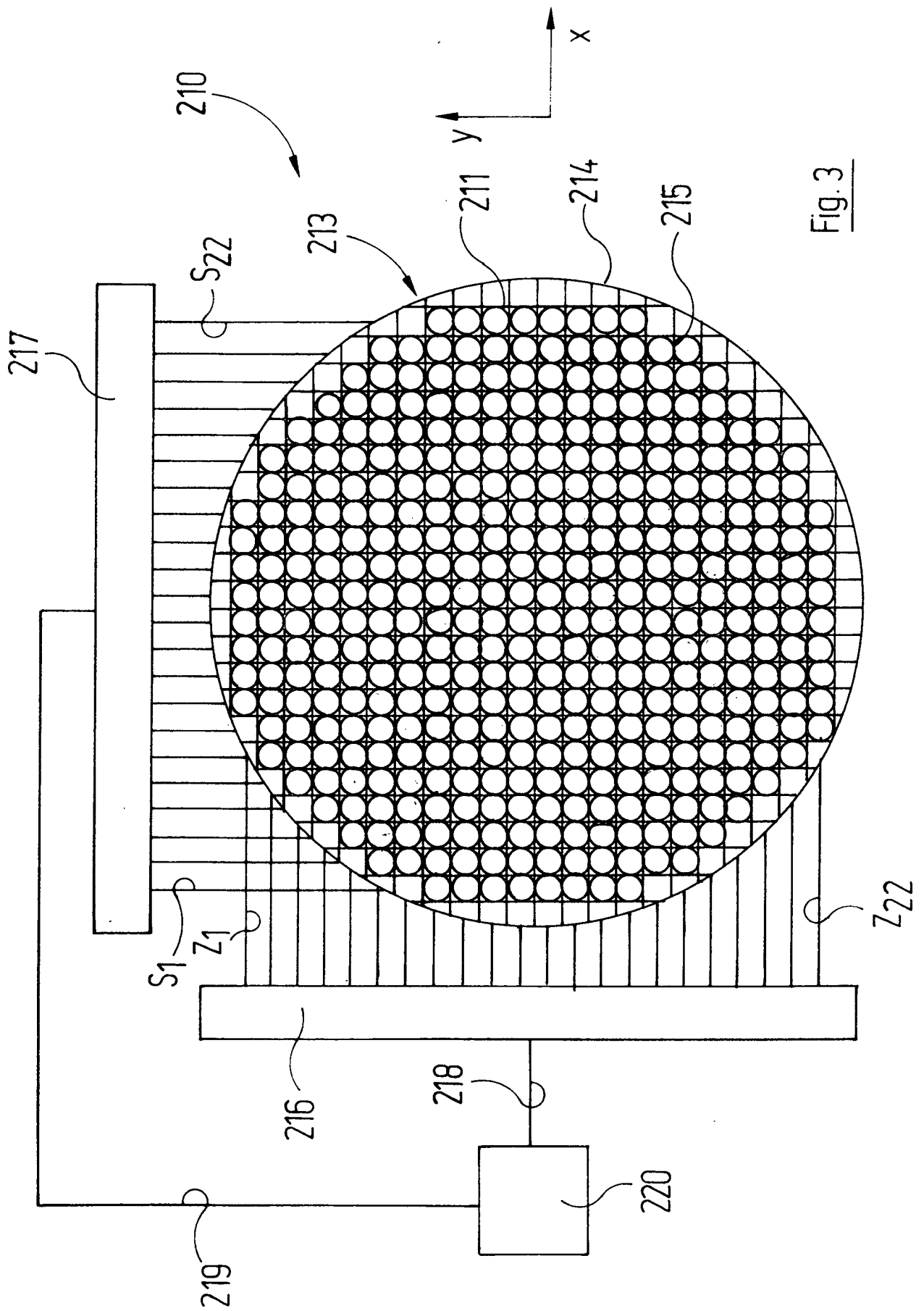


Fig. 3

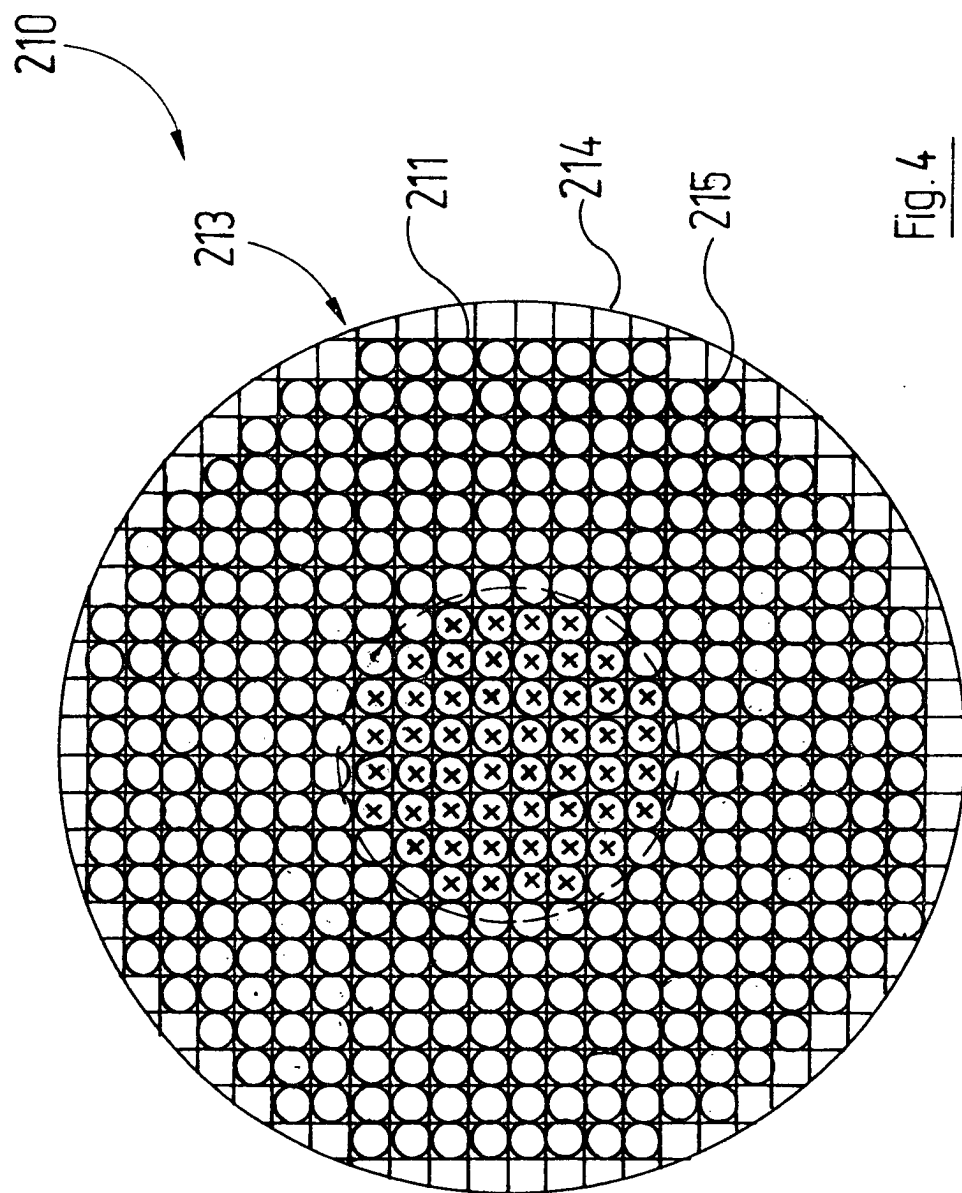


Fig. 4

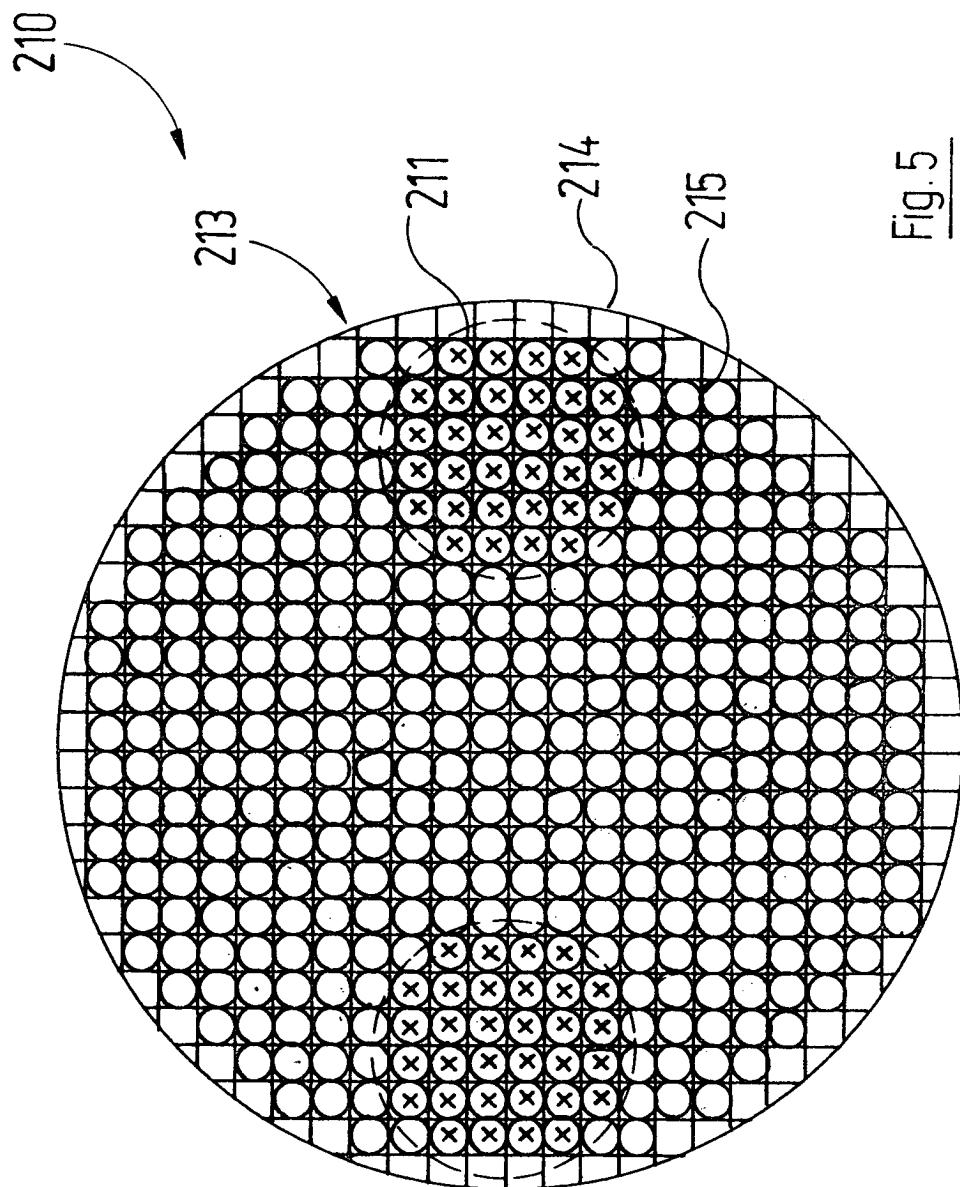


Fig. 5

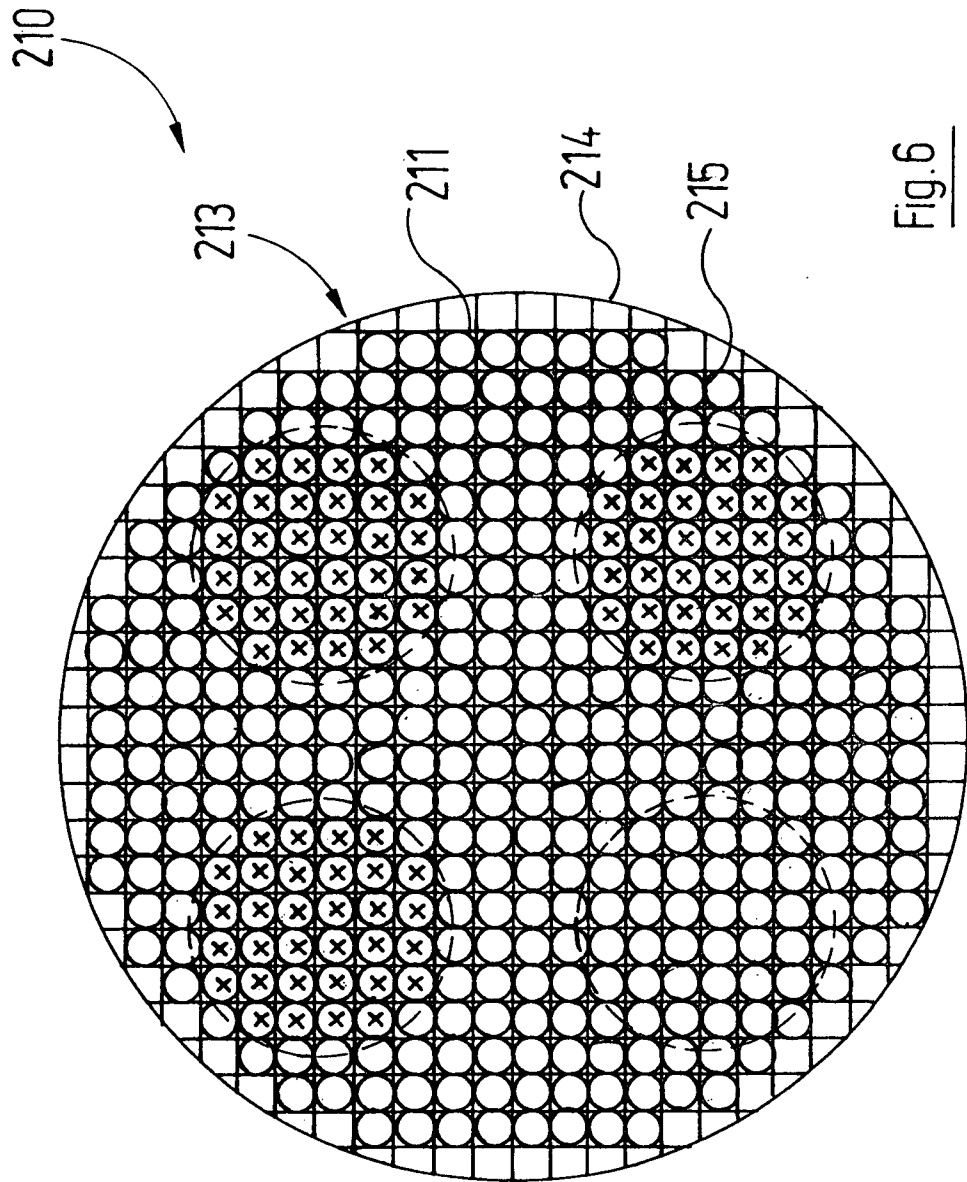
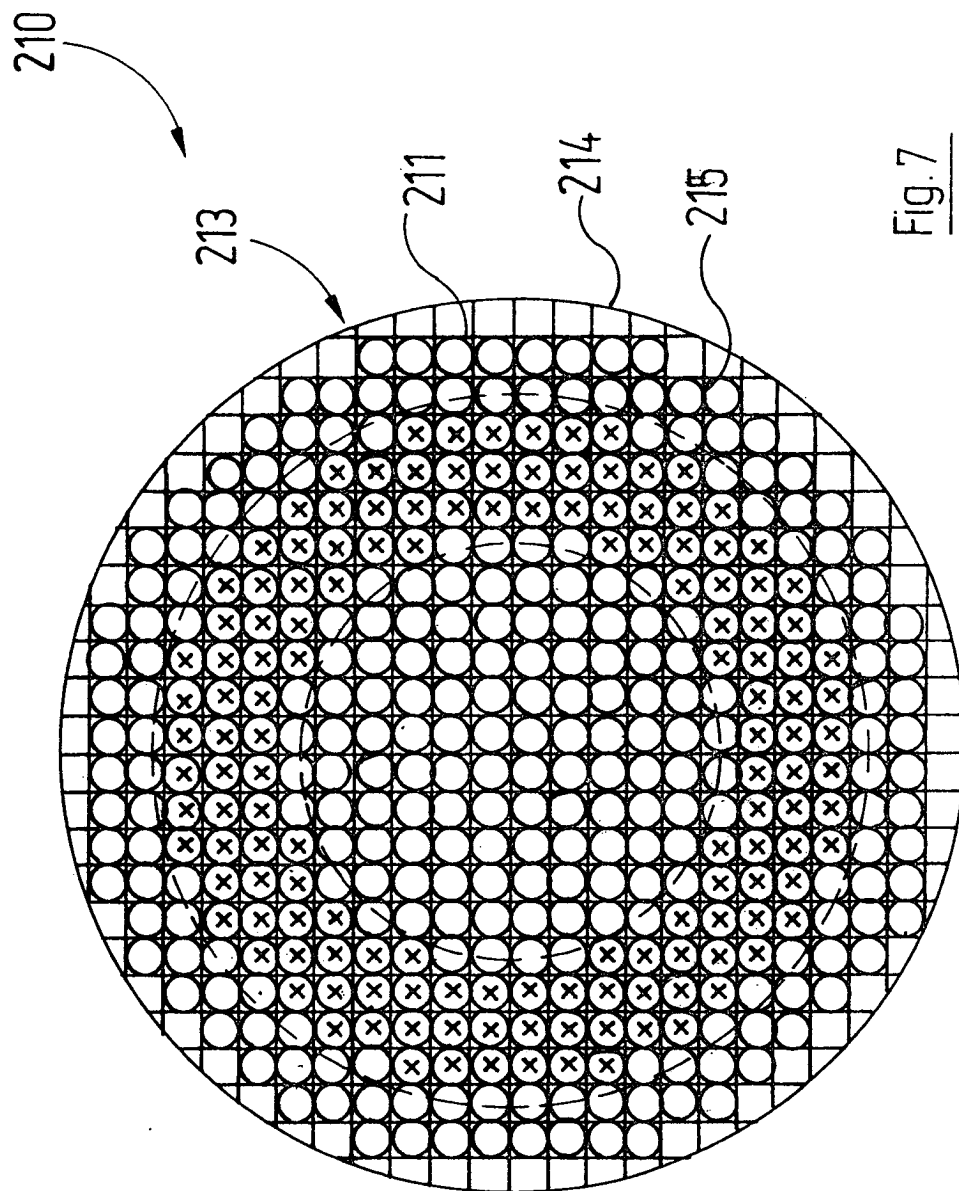
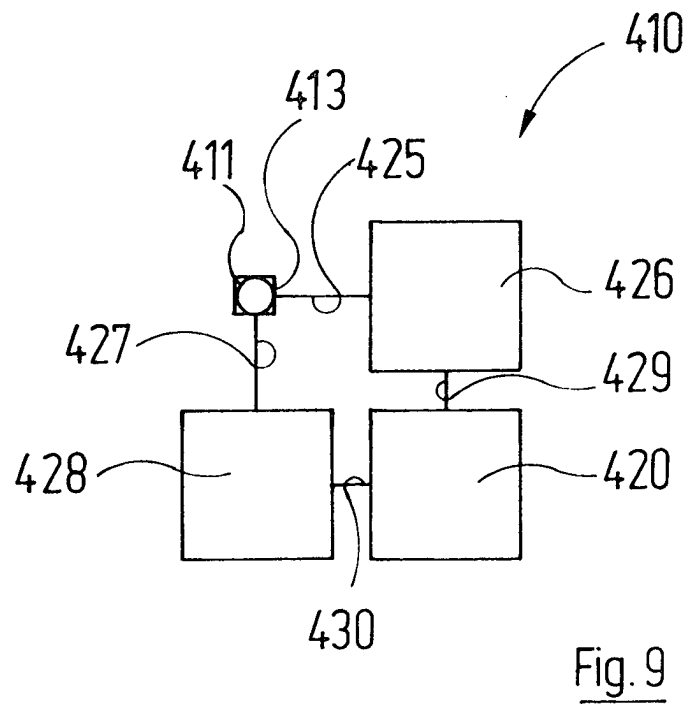
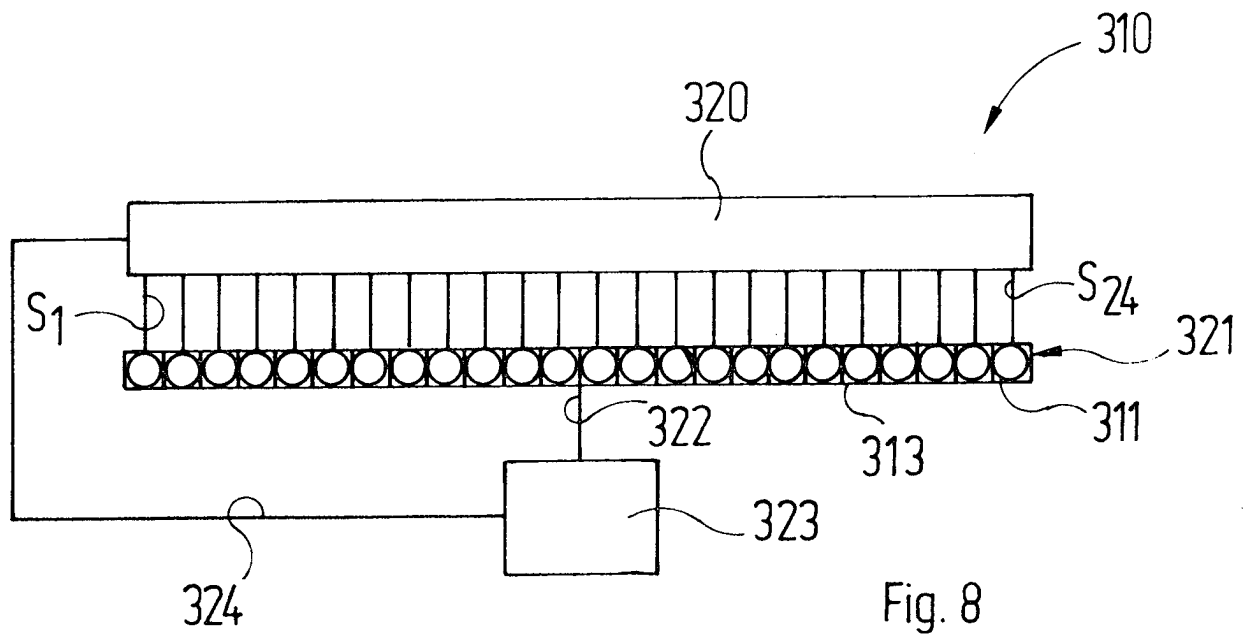


Fig. 6





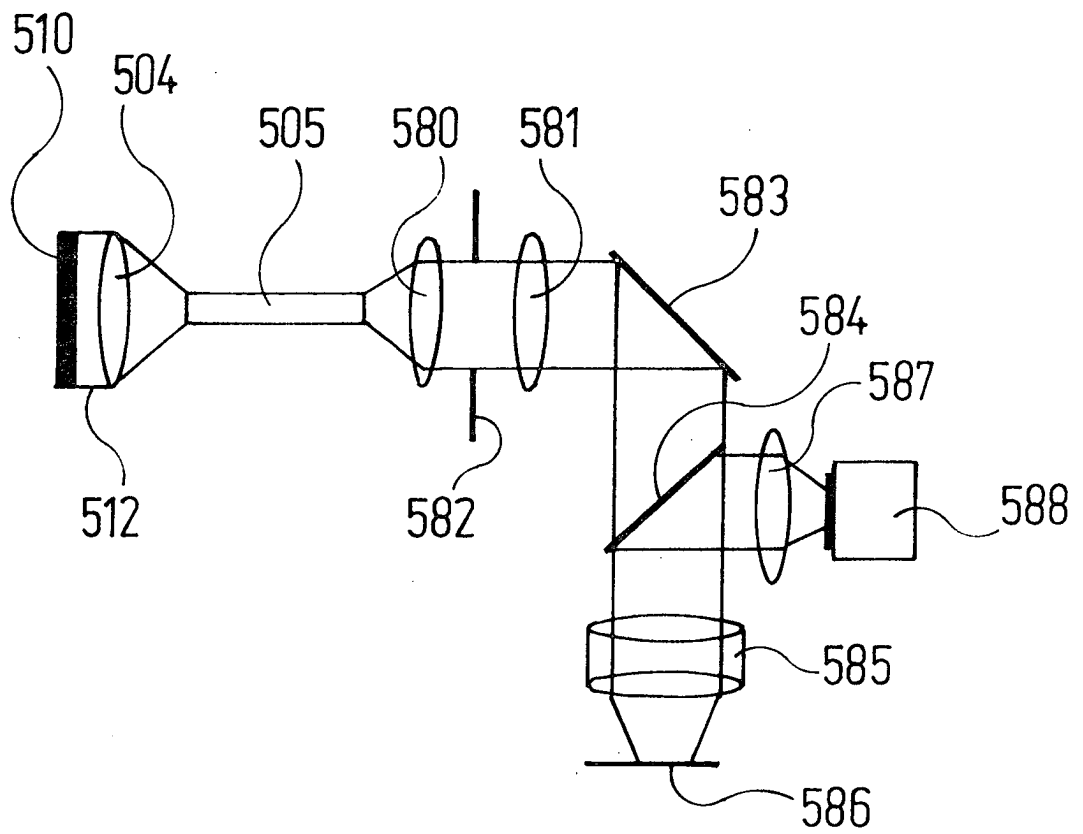


Fig. 10