

19



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

11 1021785

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraag om octrooi: 1021785

51 Int.Cl.⁷
H01L21/00, G03F7/20

22 Ingediend: 30.10.2002

30 Voorrang:
05.11.2001 KR 2001-68657

41 Ingeschreven:
07.05.2003 I.E. 2003/07

47 Dagtekening:
27.10.2004

45 Uitgegeven:
03.01.2005 I.E. 2005/01

73 Octrooihouder(s):
Samsung Electronics Co., Ltd. te Suwon,
Republiek van Korea (KR).

72 Uitvinder(s):
Jin-Jun Park te Seoul (KR)
Doo-Hoon Goo te Busan (KR)

74 Gemachtigde:
Drs. F. Barendregt c.s. te 2280 GE Rijswijk.

54 Inrichting en werkwijze voor het belichten van een object.

57 Bij een werkwijze en inrichting voor het belichten van een object wordt, nadat licht met een uniforme intensiteitsverdeling is opgewekt, het licht tot meerdere divergerende lichtbundels gebroken. Vervolgens wordt de meerdere divergerende lichtbundels opnieuw tot meerdere parallelle lichtbundels gebroken. Het object wordt belicht met licht uit de meerdere parallelle lichtbundels. Een verschil tussen de lichtflux van het initiële licht en het parallelle licht waarmee het object wordt belicht is derhalve geminimaliseerd, zodat het belichtingsrendement van de inrichting kan worden vergroot.

NL C 1021785

De inhoud van dit octrooi wijkt af van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en). De oorspronkelijk ingediende stukken kunnen bij het Bureau voor de Industriële Eigendom worden ingezien.

Korte aanduiding: Inrichting en werkwijze voor het belichten van een object

ACHTERGROND VAN DE UITVINDING

1. Gebied van de Uitvinding

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en een systeem voor projecteren, en meer in het bijzonder op een werkwijze voor het projecteren en een systeem voor het projecteren welke gebruik maken van een aangepaste verlichting die wordt gebruikt voor een fotolitografieproces voor een halfgeleider-inrichting.

2. Beschrijving van de Stand van de Techniek

Gezien het feit dat een halfgeleiderinrichting in de vorm van een ULSI (Ultra Large-Scaled Integrated Circuit) chip wordt vervaardigd, wordt onderzoek naar het fotolitografieproces dat uiteindelijk een patroonbreedte van elk element van de halfgeleiderinrichting bepaalt, meer en meer geïntensiveerd. Teneinde patronen met zeer kleine breedte te vormen zijn een hoge resolutie en een geschikte brandpuntsdiepte (DOF) vereist wanneer het fotolitografieproces wordt uitgevoerd. Derhalve zijn er, om een hoge graad van resolutie en een geschikte DOF te verzekeren, vele nieuwe werkwijzen ontwikkeld zoals een Excimer Laser werkwijze die een golflengte van een lichtbron verkort, een werkwijze voor het blootstellen die gebruikmaakt van een faseschuivend masker en een aangepaste werkwijze voor het belichten, zoals bijv. een werkwijze voor het onder een hoek belichten.

De werkwijze voor het onder een hoek belichten kan de resolutie en de DOF van de patronen verbeteren die bestaan uit richtingslijnen en tussenruimten die zich herhaaldelijk naast elkaar bevinden, door uitsluitend een aperture te veranderen en aan de achterzijde van de facetlens te verschuiven zonder de lens en het verlichtingssysteem te veranderen. De werkwijze voor het onder een hoek belichten wordt geclassificeerd als een dipool verlichtingswerkwijze, een quadropool verlichtingswerkwijze, een krimpde verlichtingswerkwijze, en een ringvormige verlichtings-werkwijze in overeenstemming met de vorm van de aperture.

Verwijzend naar fig. 1, 2A, 2B en 2C wordt een conventionele werkwijze voor het onder een hoek belichten als volgt beschreven: Fig. 1 illustreert een opbouw van een verlichtingssysteem met een

1021785

conventionele inrichting voor belichting en projectie, en fig. 2A-2C tonen verscheidene vormen van de aperture die is geplaatst in het verlichtingssysteem met de conventionele inrichting voor belichting en projectie.

5 Verwijzend naar fig. 1 omvat het conventionele belichtingssysteem een lichtbron 10, een facetlens 12 omvattende een reeks lenzen, een aperture 14 met een tevoren bepaalde vorm en een condensatorlens 16. De aperture kan als een dipool gevormd zijn, zoals in fig. 2A getoond, als een quadrupool, zoals getoond in fig. 10 2B, of rond, zoals getoond in fig. 2C. Het licht dat in de lichtbron 10 is gegenereerd wordt met de facetlens 12 in parallel licht geconverteerd en de aperture 14 zendt een deel van het licht uit. Dat wil zeggen dat de aperture 14 er voor zorgt dat verticale componenten van het licht worden afgesneden en dat alleen componenten van het 15 licht met een schuine richting erdoor heen gaan en derhalve dat alleen een deel van het licht, d.w.z. een component van het licht met een schuine richting, een reticule 18 bereikt. Daaropvolgend wordt het licht door het reticule 18 afgebogen en passeert het een projectielens 20. Tenslotte wordt het afgebogen licht op een wafer 20 geprojecteerd waarbij een oppervlak van de wafer gedeeltelijk wordt belicht, hetgeen de werkwijze voor het projecteren en belichten completeert.

De werkwijze met belichting onder een hoek, een van de aangepaste belichtingswerkwijzen, wordt onderstaand in meer detail 25 onder verwijzing naar fig. 3 en 4 beschreven.

Fig. 3 toont een schema dat een conventionele werkwijze voor belichten en projecteren toont die gebruik maakt van een conventionele belichtingswerkwijze, en fig. 4 toont een schema dat een werkwijze voor belichten en projecteren toont die gebruik maakt 30 van de bovengenoemde werkwijze met belichting onder een hoek.

Volgens de conventionele werkwijze voor belichten en projecteren zoals in fig. 3 is getoond, wordt het licht via de condensatorlens 16 op het masker 18 gestraald zodat het oppervlak waarop het licht valt overeenkomt met een Fourier getransformeerd 35 vlak van het masker 18. Het licht dat op het Fourier getransformeerd vlak is gesteld wordt binnen een cirkelvormig gebied verdeeld en afgebogen. Het nulde orde gebroken licht dat een verticale component van het invallende licht is, gaat langs een optische as, en het afgebogen licht van de orde +1 en -1 dat een component met een 40 schuine richting van het invallende licht is, loopt langs de

richtingen met brekingshoek θ . De lichtstralen van de nulde orde en van de orde +1 en -1 lopen door de projectielens 20 en interfereren met elkaar op de wafer om uiteindelijk een beeld te vormen.

Hoe fijner het patroon van het masker is, des te groter is
5 gewoonlijk de diffractiehoek θ , en derhalve des te groter is de $\sin\theta$. Wanneer de $\sin\theta$ groter is dan de numerieke aperture (NA) van de projectielens 20, kunnen de afgebogen lichtstralen van de orde +1 en -1 niet door de projectielens 20 lopen en loopt er uitsluitend nulde
10 orde afgebogen licht door de projectielens 20 om een oppervlak van de wafer te bereiken, hetgeen dan resulteert in de afwezigheid van interferentie. Op dat moment wordt de minimale resolutie R gedefinieerd als:

$$R = \frac{\lambda}{2NA}$$

15 Volgens een projectie en belichtingswerkwijze die gebruik maakt van de werkwijze met belichting onder een hoek zoals in fig. 4 getoond, wordt het licht dat door de aperture 14 gaat onder een bepaalde schuine invalshoek α op het masker 18 gestraald. De schuine
20 invalshoek α wordt bepaald door een afstand x tussen de optische as en een transparant gedeelte van de aperture 14, en de brandpuntsafstand f van de condensatorlens 16, middels de volgende vergelijking:

$$f \sin\alpha = x$$

Het licht dat op het masker 18 is gestraald wordt via patronen
25 die op het masker 18 zijn gevormd afgebogen. Op dat moment wordt de lichtstraal van de nulde orde ten opzichte van de optische as met een diffractiehoek θ afgebogen, en worden de lichtstralen van de orde +1 en -1 ten opzichte van de optische as onder een hoek van resp. θ_1 en θ_2 afgebogen. De hoeken θ_1 en θ_2 zijn als volgt bepaald:

30
$$\sin\theta_1 + \sin\alpha = \frac{\lambda}{Pr}$$

$$\sin\theta_2 - \sin\alpha = \frac{\lambda}{Pr}$$

35 waarbij Pr een steek is van een richtingslijn of een steek van een tussenruimte van het masker 18, d.w.z. een steek van een patroon van het masker 18.

Afgebogen lichtbundels van een hogere orde lopen langs andere paden. De afgebogen lichtbundel met de orde -1 of hoger kan de projectielens 20 niet ingaan aangezien de steek van het patroon van het masker 18 fijn is en de NA van de projectielens 20 groter is dan $\sin\theta_2$. Derhalve worden alleen afgebogen lichtstralen van de nulde orde en van de orde +1 door diffractie op een pupilvlak gescheiden en lopen deze door de projectielens 20 om op het waferoppervlak met elkaar te interfereren, zodat een beeld wordt gevormd. De resolutiegrens is 1,5 maal hoger dan die van de conventionele werkwijze voor belichting en projectie.

De bovenbeschreven werkwijze voor belichting onder een hoek toont echter verscheidene problemen.

Ten eerste is een gebied waar het licht doorgaat veel kleiner dan een gebied waar het licht wordt tegengehouden. In het geval bijv. van een ringvormige aperture zoals in fig. 2C getoond, wordt een verhouding van het doorlaten van licht middels de volgende vergelijking berekend:

$$\frac{\sigma_0 - \sigma_i^2}{\sigma_0^2}$$

Aangezien de betrekking $\sigma_i = \frac{2}{3}\sigma_0$, als de meest voordelige

bekend is is de meest voordelige doorlaatverhouding $\frac{5}{9}$, hetgeen

de belichtingstijd met een factor 2 vergroot.

In het geval van een viervoudige aperture zoals getoond in fig. 2B wordt een verhouding voor het doorlaten van licht middels de volgende vergelijking berekend:

$$\frac{4\sigma_i^2}{\sigma_0^2}$$

Wanneer $\sigma_i = \frac{1}{4}\sigma_0$, dan is de doorlaatverhouding $\frac{1}{4}$, en neemt

de belichtingstijd met een factor 4 toe hetgeen het rendement van het projectiesysteem aanzienlijk reduceert. Ook wordt, wanneer gebruik wordt gemaakt van de dipool aperture zoals in fig. 2A is getoond, een verhouding van het doorlaten van licht middels de volgende vergelijking berekend:

$$\frac{2\sigma_1^2}{\sigma_0^2}$$

Wanneer $\sigma_i = \frac{1}{4}\sigma_0$, dan is de doorlaatverhouding $\frac{1}{8}$, en neemt

de belichtingstijd met een factor 8 toe hetgeen het rendement van het projectiesysteem zeer sterk reduceert.

5 Een belichtingsinrichting voor het vergroten van de hoeveelheid licht voor de belichting gebruik makend van de ringvormige aperture is beschreven in U.S. octrooi 5 757 470 ten name van Dewa et al., waarbij een paar lenzen omvattende een concave en een convexe conische lens ervoor zorgt dat licht op het centrale gedeelte van de
10 ringvormige aperture divergeert, en dat het gedivergeerde licht convergeert, zodat het licht dat door het lichtbron is uitgestraald ringvormig kan worden uitgestraald.

Volgens de belichtingsinrichting uit het genoemde U.S. octrooi ten name van Dewa et al., valt het licht dat door de lichtbron is
15 uitgestraald via de facetlens op de concave conische lens. Dan wordt het invallende licht onder een tevoren bepaalde hoek naar een perifeergedeelte van de aperture gebroken, en het gebroken licht valt daaropvolgend op de convexe conische lens voor het convergeren daarvan en bereikt de condensatorlens.

20 Aangezien het licht uit het centrale gedeelte van de optische as volledig kan worden benut kan het optische rendement worden vergroot. Aangezien echter het licht bij een perifeer gedeelte van de optische as ook wordt afgebogen en ten gevolge daarvan niet al het licht naar de ringvormige aperture kan convergeren wordt het optische
25 rendement niet in een zodanige mate vergroot als benodigd is. Bovendien wordt, wanneer een grootte van de aperture waardoor het licht straalt, wordt vergroot, eveneens een gebied van een gedeelte dat licht tegenhoudt vergroot, en derhalve kunnen zowel de grootte van de aperture als het gebied met het gedeelte waarin licht wordt
30 tegengehouden moeilijk worden bestuurd.

Voorts vereist de productie van de halfgeleiderinrichting dat het belichtingsproces vele malen wordt herhaald. Telkens wanneer het belichtingsproces wordt uitgevoerd moet een respectieve aperture passen bij elk specifiek belichtingsproces dat vereist is, en
35 derhalve dient een persoon die de belichtingsinrichting bediend de aperture te verwisselen. Er is een verbeterd belichtingsapparaat geïntroduceerd dat een aperture met een revolver omvat, echter ontstaat daar een probleem dat de verbeterde belichtingsinrichting te volumineus is en dat de vorm van de aperture beperkt wordt door de
40 revolver.

1021785■

SAMENVATTING VAN DE UITVINDING

De onderhavige uitvinding dient om de bovenstaande problemen op te lossen en een eerste doelstelling van de onderhavige uitvinding is dan ook om een werkwijze te verschaffen voor het belichten van een
5 object waarbij het belichtingsrendement is vergroot.

Een tweede doel van de onderhavige uitvinding is om een inrichting voor het belichten van een object te verschaffen waarbij het belichtingsrendement is vergroot.

Teneinde de eerste doelstelling van de onderhavige uitvinding
10 te bereiken wordt een werkwijze verschaft voor het belichten van een object, omvattende de stappen van: het opwekken van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling, het breken van de lichtbundels tot meerdere divergerende lichtbundels; het breken van de meerdere divergerende lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels en het
15 belichten van het object met licht uit de meerdere parallelle lichtbundels.

In de bovenstaande werkwijze hebben de meerdere divergerende lichtbundels een samengestelde intensiteit die ongeveer gelijk is aan de intensiteit van de lichtbundel voor breking, en derhalve is een
20 intensiteit van de meerdere parallelle lichtbundels dat het object belicht bijna gelijk aan de intensiteit van niet-divergerend licht voor de breking, hetgeen resulteert in een maximaliseren van het belichtingsrendement bij het belichten van een object.

Voor het bereiken van de tweede doelstelling van de onderhavige
25 uitvinding wordt een inrichting voor het belichten van een object verschaft, omvattende: een middel voor het opwekken van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling; een eerste brekingsmiddel voor het breken van de lichtbundels tot meerdere divergerende lichtbundels; een tweede brekingsmiddel voor het breken van de
30 meerdere divergerende lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels; en een middel voor het belichten van het object met licht uit de meerdere parallelle lichtbundels.

In de bovenbeschreven inrichting kan het eerste brekingsmiddel de lichtbundels breken tot twee divergerende lichtbundels die
35 symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van een eerste richtingslijn die loodrecht staat op een richting waarlangs de lichtbundels lopen.

Het eerste brekingsmiddel kan de lichtbundels ook breken in vier divergerende lichtbundels die symmetrisch ten opzichte van
40 elkaar zijn ten opzichte van een eerste richtingslijn en een tweede

richtingslijn, waarbij beide richtingslijnen loodrecht staan op de richting waarlangs de lichtbundels lopen.

De bovenbeschreven inrichting kan voorts een besturingsmiddel omvatten voor het besturen van een relatieve verplaatsing tussen het
5 eerste brekingsmiddel en het tweede brekingsmiddel, waarbij in het geval dat het besturingsmiddel het eerste brekingsmiddel van het tweede brekingsmiddel scheidt, het licht tot de meerdere divergerende lichtbundels wordt gebroken en de meerdere divergerende lichtbundels wordt gebroken tot de meerdere parallelle lichtbundels, en in het
10 geval dat het besturingsmiddel het mogelijk maakt dat het eerste brekingsmiddel nauw contact maakt met het tweede brekingsmiddel, dat het licht als een geheel en zonder breking door het eerste brekingsmiddel en door het tweede brekingsmiddel loopt.

De bovenbeschreven inrichting omvat verder een derde
15 brekingsmiddel voor het breken van de lichtbundels tot ringvormige divergerende lichtbundels die divergeren rondom een middelpunt van de lichtbundels; en een vierde brekingsmiddel voor het converteren van de ringvormige divergerende lichtbundels tot ringvormige, parallelle lichtbundels.

20 Om de tweede doelstelling van de onderhavige uitvinding te bereiken wordt een inrichting verschaft voor het belichten van een object, waarbij de inrichting omvat: een middel voor het opwekken van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling; een eerste lensstelsel voor het breken of het doorlaten van eerste lichtbundels
25 die daarop vallen, waarbij de eerste lichtbundels tot meerdere divergerende lichtbundels worden gebroken en de meerdere divergerende lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels wordt gebroken, of waarbij het eerste lensstelsel de eerste lichtbundels toestaat om zonder breking daardoor heen te lopen, een tweede lensstelsel voor
30 het breken of doorlaten van tweede lichtbundels die daarop vallen, waarbij de tweede lichtbundels tot een ringvormige divergerende lichtbundel worden gebroken, en de ringvormige divergerende lichtbundel wordt gebroken tot een ringvormige parallelle lichtbundel, of de tweede lens staat toe dat de tweede lichtbundels
35 zonder breking daardoor lopen, en een middel voor het belichten van het object met licht uit de meerdere parallelle lichtbundels of uit de ringvormige parallelle lichtbundels.

In de inrichting die hierboven beschreven is is een samengestelde intensiteit van de meerdere divergerende lichtbundels
40 ongeveer gelijk aan een intensiteit van niet-divergerende

lichtbundels voor breking, en derhalve wordt het belichtingsrendement gemaximaliseerd bij het belichten van het object. Voorts kan het object op verschillende wijzen worden belicht gebruikmakend van dezelfde inrichting.

5 KORTE BESCHRIJVING VAN DE TEKENINGEN

De bovenstaande en andere doelen en voordelen van de onderhavige uitvinding zullen direct duidelijk worden onder verwijzing naar de volgende gedetailleerde beschrijving wanneer deze in samenhang met de bijgevoegde tekening wordt beschouwd, waarin:

10 Fig. 1 een overzicht van de opbouw van een belichtingssysteem met een conventionele inrichting voor het projecteren en belichten, toont;

Fig. 2A-2C dwarsdoorsneden tonen die verscheidene vormen van de aperture tonen die in het belichtingssysteem met de conventionele
15 inrichting voor projecteren en belichten is geïnstalleerd;

Fig. 3 een schema toont dat een conventionele werkwijze voor het projecteren en belichten gebruik makend van een conventionele belichtingswerkwijze, toont;

20 Fig. 4 een schema toont dat een projectie en belichtingswerkwijze toont gebruikmakend van de belichtingswerkwijze voor belichting onder een hoek;

Fig. 5 een dwarsdoorsnede toont die een belichtingsinrichting volgens een eerste uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding toelicht;

25 Fig. 6 een perspectivisch aanzicht toont dat eerste en tweede doorlaatelementen zoals getoond in fig. 5 toont;

Fig. 7 een aanzicht toont dat een brekingsfenomeen toelicht dat optreedt wanneer een lichtbundel door media loopt waarvan de waarden van de brekingsindex verschillend van elkaar zijn;

30 Fig. 8 een aanzicht toont dat de relatie toelicht tussen de afstand van de opening tussen de eerste en tweede doorlaatelementen zoals in fig. 5 getoond en de afstand tussen de parallelle lichtbundels;

35 Fig. 9 een dwarsdoorsnede toont die een belichtingsinrichting toelichting volgens een tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding;

Fig. 10 een perspectivisch aanzicht toont dat eerste tot vierde doorlaatelementen toont zoals in fig. 9 getoond;

40 Fig. 11A een aanzicht toont dat licht toont dat door elk van de doorlaatelementen zoals getoond in fig. 9 loopt;

Fig. 11B een aanzicht van een vlak is dat licht toont dat door het vierde doorlaatelement zoals getoond in fig. 9 loopt;

Fig. 12 een dwarsdoorsnede toont die een belichtingsinrichting volgens een derde uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding
5 toelichting;

Fig. 13 een perspectivisch aanzicht dat eerste tot derde doorlaatelementen toont zoals getoond in fig. 9;

Fig. 14 een aanzicht in dwarsdoorsnede toont dat een belichtingsinrichting volgens een vierde uitvoeringsvorm volgens de
10 onderhavige uitvinding toelicht;

Fig. 15A-15C aanzichten tonen die de verscheidene vormen van de lichtbundels toelichten die worden verschaft in het belichtingsgedeelte volgens het eerste en het tweede lensstelsel;

Fig. 16 een stroomdiagram toont voor het toelichten van een
15 eerste werkwijze voor het belichten van een object met lichtbundels;
en

Fig. 17 een stroomdiagram toont voor het toelichten van een tweede werkwijze voor het belichten van een object met lichtbundels.

GEDETAILLEERDE BESCHRIJVING VAN DE VOORKEURSUITVOERINGSVORM

20 In het navolgende zullen uitvoeringsvormen van de onderhavige uitvinding in detail worden beschreven onder verwijzing naar de bijgevoegde tekening.

Een inrichting voor het belichten van een object

Uitvoeringsvorm 1

25 Fig. 5 toont een aanzicht in dwarsdoorsnede dat een belichtingsinrichting volgens een eerste uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, toelicht. De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm breekt inkomende lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die symmetrisch ten opzichte van elkaar
30 zijn met betrekking tot een eerste richtingslijn die loodrecht staat op een looprichting van de inkomende bundels, en breekt de twee inkomende lichtbundels wederom tot parallelle lichtbundels. De belichtingsinrichting belicht een object met licht uit de parallelle lichtbundels.

35 Onder verwijzing naar fig. 5, omvat de belichtingsinrichting een gedeelte 100 voor het opwekken van een lichtbundel voor het genereren van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling. Het gedeelte 100 voor het opwekken van een lichtbundel heeft een lichtbron 101 voor het opwekken van licht en een facetlens 102 die
40 microlenzen 102 omvat voor het omzetten van het licht dat door de

lichtbron 101 is geleverd in een parallelle lichtbundel. De lichtbundel die door de facetlens 102 loopt, loopt als parallelle lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling.

De belichtingsinrichting omvat ook een eerste doorlaatelement 5 104 voor het breken van de lichtbundels die verschaft zijn door het lichtbundel genererende gedeelte 100 (hierna aangeduid als de aanvankelijke lichtbundels) tot twee divergerende lichtbundels, en een tweede doorlaatelement 106 voor het breken van de tweede divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels.

10 Fig. 6 toont een perspectivisch aanzicht dat eerste en tweede doorlaatelementen zoals getoond in fig. 5 toont.

Het eerste doorlaatelement 104 breekt de initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die langs een eerste pad resp. een tweede pad lopen, welke symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met 15 betrekking tot een eerste richtingslijn die loodrecht staat op een looprichting van de initiële lichtbundels.

Meer in het bijzonder omvat het eerste doorlaatelement 104 een intreedvlak 104a dat loodrecht staat op een looprichting van de initiële lichtbundels, vier zijvlakken 104b die loodrecht staan op 20 het intreedvlak 104a en die parallel zijn aan de looprichting van de initiële lichtbundels, en eerste en tweede uittreevlakken 104c en 104d, die symmetrisch zijn ten opzichte van elkaar met betrekking tot de eerste richtingslijn 114 en die tegenover het intreedvlak 104a liggen, waarbij de eerste en tweede uittreevlakken 104c en 104d 25 tezamen een V-vormige groef vormen.

De aanvankelijke lichtbundels treden het eerste doorlaatelement 104 zonder breking binnen en lopen langs de aanvankelijke richting binnen het eerste doorlaatelement 104, aangezien de initiële lichtbundels met een loodrechte hoek van 90° invallen op het 30 intreedvlak 104a. Dan bereiken meerdere van de initiële lichtbundels het eerste uittreevlak 104c en het resterende deel van de initiële lichtbundels bereikt het tweede uittreevlak 104d. Dientengevolge worden meerdere van de initiële lichtbundels op het eerste uittreevlak 104c gebroken en verlaten het eerste doorlaatelement 104 35 langs een eerste pad, en anderzijds wordt de rest van de initiële lichtbundels op het tweede uittreevlak 104d gebroken en verlaten het eerste doorlaatelement 104 langs een tweede pad dat symmetrisch is ten opzichte van het eerste pad met betrekking tot de eerste richtingslijn 114. Dientengevolge worden de initiële lichtbundels in

twee divergerende lichtbundels verdeeld aangezien de eerste en tweede uittreevlakken zodanig zijn gevormd dat deze een V-vorm hebben.

Een brekingspad van de lichtbundels overeenkomstig met een vorm van het eerste en het tweede uittreevlak 104c en 104d zal verder
5 worden toegelicht.

Fig. 7 toont een aanzicht voor het toelichten van een brekingsfenomeen dat optreedt wanneer een lichtbundel door media loopt waarvan de waarden van de brekingsindex verschillend van elkaar zijn.

10 In het algemeen wordt een lichtbundel volgens de brekingswet gebroken, die de wet van Snellius wordt genoemd en die wordt uitgedrukt met de volgende vergelijking, op de voorwaarde dat beide media een isotroop materiaal zijn.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

15 waarbij n_1 en n_2 brekingsindices van media zijn, θ_1 een invalshoek is die gevormd is tussen een richting van de invallende lichtbundel en een normale op een grensvlak, en θ_2 een brekingshoek is die gevormd is tussen een richting van de gebroken lichtbundel en een normale op het grensvlak.

20 Volgens de brekingswet treedt een lichtbundel een isotroop medium binnen langs een vlak en onder een hoek die minder dan 90° is, om te worden gebroken. Dientengevolge, teneinde er voor te zorgen dat de lichtbundel wordt gebroken en vanuit het eerste doorlaatelement 104 door de lucht loopt, bereikt de lichtbundel die in het eerste
25 doorlaatelement 104 loopt de eerste en tweede uittreevlakken 104c en 104d onder een hoek die minder is dan 90° . Om dit te bereiken zijn de eerste en tweede uittreevlakken onder een tevoren bepaalde hellingshoek gevormd.

Aangezien het eerste doorlaatelement 104 dichter is dan lucht
30 is de brekingsindexwaarde van het eerste doorlaatelement 104 groter dan die van de lucht. Dientengevolge is, wanneer een lichtbundel vanuit het eerste doorlaatelement naar lucht gaat, de brekingshoek groter dan de invalshoek.

Dientengevolge leidt een verandering van vorm van de
35 uittreevlakken 104c en 104d tot een verandering van het pad van de gebroken lichtbundel. De uittreevlakken 104c en 104d zijn symmetrisch ten opzichte van elkaar gevormd met betrekking tot een tevoren bepaalde basislijn, zodat een gedeelte van de aanvankelijke lichtbundels vanaf het eerste uittreevlak 104c uittreden en het

resterende gedeelte van de aanvankelijke lichtbundels vanaf het tweede uittreevlak 104d uittreden. Dientengevolge worden de aanvankelijke lichtbundels geconvergeerd of gedivergeerd afhankelijk van de hellingshoek van de uittreevlakken 104c en 104d. Met andere
5 woorden wordt, wanneer de uittreevlakken 104c en 104d in de vorm van een zaagtand zijn gevormd (een uitstekende V-vorm), de initiële lichtbundel door het eerste uittreevlak 104c en het tweede uittreevlak 104d geconvergeerd, en wanneer de uittreevlakken 104c en 104d zijn gevormd als een V-vormige groef, worden de initiële
10 lichtbundels gedivergeerd door het eerste uittreevlak 104c en het tweede uittreevlak 104d. Dienovereenkomstig moeten, om ervoor te zorgen dat de aanvankelijke lichtbundels die parallel lopen tot twee divergerende lichtbundels worden gebroken, het eerste uittreevlak 104c en het tweede uittreevlak 104d de vorm hebben van een V-vormige
15 groef.

Wanneer een eerste invalshoek die gevormd is tussen een normale die loodrecht staat op het eerste uittreevlak 104c en een richting van de initiële lichtbundels gelijk is aan een tweede invalshoek die gevormd is tussen een normale die loodrecht staat op het tweede
20 uittreevlak 104c en een richting van de invallende lichtbundels, worden de twee divergerende lichtbundels op de eerste en de tweede uittreevlakken 104c en 104d onder dezelfde brekingshoek gebroken. Anderzijds echter, wanneer de eerste invalshoek verschillend is van de tweede invalshoek worden de twee divergerende lichtbundels op de
25 eerste en tweede uittreevlakken 104c en 104d onder verschillende brekingshoeken gebroken.

Het intreevlak 104a is zodanig gevormd dat dit zo groot is dat al de aanvankelijke lichtbundels op het intreevlak 104a kunnen vallen.

30 Het tweede doorlaatelement 106 breekt de twee divergerende lichtbundels opnieuw tot twee parallelle lichtbundels, en derhalve zijn de twee parallelle lichtbundels symmetrisch ten opzichte van elkaar met betrekking tot de tweede richtingslijn 114 en lopen deze parallel ten opzichte van elkaar in dezelfde richting als de
35 aanvankelijke lichtbundels.

Meer in het bijzonder omvat het tweede doorlaatelement 106 een eerste en een tweede doorlaatvlak 106a en 106b die tezamen in dwarsdoorsnede een driehoekvorm hebben tegen de looprichting van de aanvankelijke lichtbundels in, met een hoeklijn waar de twee
40 invalsvlakken contact met elkaar maken, parallel aan de eerste

richtingslijn en uitstekend in de richting van het eerste doorlaatelement 104, vier zijvlakken 106c die parallel lopen aan de looprichting van de initiële lichtbundels en een uittreevlak 106d dat ligt tegenover het eerste en het tweede intreedvlak 106a en 106b en
5 dat loodrecht staat op de looprichting van de initiële lichtbundels.

De twee divergerende lichtbundels lopen van het eerste doorlaatelement 104 door de lucht en treden het tweede doorlaatelement 106 binnen. Aangezien het tweede doorlaatelement 106 dichter is dan de lucht is de invalshoek volgens de brekingswet
10 groter dan de brekingshoek. Dientengevolge worden, wanneer de twee divergerende lichtbundels op het eerste en het tweede intreedvlak 106a en 106b van het tweede doorlaatelement 106 vallen, de twee divergerende lichtbundels elk gebroken in de richting van de hoeklijn waar het eerste intreedvlak 106a en het tweede intreedvlak 106b tegen
15 elkaar aanliggen waarbij deze in de richting van het eerste doorlaatelement 104 uitsteken.

Het eerste en het tweede intreedvlak 106a en 106b hebben een zodanige vorm dat de twee divergerende lichtbundels tot parallelle lichtbundels worden gebroken. Meer in het bijzonder zijn het eerste
20 en het tweede intreedvlak 106a en 106b van het tweede doorlaatelement 106 elk gevormd om onder een hellingshoek te staan ten opzichte van de richting van de divergerende lichtbundels, waarbij de invalshoek van de divergerende lichtbundels en de waarde van de brekingsindex van het tweede doorlaatelement 106 in overweging worden genomen,
25 zodanig dat de twee divergerende lichtbundels die onder een tevoren bepaalde invalshoek op het tweede doorlaatelement 106 vallen tot twee parallelle lichtbundels kunnen worden gebroken.

Het tweede doorlaatelement 106 heeft een vorm met een zodanige grootte dat de twee divergerende lichtbundels volledig op het eerste
30 en het tweede intreedvlak 106a en 106b kunnen vallen en de invallende lichtbundels volledig door het uittreevlak 106d kunnen uittreden. Derhalve is de intensiteit van de aanvankelijke lichtbundels die worden opgewekt in het gedeelte 100 voor het opwekken van de lichtbundels ongeveer gelijk aan de samengestelde intensiteit van de
35 parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 106b worden uitgezonden.

De belichtingsinrichting omvat verder een besturingsgedeelte 116 voor het besturen van een relatieve verplaatsing van het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106. Het besturingsgedeelte 116
40 kan een spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 104 en het

tweede doorlaatelement 106 bijstellen en derhalve kan een tussenruimte D tussen de twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 106 worden uitgezonden en die de eerste richtingslijn 114 doorsnijden, worden bestuurd. Meer in het bijzonder
5 wordt, naarmate de spleetafstand groter wordt, een loopafstand van de twee divergerende lichtbundels die vanuit het eerste doorlaatelement 104 naar de lucht toe uittreden, groter. Tengevolge daarvan neemt de tussenruimte D toe naarmate de loopafstand toeneemt.

Het besturingsgedeelte 116 bestuurt de tussenruimteafstand
10 tussen de eerste en de tweede doorlaatelementen 104 en 106 die een bepaalde vorm hebben. Wanneer het besturingsgedeelte 116 het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 van elkaar scheidt zodanig dat er een ruimte ontstaat tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106, dan worden de initiële lichtbundels tot
15 twee divergerende lichtbundels gebroken en daaropvolgend worden de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels gebroken. Wanneer het besturingsgedeelte 116 het eerste en tweede doorlaatelement 104 en 106 in contact met elkaar brengt en er geen ruimte tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106
20 wordt gevormd worden de aanvankelijke lichtbundels door het eerste en tweede doorlaatelement 104 en 106 als een geheel en zonder breking doorgelaten.

Bij voorkeur omvatten het eerste en tweede doorlaatelement 104 en 106 een doorzichtig materiaal, zoals een glas, een kwarts, of een
25 transparante kunststof. Het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 kunnen gebruik maken van verschillende materialen of zijn vervaardigd, echter bij voorkeur zijn deze vervaardigd onder gebruikmaking van hetzelfde materiaal zodanig dat de brekingsindices van het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 aan elkaar
30 gelijk zijn. In het hiernavolgende zal de bovengenoemde samenhang in meer detail worden beschreven onder verwijzing naar fig. 8.

Fig. 8 toont een aanzicht dat de samenhang tussen de spleetafstand en de tussenruimte toelicht.

Om lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels te breken moet
35 het eerste uittreevlak 104c en het tweede uittreevlak 104d van het eerste doorlaatelement 104 parallel zijn aan het eerste intreevlak 106a resp. het tweede intreevlak 106b van het tweede doorlaatelement 106.

Wanneer het eerste doorlaatelement 104 en het tweede
40 doorlaatelement 106 in contact met elkaar worden gebracht en er dan

ook geen ruimte tussen het eerste doorlaatelement 104 en het tweede doorlaatelement 106 is gevormd, wordt de tussenruimteafstand tussen het eerste doorlaatelement 104 en het tweede doorlaatelement 106 0 en de aanvankelijke lichtbundels lopen als een geheel en zonder breking
5 door het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106.

Wanneer het eerste doorlaatelement 104 en het tweede doorlaatelement 106 van elkaar gescheiden zijn en er een ruimte tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 is gevormd, dan dient de waarde van de brekingsindex van het eerste
10 doorlaatelement 104 in hoofdzaak gelijk te zijn aan die van het tweede doorlaatelement 106 zodanig dat de twee divergerende lichtbundels die op het tweede doorlaatelement 106 vallen tot twee parallelle lichtbundels kunnen worden gebroken.

De lichtbundel loopt vanuit het eerste doorlaatelement 104
15 onder een invalshoek θ_1 en een brekingshoek θ_2 naar de lucht. De gebroken lichtbundels lopen van de lucht naar het tweede doorlaatelement 106 onder een invalshoek θ_2 aangezien het eerste en het tweede uittreevlak 104c en 104d parallel staan aan het eerste en het tweede intreevlak 106a en 106b. Wanneer de invalshoek van de
20 gebroken lichtbundel θ_2 is dan moet de brekingshoek van de gebroken lichtbundel θ_1 zijn om ervoor te zorgen dat de gebroken lichtbundel door het tweede doorlaatelement 106 opnieuw wordt gebroken tot parallelle lichtbundels. Derhalve is de brekingsindex van het eerste doorlaatelement 104 in hoofdzaak gelijk aan de brekingsindex van het
25 tweede doorlaatelement 106. Met andere woorden omvatten het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 bij voorkeur hetzelfde materiaal.

Wanneer het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 een uitvoeringsvorm met een bepaalde vorm hebben dan kan het
30 besturingsgedeelte 116, dat ten minste één positie van het eerste en/of tweede doorlaatelement 104 en 106 kan besturen, de tussenruimteafstand D tussen de parallelle lichtbundels veranderen.

Het besturingsgedeelte 116 omvat bijvoorbeeld een tand en een heugel die ten minste met één uit het eerste en tweede
35 doorlaatelement 104 en 106 zijn verbonden, en een elektrische vermogensbron voor het aansturen van de tand en de heugel.

Wanneer het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 in een uitvoeringsvorm een bepaalde vorm hebben en het besturingsgedeelte 116 is geïnstalleerd, dan wordt een

1021785

tussenruimteafstand D tussen de twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 106 worden uitgezonden met de volgende vergelijking (1) beschreven.

$$D = \frac{2d \tan \delta \tan \theta}{\tan \theta - \tan \delta} \quad (1)$$

5
 10
 15
 20

waarbij θ een scherpe hoek die gevormd is tussen het eerste uittreevlak of het tweede uittreevlak en een loopprichting van de initiële lichtbundel, δ een scherpe hoek die gevormd is tussen een loopprichting van de divergerende lichtbundels die vanuit het eerste doorlaatelement uittreden en een loopprichting van de initiële lichtbundel, en d een spleetafstand is tussen het eerste doorlaatelement en het tweede doorlaatelement.

De vergelijking (1) is geldig onder de conditie dat een hoek die gevormd is tussen de loopprichting van de initiële lichtbundel en het eerste uittreevlak 104c gelijk is aan een hoek die gevormd is tussen de loopprichting van de initiële lichtbundel en het tweede uittreevlak 104d.

De parameter θ en δ hangen met elkaar samen op een wijze die uit te drukken is met de navolgende vergelijking (2) die is gebaseerd op een brekingsindexvergelijking.

$$n_1 \cos \theta = \cos(\theta - \delta) \quad (2)$$

25
 30

waarbij n_1 een waarde van een brekingsindex is van het eerste doorlaatelement 104. Wanneer de lichtbundel van het eerste doorlaatelement 104 naar de lucht loopt wordt de brekingsindexvergelijking in het bijzonder in de vorm van de volgende vergelijking (3) uitgedrukt:

$$n_1 \sin \theta_1 = \sin \theta_2 \quad (3)$$

30
 35

waarbij θ_1 de invalshoek is van het eerste doorlaatelement 104, θ_2 de brekingshoek is van het eerste doorlaatelement 104, en aangenomen is dat de waarde van de brekingsindex van lucht gelijk is aan 1.

Wanneer een geometrische relatie tussen θ_1 , θ_2 , θ en δ in overweging wordt genomen en verwijzend naar fig. 8, is de invalshoek θ_1 gelijk aan $90 - \theta$, en is de brekingshoek θ_2 gelijk aan $\theta_1 + \delta$. Dientengevolge kan de vergelijking (3) opnieuw worden uitgedrukt als een functie van δ en θ en resulteert daarmee in vergelijking (2).

Wanneer het eerste en het tweede doorlaatelement 104 en 106 een vorm hebben zoals bovenstaand beschreven is, is een afstand tussen

twee zijvlakken (x) van het tweede doorlaatelement 106 waarnaar toe de twee divergerende lichtbundels lopen en die naar elkaar toegekeerd zijn, groter dan de totale afstand (x') bestaande uit de tussenruimteafstand (D) tussen de parallelle lichtbundels en een
5 breedte, die parallel loopt aan de eerste richtingslijn 114, van een vlak in dwarsdoorsnede dat snijdt langs een horizontale richting van de aanvankelijke lichtbundels. Tevens is een afstand tussen de andere twee zijvlakken van het tweede doorlaatelement 106 groter dan een
10 breedte, welke verticaal is ten opzichte van de eerste richtingslijn 114, van een vlak in dwarsdoorsnede dat snijdt langs een horizontale richting van de aanvankelijke lichtbundels. Dientengevolge staat het tweede doorlaatelement 106 toe dat de twee divergerende lichtbundels daarop invallen en breekt dit de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels.

15 De belichtingsinrichting omvat tevens een belichtingsgedeelte 109 voor het belichtingen van een object met licht uit de twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 106 zijn uitgezonden. Het belichtingsgedeelte 109 omvat een condensatorlens 108
20 waardoorheen de parallelle lichtbundels lopen, een reticulepatroon 110 en een projectielens 112 waarop gebroken bundels die door het reticulepatroon zijn gebroken, worden geprojecteerd.

De twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 106 zijn uitgezonden lopen door de condensatorlens 108. Daaropvolgend vallen de parallelle lichtbundels onder een
25 schuine invalshoek op het reticulepatroon 110 en worden deze door het reticulepatroon 110 afgebogen. Dan lopen de afgebogen lichtbundels door de projectielens 112. Van de afgebogen lichtbundels lopen de nulde orde en de eerste orde afgebogen lichtbundels door de projectielens 112, en loopt de afgebogen lichtbundel van de orde -1
30 buiten de projectielens 112. Afgebogen lichtbundels met een hogere orde lopen langs een ander pad.

Nulde orde en eerste orde afgebogen lichtbundels die door de projectielens 112 lopen interfereren op een vlak van het object en belichten het object. In een voorkeursuitvoeringsvorm van de
35 uitvinding kan het object een wafer W zijn, en meer in het bijzonder een wafer met een dunne, fotogevoelige laag die daarop aangebracht is.

De initiële lichtbundels die door het gedeelte 100 voor het opwekken van de lichtbundels is opgewekt worden tot parallelle
40 lichtbundels gebroken en het object wordt met licht belicht uit de

parallele lichtbundels, hetgeen resulteert in een verbetering van het belichtingsrendement en van een productiviteit van de halfgeleiderinrichting.

Uitvoeringsvorm 2

5 Fig. 9 toont een dwarsdoorsnede voor het toelichten van een belichtingsinrichting volgens een tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm maakt het mogelijk dat lichtbundels die door het gedeelte voor het
10 genereren van de lichtbundels zijn opgewekt, tot vier divergerende lichtbundels worden gebroken die divergeren ten opzichte van een eerste richtingslijn en een tweede richtingslijn, waarbij deze beide loodrecht staan op een looprichting van de lichtbundels, en waarbij de vier divergerende lichtbundels tot vier parallele lichtbundels
15 worden gebroken. Een object wordt belicht door gebruik te maken van de vier parallele lichtbundels.

De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm omvat een eerste en een tweede doorlaatelement die gelijk zijn aan het eerste en het tweede doorlaatelement dat in de
20 belichtingsinrichting volgens de eerste uitvoeringsvorm is geïnstalleerd, en omvat verder een derde en een vierde doorlaatelement.

Verwijzend naar fig. 9 omvat de belichtingsinrichting een gedeelte 200 voor het opwekken van lichtbundels voor het opwekken van
25 lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling. Het gedeelte 200 voor het opwekken van lichtbundels omvat een lichtbron 201 voor het opwekken van licht, een facetlens 202 die opgebouwd is uit meerdere microlenzen voor het omzetten van het licht dat door de lichtbron 201 wordt geleverd tot parallele lichtbundels. Derhalve lopen de
30 lichtbundels die door de facetlens 202 lopen als parallele lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling verder.

De belichtingsinrichting omvat eerste tot vierde doorlaatelementen die ervoor kunnen zorgen dat de lichtbundels die door het gedeelte 200 voor het opwekken van de lichtbundels (hierna
35 aangeduid als initiële lichtbundels) tot vier divergerende lichtbundels worden gebroken en dat de vier divergerende lichtbundels tot vier parallele lichtbundels worden gebroken.

Fig. 10 toont een perspectivisch aanzicht dat eerste tot vierde doorlaatelementen toont zoals in fig. 9 getoond. Fig. 11A is een
40 aanzicht dat licht toont dat door elk van de doorlaatelementen zoals

getoond in fig. 9 loopt. Fig. 11B is een aanzicht in een vlak dat licht toont dat door het vierde doorlaatelement zoals getoond in fig. 9 loopt.

De belichtingsinrichting omvat een eerste doorlaatelement 204
5 voor het breken van de initiële lichtbundels 300 tot twee
divergerende lichtbundels 302. Het eerste doorlaatelement 204 breekt
de initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die lopen
langs resp. een eerste pad en een tweede pad, waarbij deze
symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot een
10 eerste richtingslijn 220 die loodrecht staat op een loopricting van
de initiële lichtbundels 300.

Meer in bijzonder omvat het eerste doorlaatelement 204 een
invalvlak 204a dat loodrecht staat op een loopricting van de
initiële lichtbundels 300, vier zijvlakken 204b die loodrecht staan
15 op het intreedvlak 204a en die parallel staan aan de loopricting van
de initiële lichtbundels 300, en eerste en tweede uittreevlakken 204c
en 204d die symmetrisch zijn ten opzichte van elkaar met betrekking
tot de eerste richtingslijn 220 en die tegenover het intreedvlak 204a
liggen, waarbij deze tezamen een V-vormige groef vormen. Het
20 intreedvlak 204a van het eerste doorlaatelement 204 is zo groot dat
alle initiële lichtbundels op het intreedvlak 204a kunnen vallen.

De belichtingsinrichting omvat verder een tweede
doorlaatelement 206 voor het breken van de twee divergerende
lichtbundels 302 tot twee parallelle lichtbundels 306. Het tweede
25 doorlaatelement 206 breekt de twee divergerende lichtbundels 302 tot
twee parallelle lichtbundels 304 die in dezelfde richting lopen als
de initiële lichtbundels 300.

Verwijzend nu naar fig. 10 omvat het tweede doorlaatelement 206
eerste en tweede intreedvlakken 206a en 206b die tezamen in
30 dwarsdoorsnede een driehoeksvorm hebben tegen de loopricting van de
initiële lichtbundels 300 in, met een hoeklijn waar de twee
intreedvlakken 206a en 206b contact maken met elkaar, parallel aan de
eerste richtingslijn 220 en uitstekend in de richting van het eerste
doorlaatelement 204, vier zijvlakken 206 die parallel staan aan de
35 loopricting van de initiële lichtbundels 300, en een uittreevlak 206
dat ligt tegenover het eerste en het tweede intreevlak 206a en 206b
en dat loodrecht staat op de loopricting van de initiële
lichtbundels.

Het tweede doorlaatelement 206 is zodanig groot gevormd dat al
40 de divergerende lichtbundels 302 alleen vallen op de intreevlakken

206a en 206b, en dat al de intredende lichtbundels alleen door het uittreevlak als parallelle lichtbundels worden uitgezonden.

Aangezien het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 op dezelfde wijze gevormd zijn als beschreven aan de hand van de eerste uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, zal een verdere beschrijving van de eerste en de tweede doorlaatelementen 204 en 206 hier achterwege worden gelaten.

De belichtingsinrichting omvat ook een derde doorlaatelement 208 voor het breken van de twee parallelle lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels. Het derde doorlaatelement 208 breekt de twee parallelle lichtbundels 304 tot vier divergerende lichtbundels 306 die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van een tweede richtingslijn 222 die loodrecht staat op de looprichting van de initiële lichtbundels 300 die door het gedeelte 200 voor het opwekken van de lichtbundels zijn opgewekt.

Verwijzend nu naar fig. 10 omvat het derde doorlaatelement 208 een intreedvlak 208a dat loodrecht staat op een looprichting van de twee parallelle lichtbundels 304 die door het tweede doorlaatelement 206 lopen, vier zijvlakken 208b die loodrecht staan op het intreedvlak 208a en die parallel zijn aan de looprichting van de parallelle lichtbundels 304, en de derde en vierde uittreevlakken 208c en 208d die tezamen een V-vormige groef vormen en die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de tweede richtingslijn 222 en die liggen tegenover het intreedvlak 208a.

De eerste richtingslijn 220 en de tweede richtingslijn 222 maken een hoek γ die in een gebied ligt van ongeveer 45 tot ongeveer 90 graden.

Aangezien de tweede parallelle lichtbundels 204 onder een invalshoek van een 90° invallen op het derde doorlaatelement 208 lopen de twee parallelle lichtbundels 304 in dezelfde looprichting door het derde doorlaatelement 208. Dan worden de twee parallelle lichtbundels 304 op de uittreevlakken 208c en 208d tot vier divergerende lichtbundels gebroken.

De twee parallelle lichtbundels 304 omvatten een eerste parallelle bundel 304a en een tweede parallelle bundel 304b. De eerste parallelle bundel 304a wordt op de derde en vierde vlakken 208c en 208d onder een tevoren bepaalde brekingshoek gebroken tot twee divergerende lichtbundels, en op dezelfde wijze als de eerste parallelle lichtbundel 304a, wordt de tweede parallelle lichtbundel 304b ook op de derde en vierde vlakken 208c en 208d onder een tevoren

bepaalde brekingshoek tot twee divergerende lichtbundels gebroken. Dienovereenkomstig worden de eerste en tweede parallelle lichtbundels 304a en 304b tot vier divergerende lichtbundels 306 gebroken wanneer deze door het derde doorlaatelement 208 lopen. Op dat moment worden
5 de eerste en tweede parallelle lichtbundels 304 die door hetzelfde uittreevlak zijn uitgetreden onder dezelfde brekingshoek gebroken.

De hoek y die gevormd is tussen de eerste richtingslijn 220 en de tweede richtingslijn 222 heeft een relatie met de lichtflux van de vier divergerende lichtbundels. Meer in het bijzonder, wanneer de
10 hoek y gelijk is aan 90 graden, wordt elk van de eerste en tweede lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels gebroken, waarbij elk van de divergerende lichtbundels dezelfde lichtflux heeft. Dientengevolge verdient het dan ook de voorkeur dat de hoek y als een hoek van 90° wordt gevormd.

15 De belichtingsinrichting omvat tevens een vierde doorlaatelement 210 voor het breken van de vier divergerende lichtbundels 306 tot vier parallelle lichtbundels 308. Het vierde doorlaatelement 210 breekt de vier divergerende lichtbundels 306 op symmetrische wijze ten opzichte van de tweede richtingslijn 222 tot
20 vier parallelle lichtbundels 308 die parallel aan elkaar in dezelfde richting lopen als dat de aanvankelijke lichtbundels 300 lopen.

Het vierde doorlaatelement 210 omvat derde en vierde intreedvlakken 210a en 210b die tezamen in dwarsdoorsnede een driehoeksvorm hebben tegen de looprichting van de initiële
25 lichtbundels in, met een hoeklijn waar de twee intreedvlakken 210a en 210b contact met elkaar maken, parallel aan de tweede richtingslijn 222 en uitstekend in de richting van het derde doorlaatelement 208, vier zijvlakken 210c die parallel lopen aan de richting van de initiële lichtbundels, en een uittreevlak 210d dat ligt tegenover de
30 derde en vierde intreedvlakken 210a en 210b en dat loodrecht staat op de richting van de initiële lichtbundels.

De vier divergerende lichtbundels 306 die op het intreedvlak van het derde doorlaatelement 208 zijn gebroken en die door de lucht lopen vallen op het vierde doorlaatelement 210 dat dichter is dan
35 lucht. In overeenstemming met de brekingswet is de invalshoek groter dan de brekingshoek wanneer het licht door het vierde doorlaatelement 210 loopt. Derhalve worden, wanneer de vier divergerende lichtbundels 306 op het vierde doorlaatelement 210 vallen dat zoals bovenbeschreven gevormd is, de vier divergerende lichtbundels 306
40 resp. symmetrisch gebroken ten opzichte van de hoeklijn waar de derde

en vierde intreedvlakken 210a en 210b van het vierde doorlaatelement 210 contact met elkaar maken.

De intreedvlakken 210a en 210b van het vierde doorlaatelement 210 zijn zodanig gevormd dat deze de vier divergerende lichtbundels tot vier respectieve parallelle lichtbundels breken. Meer in het bijzonder steken de derde en vierde intreedvlakken 210a en 210b uit vanuit het vierde doorlaatelement 210 en zijn onder een tevoren bepaalde hoek gevormd ten opzichte van de looprichting van de initiële lichtbundels 300, waarbij de brekingshoek van de divergerende lichtbundels en de brekingsindex van het vierde doorlaatelement 210 in overweging is genomen, zodat de vier divergerende lichtbundels 306 die op de derde en vierde intreedvlakken 210a en 210b vallen tot vier parallelle lichtbundels worden gebroken die parallel aan de initiële lichtbundels 300 lopen. Als resultaat daarvan vallen de vier divergerende lichtbundels 306 op het vierde doorlaatelement 210 en worden daaropvolgend tot vier parallelle lichtbundels 308 gebroken.

Het vierde doorlaatelement 210 is zodanig gevormd dat het een zodanige grootte heeft dat de vier divergerende lichtbundels 306 volledig op de intreedvlakken 210a en 210b vallen en dat de invallende lichtbundels volledig als parallelle lichtbundels worden uitgezonden. Derhalve is de lichtflux van de initiële lichtbundels 300 gelijk aan de som van de lichtfluxen van elk van de parallelle lichtbundels 308 die door het vierde doorlaatelement 210 worden uitgezonden.

De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm omvat tevens een eerste besturingsgedeelte 230 voor het besturen van een relatieve verplaatsing van het eerste doorlaatelement 204 en het tweede doorlaatelement 206, en een tweede besturingsgedeelte 232 voor het besturen van relatieve verplaatsing van het derde doorlaatelement 204 en het vierde doorlaatelement 206. Het eerste besturingsgedeelte 230 bestuurt een eerste spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 204 en het tweede doorlaatelement 206, en derhalve kan een eerste tussenruimteafstand D_1 tussen de twee parallelle lichtbundels 304 die door het tweede doorlaatelement 208 zijn uitgezonden en die de eerste richtingslijn 220 kruist, worden bestuurd. Voorts bestuurt het tweede besturingsgedeelte 232 een tweede tussenruimteafstand tussen het derde doorlaatelement 208 en het vierde doorlaatelement 210 en derhalve kan een tweede tussenruimteafstand D_2 tussen de vier parallelle lichtbundels 308 die

door het vierde doorlaatelement 210 zijn uitgezonden, waarbij de tweede richtingslijn 222 wordt doorsneden, worden bestuurd. Naarmate de eerste tussenruimteafstand tussen het eerste doorlaatelement 204 en het tweede doorlaatelement 206 toeneemt, neemt derhalve de
5 loopafstand van de twee divergerende lichtbundels 302 die door het eerste doorlaatelement 204 naar de lucht toe zijn uitgezonden eveneens toe. Naarmate de loopafstand van de twee divergerende lichtbundels 302 toeneemt neemt derhalve de eerste tussenruimteafstand D_1 tussen de twee parallelle lichtbundels 304 die
10 vanuit het tweede doorlaatelement 206 zijn uitgezonden, toe.

Op dezelfde wijze neemt, naarmate de tweede tussenruimteafstand tussen het derde doorlaatelement 208 en het vierde doorlaatelement 210 toeneemt, de loopafstand van de vierde divergerende lichtbundels 306 die door het derde doorlaatelement 208 naar de lucht zijn
15 uitgezonden eveneens toe. Naarmate de loopafstand van de vier divergerende lichtbundels 306 toeneemt, neemt de tussenruimteafstand D_2 tussen de vier parallelle lichtbundels 308 toe die door het vierde doorlaatelement 210 zijn uitgezonden.

Het eerste besturingsgedeelte 230 bestuurt de spleetafstand
20 tussen het eerste doorlaatelement 204 en het tweede doorlaatelement 206 die een bepaalde vorm hebben. Wanneer het eerste besturingsgedeelte 230 het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 van elkaar scheidt en een ruimte tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 laat, dan worden de initiële
25 lichtbundels 300 tot twee divergerende lichtbundels 302 gebroken die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de eerste richtingslijn 220, en achtereenvolgens worden de twee divergerende lichtbundels 302 tot twee parallelle lichtbundels 304 gebroken. Wanneer het eerste besturingsgedeelte 230 het eerste en het tweede
30 doorlaatelement 204 en 206 in contact met elkaar brengt en er derhalve geen ruimte tussen het eerste en tweede doorlaatelement 204 en 206 is gevormd, lopen de initiële lichtbundels 300 als een geheel en zonder breking door het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206.

35 Op dezelfde wijze bestuurt het tweede besturingsgedeelte 232 de tweede spleetafstand tussen het derde doorlaatelement 208 en het vierde doorlaatelement 210 die een bepaalde vorm hebben. Wanneer het tweede besturingsgedeelte 232 het derde en het vierde doorlaatelement 208 en 210 van elkaar scheidt en derhalve een ruimte tussen het derde
40 en het vierde doorlaatelement 208 en 210 vormt, dan worden de twee

parallele lichtbundels 304 tot vier divergerende lichtbundels 306 gebroken die symmetrisch van elkaar zijn ten opzichte van de tweede richtingslijn 222, en daaropvolgend worden de vier divergerende lichtbundels 306 tot vier parallele lichtbundels 308 gebroken.

5 Wanneer het tweede besturingsgedeelte 232 het derde en vierde doorlaatelement 208 en 210 in contact met elkaar brengt en geen ruimte tussen het derde en vierde doorlaatelement 208 en 210 laat, dan lopen de twee parallele lichtbundels 304 als een geheel en zonder breking door het derde en vierde doorlaatelement 208 en 210.

10 Wanneer het eerste en tweede doorlaatelement 204 en 206 contact met elkaar maken, en het derde en vierde doorlaatelement 208 en 210 van elkaar gescheiden zijn, dan lopen lichtbundels die door het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 lopen in dezelfde richting als de initiële lichtbundels 300 en zonder breking. Dat wil
15 zeggen dat de lichtbundels die door het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 lopen, identiek zijn aan de initiële lichtbundels 300. Wanneer daaropvolgend de initiële lichtbundels 300 die door het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 lopen, op het derde doorlaatelement 208 vallen worden initiële lichtbundels
20 300 tot twee divergerende lichtbundels 306 gebroken die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van de tweede richtingslijn 222 en vervolgens worden de twee divergerende lichtbundels 306 opnieuw gebroken en omgezet in twee parallele lichtbundels wanneer deze door het vierde doorlaatelement 210 lopen.

25 Zoals bovenstaand is beschreven kunnen de initiële lichtbundels 300 tot vier parallele lichtbundels of tot twee parallele lichtbundels worden gebroken welke symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de eerste en de tweede richtingslijn, door de eerste tussenruimteafstand D_1 tussen het eerste en het tweede
30 doorlaatelement 204 en 206 en de tweede tussenruimteafstand D_2 tussen het derde en het vierde doorlaatelement 208 en 210 te besturen gebruikmakend van de eerste en de tweede besturingsgedeelten 230 en 232. Indien noodzakelijk kunnen de initiële lichtbundels als een geheel en zonder breking door het eerste doorlaatelement 204 tot het
35 vierde doorlaatelement 210 lopen.

Bij het vervullen van de beschreven functie wordt het eerste uittreevlak 204c van het eerste doorlaatelement 204 parallel gezet aan het eerste intreevlak 206a van het tweede doorlaatelement 206, en dienovereenkomstig wordt het tweede uittreevlak 204d van het eerste
40 doorlaatelement 204 parallel gezet aan het tweede intreedvlak 206b

van het tweede doorlaatelement 206. Wanneer het eerste doorlaatelement 204 en het tweede doorlaatelement 206 contact met elkaar maken en er geen tussenruimte tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 is gevormd worden de initiële lichtbundels
5 dan ook zonder breking en in dezelfde richting door het tweede doorlaatelement 206 gezonden. Wanneer het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 van elkaar gescheiden zijn en het eerste en tweede uittreevlak 204c en 204d van het eerste doorlaatelement 204 parallel zijn aan resp. het eerste en tweede intreevlak 206a en 206b
10 van het tweede doorlaatelement 206, dan is voorts vereist dat de brekingsindices van het eerste en het tweede doorlaatelement 204 en 206 in hoofdzaak gelijk aan elkaar zijn en ervoor te zorgen dat de twee divergerende lichtbundels die op het tweede doorlaatelement 206 vallen tot twee parallelle lichtbundels worden gebroken.

15 Op dezelfde wijze wordt het derde uittreevlak 208c van het derde doorlaatelement 208 parallel gezet aan het derde intreedvlak 210a van het vierde doorlaatelement 210, en overeenkomstig wordt het vierde uittreevlak 208d van het derde doorlaatelement 208 parallel gezet aan het vierde intreedvlak 210b van het vierde doorlaatelement
20 210. Wanneer dan ook het derde doorlaatelement 208 en het vierde doorlaatelement 210 contact met elkaar maken en er geen ruimte tussen het derde en het vierde doorlaatelement 208 en 210 is gevormd, worden de lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 206 lopen dan ook in dezelfde richting en zonder breking door het vierde
25 doorlaatelement 206 gezonden. Wanneer het derde en vierde doorlaatelement 208 en 210 van elkaar gescheiden zijn, en het derde en vierde uittreevlak 208c en 208d van het eerste doorlaatelement 208 resp. parallel zijn met de derde en vierde intreevlakken 210a en 210b van het vierde doorlaatelement 210, is dan ook vereist dat de
30 brekingsindices van het derde en vierde doorlaatelement 208 en 210 in hoofdzaak gelijk aan elkaar zijn om er voor te zorgen dat de twee divergerende lichtbundels die op het vierde doorlaatelement vallen tot twee parallelle lichtbundels worden geconverteerd.

Bij een voorkeur omvatten het eerste, het tweede, het derde en
35 het vierde doorlaatelement 204, 206, 208 en 210 een transparant materiaal, zoals een glas, een kwarts, of een transparante kunststof. De eerste tot vierde doorlaatelementen 204, 206, 208 en 210 kunnen gebruikmaken van verschillende materialen zijn vervaardigd, echter bij voorkeur zijn deze vervaardigd gebruikmakend van hetzelfde

materiaal, zodat de brekingsindices van het eerste tot het vierde doorlaatelement 204, 206, 208 en 210 gelijk aan elkaar zijn.

Het belichtingsgedeelte 211 licht een object met licht uit de
5 parallele lichtbundels 308 dat door het vierde doorlaatelement 210
is uitgestraald. Het belichtingsgedeelte 211 omvat een
condensatorlens 212 door welke de parallele lichtbundels 308 lopen,
een reticulepatroon 214, en een projectielens 216 waarop de afgebogen
bundels die door het reticulepatroon zijn afgebogen, worden
geprojecteerd.

10 De parallele lichtbundels die door het vierde doorlaatelement
210 worden uitgestraald lopen door de condensatorlens 212.
Daaropvolgend vallen de parallele lichtbundels onder een schuine
invalshoek op het reticulepatroon 214 en worden door het
reticulepatroon 214 afgebogen. Daarna lopen de afgebogen lichtbundels
15 naar de projectielens 216 en lopen door de projectielens 216. De
lichtbundels die door de projectielens 216 lopen interfereren met
elkaar op een vlak van het object, en daarbij wordt het object
belicht met licht uit de parallele lichtbundels.

Dienovereenkomstig worden de initiële lichtbundels die opgewekt
20 zijn door het gedeelte 200 voor het opwekken van de lichtbundels,
gebroken tot parallele lichtbundels en wordt een object belicht met
licht uit de parallele lichtbundels, hetgeen resulteert in een
vergroting van het belichtingsrendement en de productiviteit van de
halfgeleiderinrichting.

25 Uitvoeringsvorm 3

Fig. 12 toont een aanzicht in dwarsdoorsnede dat een
belichtingsinrichting volgens een derde uitvoeringsvorm van de
onderhavige uitvinding toelicht.

De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm
30 breekt lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels die
symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot een
eerste en een tweede richtingslijn die loodrecht staat op een
looprichting van de lichtbundels, en breekt de vier divergerende
lichtbundels opnieuw tot parallele lichtbundels die het object op
35 dezelfde wijze met licht belichten als in de belichtingsinrichting
volgens de tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

Onder verwijzing naar fig. 12 omvat de belichtingsinrichting
een gedeelte 400 voor het produceren van lichtbundels, voor het
produceren van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling.
40 Het gedeelte 400 voor het produceren van lichtbundels omvat een

lichtbron 401 voor het opwekken van licht, een facetlens 402
omvattende meerdere microlenzen voor het omzetten van het licht dat
door het lichtbron is geleverd door parallelle lichtbundels. Derhalve
lopen de lichtbundels die door de facetlens lopen als parallelle
5 lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling verder.

De belichtingsinrichting omvat tevens eerste tot derde
doorlaatelementen die er voor kunnen zorgen dat de lichtbundels die
komen uit het gedeelte 400 voor het opwekken van de lichtbundels (in
het onderstaande aangeduid als initiële lichtbundels) kan breken tot
10 vier divergerende lichtbundels en de vier divergerende lichtbundels
kan breken tot vier parallelle lichtbundels.

Fig. 13 toont een perspectivisch aanzicht dat een eerste tot
derde doorlaatelement zoals getoond in fig. 9 toont.

De belichtingsinrichting omvat een eerste doorlaatelement 404
15 voor het breken van de initiële lichtbundels die door het gedeelte
400 voor het opwekken van de lichtbundels zijn uitgezonden tot twee
divergerende lichtbundels. Het eerste doorlaatelement 404 breekt de
initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die resp.
langs een eerste pad en een tweede pad lopen welke symmetrisch ten
20 opzichte van elkaar zijn met betrekking tot een eerste richtingslijn
420 die loodrecht staat op een loopricting van de initiële
lichtbundels.

Meer in het bijzonder omvat het eerste doorlaatelement 404 een
intreedvlak 404a dat loodrecht staat op een loopricting van de
25 initiële lichtbundels 300, vier zijvlakken 404b die loodrecht staan
op het intreevlak 404a en die parallel lopen met de loopricting van
de initiële lichtbundels 300, en een eerste en een tweede uitreevlak
404c en 404d die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten
opzichte van de eerste richtingslijn 420 en die liggen tegenover het
30 intreevlak 404a, waarbij deze tezamen een V-vormige groef vormen.

Het intreevlak 404a van het eerste doorlaatelement 404 is
zodanig groot dat alle initiële lichtbundels op het intreevlak 404
invallen.

Aangezien het eerste doorlaatelement 404 op dezelfde wijze is
35 gevormd als in de eerste en tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige
uitvinding zal een verdere beschrijving van het eerste
doorlaatelement 404 hier worden overgeslagen.

De belichtingsinrichting omvat verder een tweede
doorlaatelement 406 voor het breken van de twee divergerende
40 lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels en voor het opnieuw

breken van de twee parallelle lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels. Meer in het bijzonder omvat het tweede doorlaatelement 406 een eerste en een tweede intreedvlak 406a en 406b die tezamen in dwarsdoorsnede een driehoeksvorm hebben tegen de looprichting van de
5 initiële lichtbundels in, met een hoeklijn waar het eerste en het tweede intreevlak 406a en 406b contact met elkaar maken, en parallel aan de eerste richtingslijn en uitstekend in de richting van het eerste doorlaatelement 404, vier zijvlakken 406c die parallel lopen aan de richting van de initiële lichtbundels, en een derde en vierde
10 uittreevlak 406d en 406e welke tezamen een V-vormige groef vormen met een hoeklijn waar de derde en vierde uittreevlakken 406a en 406b contact met elkaar maken, parallel aan de tweede richtingslijn 422 en loodrecht op de richting van de initiële lichtbundels.

Het tweede doorlaatelement 406 is zodanig gevormd dat het zo
15 groot is dat de beide divergerende lichtbundels beide op de intreevlakken 406a en 406b kunnen vallen, en dat alle invallende lichtbundels kunnen worden gebroken en alleen door het uittreevlak kunnen worden uitgezonden als parallelle lichtbundels. De eerste richtingslijn 420 en de tweede richtingslijn 422 vormen een hoek γ in
20 een gebied van ongeveer 45 tot ongeveer 90 graden.

De intredende lichtbundels op het tweede doorlaatelement 406 worden gebroken en lopen als twee parallelle lichtbundels door het doorlaatelement 406. De twee parallelle lichtbundels worden dan op de uittreevlakken 406d en 406e van het tweede doorlaatelement 406
25 gebroken en lopen door de lucht als vier divergerende lichtbundels.

Een van de twee parallelle lichtbundels is gedefinieerd als een eerste parallelle lichtbundel, en de andere van de twee parallelle lichtbundels is gedefinieerd als een tweede parallelle lichtbundel. De eerste parallelle lichtbundel wordt op het derde en het vierde
30 uittreevlak 406d en 406e onder een tevoren bepaalde brekingshoek gebroken en divergeert tot twee divergerende lichtbundels, en op dezelfde wijze gebeurt dit met de tweede parallelle lichtbundel. Derhalve worden de eerste en de tweede parallelle lichtbundel tot vier divergerende lichtbundels gebroken wanneer deze door het tweede
35 doorlaatelement 406 lopen. Op dat moment worden de eerste en tweede parallelle lichtbundels die door hetzelfde uittreevlak worden uitgezonden, onder dezelfde brekingshoek verbroken.

Wanneer elk van de eerste en de tweede parallelle lichtbundels resp. tot twee divergerende lichtbundels wordt gebroken, heeft een
40 hoek die gevormd is tussen de tweede richtingslijn 422 die een

basislijn is voor de V-vormige groef die gevormd is op een uitreevlak van het tweede doorlaatelement 406, en de eerste richtingslijn 420 die een basislijn is voor een V-vormig uitstekend gedeelte dat op een intreevlak van het tweede doorloopelement 406 is
5 gevormd, een relatie met een lichtflux van de vier divergerende lichtbundels. Meer in het bijzonder wordt, wanneer de hoek tussen de eerste richtingslijn en de tweede richtingslijn gelijk is aan 90° , elk van de eerste en de tweede parallelle lichtbundel resp. tot twee divergerende lichtbundels met een gelijke lichtflux gebroken.
10 Derhalve is het wenselijk dat de hoek tussen de eerste en de tweede richtingslijn 420 en 422 gelijk is aan 90° .

De belichtingsinrichting omvat tevens een derde doorlaatelement 408 voor het breken van de vier divergerende lichtbundels tot vier parallelle lichtbundels. Het derde doorlaatelement 408 breekt de vier
15 divergerende lichtbundels tot vier parallelle lichtbundels die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot een tweede richtingslijn en die in dezelfde richting als de initiële lichtbundels lopen.

Het derde doorlaatelement 408 omvat een derde en een vierde
20 intreevlak 408a en 408b die in een dwarsdoorsnede tezamen een vorm van een driehoek hebben die uitsteekt in de richting van het tweede doorlaatelement 406 met een hoeklijn die parallel loopt aan de tweede richtingslijn 422 waar het derde en vierde intreevlak 408a en 408b contact met elkaar maakt, vier zijvlakken 408c die parallel lopen aan
25 de richting van de invallende lichtbundels, en een uitreevlak 408d dat ligt tegenover het derde en vierde vlak 408a en 408b en dat loodrecht is op de richting van de initiële lichtbundels.

De vier divergerende lichtbundels die door de uitreevlakken van het tweede doorlaatelement 406 zijn gebroken en door de lucht
30 lopen, vallen op het derde doorlaatelement 408 dat dichterbij is dan lucht. Volgens de brekingswet is de invallende hoek groter dan de brekingshoek wanneer het licht door het derde doorlaatelement 408 loopt. Derhalve worden, wanneer de vier divergerende lichtbundels op het derde doorlaatelement 408 dat gevormd is zoals beschreven in de
35 bovenstaande beschrijving, de vier divergerende lichtbundels resp. symmetrisch gebroken met betrekking tot de hoeklijn waar het derde en het vierde intreevlak 408a en 408b van het derde doorlaatelement 408 contact met elkaar maakt.

De intreevlakken 408a en 408b van het derde doorlaatelement 408
40 zijn zodanig gevormd dat de vier divergerende lichtbundels tot

respectieve parallelle lichtbundels worden gebroken. Meer in het bijzonder staan het derde en het vierde intreevlak 408a en 408b die uitsteken uit het derde doorlaatelement 408 onder een tevoren bepaalde hoek ten opzichte van de looprichting van de initiële
5 lichtbundels, waarbij de brekingshoek van de divergerende lichtbundels en de brekingsindex van het derde doorlaatelement in overweging wordt genomen, zodanig dat de vier divergerende lichtbundels die vallen op het derde en het vierde intreevlak 408a en 408b tot vier parallelle lichtbundels worden gebroken die parallel
10 lopen aan de initiële lichtbundels. Derhalve worden dan ook de vier divergerende lichtbundels die invallen op het derde doorlaatelement 408 daaropvolgend tot vier parallelle lichtbundels gebroken.

Het derde doorlaatelement 408 heeft een zodanige vorm dat het zo groot is dat de vier divergerende lichtbundels volledig op de
15 intreevlakken 408a en 408b vallen en dat de intredende lichtbundels volledig in de vorm van parallelle lichtbundels worden uitgezonden. Derhalve is de lichtflux van de initiële lichtbundels gelijk aan de som van de lichtfluxen van elk van de parallelle lichtbundels die door het derde doorlaatelement 408 worden uitgezonden.

20 De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm omvat tevens een eerste besturingsgedeelte 430 voor het besturen van de relatieve verplaatsing van het eerste doorlaatelement 404 en het tweede doorlaatelement 406, en een tweede besturingsgedeelte 432 voor het besturen van de relatieve verplaatsing van het tweede
25 doorlaatelement 404 en het derde doorlaatelement 406. Het eerste besturingsgedeelte 430 bestuurt een eerste spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 404 en het tweede doorlaatelement 406, en derhalve kan een eerste tussenruimteafstand tussen de tweede parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 406
30 lopen, en die de eerste richtingslijn 420 kruist, worden bestuurd. Voorts bestuurt het tweede besturingsgedeelte 432 een spleetafstand tussen het tweede doorlaatelement 406 en het derde doorlaatelement 408, en derhalve kan een tweede tussenruimteafstand tussen de vier parallelle lichtbundels die door het derde doorlaatelement 408 zijn
35 uitgezonden, de tweede richtingslijn 422 kruisen, worden bestuurd.

Naargelang de eerste spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 404 en het tweede doorlaatelement 406 groter wordt neemt de loopafstand van de twee divergerende lichtbundels die door het eerste doorlaatelement 404 naar het licht toe zijn uitgezonden
40 eveneens toe. Derhalve neemt, naarmate de loopafstand van de twee

divergerende lichtbundels toeneemt, de eerste tussenruimteafstand tussen de twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 406 lopen, toe.

Ook neemt, naarmate de tweede spleetafstand tussen het tweede
5 doorlaatelement 406 en het derde doorlaatelement 408 toeneemt, de loopafstand van de vier divergerende lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 406 naar het licht toe worden uitgezonden eveneens toe. Derhalve neemt, naarmate de loopafstand van de vier divergerende lichtbundels toeneemt, de tweede tussenruimteafstand tussen de vier
10 parallelle lichtbundels die door het derde doorlaatelement 408 zijn uitgezonden, toe.

Het eerste besturingsgedeelte 430 bestuurt de eerste spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 404 en het tweede doorlaatelement 406 die een bepaalde vorm hebben. Wanneer het eerste
15 besturingsgedeelte 430 het eerste en het tweede doorlaatelement 404 en 406 van elkaar scheidt en een ruimte tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 404 en 406 vormt, worden de initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels gebroken die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van de eerste
20 richtingslijn 420, en daaropvolgend worden de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels gebroken. Wanneer het eerste besturingsgedeelte 430 ervoor zorgt dat het eerste en het tweede doorlaatelement 404 en 406 contact met elkaar maken en er geen ruimte tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 404 en 406 is
25 gevormd, lopen de initiële lichtbundels door het eerste doorlaatelement 404 en vallen zonder breking op het tweede doorlaatelement 406 waarbij de richting van de initiële lichtbundels behouden blijft.

Op dezelfde wijze bestuurt het tweede besturingsgedeelte 432 de
30 tweede spleetafstand tussen het tweede doorlaatelement 406 en het derde doorlaatelement 408 die een bepaalde vorm hebben. Wanneer het tweede besturingsgedeelte 432 het tweede en het derde doorlaatelement 406 en 408 van elkaar scheidt en een ruimte tussen het tweede en het derde doorlaatelement 406 en 408 vormt, worden de twee parallelle
35 lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels gebroken die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van de tweede richtingslijn 422, en daaropvolgend worden de vier divergerende lichtbundels tot vier parallelle lichtbundels gebroken. Wanneer het tweede besturingsgedeelte 432 toestaat dat het tweede en het derde
40 doorlaatelement 406 en 408 contact met elkaar maken en er geen

tussenruimte is tussen het tweede en het derde doorlaatelement 406 en 408 worden de twee parallelle lichtbundels als een geheel en zonder breking door het tweede en derde doorlaatelement 406 en 408 geleid.

Bij het uitvoeren van de beschreven functie wordt het eerste
5 uittreevlak 404c van het eerste doorlaatelement 406 zodanig gezet dat
het parallel loopt aan het eerste intreevlak 406a van het tweede
doorlaatelement 406, en dienovereenkomstig wordt het tweede
uittreevlak 404d van het eerste doorlaatelement 404 zodanig gezet dat
het parallel loopt aan het tweede intreevlak 406b van het tweede
10 doorlaatelement 406. Wanneer het eerste doorlaatelement 404 en het
tweede doorlaatelement 406 contact met elkaar maken en er geen
tussenruimte is gevormd tussen het eerste en het tweede
doorlaatelement 404 en 406, kunnen de initiële lichtbundels derhalve
zonder breking en in dezelfde richting in het tweede doorlaatelement
15 406 lopen. Wanneer het eerste en het tweede doorlaatelement 404 en
406 van elkaar gescheiden zijn, en het eerste en het tweede
uittreevlak 404c en 404d van het eerste doorlaatelement 404 parallel
aan resp. het eerste en het tweede intreevlak 406a en 406b van het
tweede doorlaatelement 406 zijn, wordt voorts vereist dat de
20 brekingsindices van het eerste en het tweede doorlaatelement 404 en
406 in hoofdzaak gelijk aan elkaar zijn om ervoor te zorgen dat de
divergerende lichtbundels die vallen op het tweede doorlaatelement
406 tot parallelle lichtbundels worden gebroken.

Op dezelfde wijze wordt het derde uittreevlak 406d van het
25 tweede doorlaatelement 406 parallel gezet aan het derde intreevlak
408a van het derde doorlaatelement 408, en tegelijkertijd wordt het
vierde uittreevlak 406e van het tweede doorlaatelement 406 parallel
gezet aan het vierde intreevlak 408b van het derde doorlaatelement
408. Wanneer het tweede doorlaatelement 406 en het derde
30 doorlaatelement 408 contact met elkaar maken en er geen tussenruimte
is gevormd tussen het tweede en het derde doorlaatelement 406 en 408
worden de lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 406 lopen
dan ook in dezelfde richting en zonder breking door het derde
doorlaatelement 408 gezonden. Wanneer het tweede en het derde
35 doorlaatelement 406 en 408 van elkaar gescheiden worden, en het derde
en het vierde uittreevlak 406d en 406e van het tweede doorlaatelement
406 resp. parallel lopen aan het derde en het vierde intreevlak 408a
en 408b van het derde doorlaatelement 408, is voorts vereist dat de
brekingsindices van het tweede en het derde doorlaatelement 406 en
40 408 in hoofdzaak gelijk aan elkaar zijn om ervoor te zorgen dat de

divergerende lichtbundels die op het derde doorlaatelement 408 vallen tot parallelle lichtbundels worden gebroken.

Het belichtingsgedeelte 409 projecteert de parallelle lichtbundels 308 die door het derde doorlaatelement 408 zijn
5 uitgezonden op een object. Het belichtingsgedeelte 409 omvat een condensatorlens 410 waardoor de parallelle lichtbundels lopen, een reticulepatroon 412, en een projectielens 414 waarop de afgebogen bundels die door het reticulepatroon 412 zijn afgebogen, worden geprojecteerd.

10 De parallelle lichtbundels die door het derde doorlaatelement 408 zijn uitgezonden lopen door de condensatorlens 410. Daarna vallen de parallelle lichtbundels onder een schuine invalshoek op het reticulepatroon 412 en worden door het reticulepatroon 412 afgebogen. De afgebogen lichtbundels lopen dan naar de projectielens 414. De
15 lichtbundels die door de projectielens 414 lopen interfereren op een vlak van het object en een laag die op het vlak van het object is gevormd wordt selectief gesmolten in overeenstemming met het reticulepatroon 412.

De initiële lichtbundels die door het gedeelte 200 voor het
20 genereren van de lichtbundels zijn opgewekt worden tot parallelle lichtbundels gebroken en op het object geprojecteerd, hetgeen resulteert in het vergroten van de belichtingsefficiëntie en de productiviteit van de halfgeleiderinrichting.

Uitvoeringsvorm 4

25 Fig. 14 toont een aanzicht in dwarsdoorsnede voor het toelichten van een belichtingsinrichting volgens een vierde uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvinding breekt lichtbundels tot twee of vier parallelle lichtbundels en kan
30 de twee of vier parallelle lichtbundels op een object projecteren. Indien noodzakelijk breekt de belichtingsinrichting lichtbundels ook tot een lichtbundel in de vorm van een ring en projecteert de lichtbundel in de vorm van een ring op het object.

Verwijzend naar fig. 14 omvat de belichtingsinrichting een
35 gedeelte 500 voor het genereren van lichtbundels voor het genereren van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling. Het gedeelte 500 voor het opwekken van de lichtbundels omvat een lichtbron 501 voor het opwekken van licht, een facetlens 502 die meerdere microlenzen omvat voor het omzetten van het licht dat door de
40 lichtbron wordt geleverd tot parallelle lichtbundels. Derhalve lopen

de lichtbundels die door de facetlens 502 lopen als parallelle lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling verder.

De belichtingsinrichting omvat eveneens een eerste lensstelsel 504 voor het breken van de parallelle lichtbundels tot meerdere 5 divergerende lichtbundels en het opnieuw breken van meerdere van de divergerende lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels, dan wel waardoor de parallelle lichtbundels in dezelfde richting passeren.

Het eerste lensstelsel 504 omvat een eerste doorlaatelement 506 10 voor het breken van de lichtbundels die komen van het gedeelte 500 voor het genereren van de lichtbundels (in het navolgende aangeduid als initiële lichtbundels) tot twee divergerende lichtbundels, een tweede doorlaatelement 508 waarop de twee divergerende lichtbundels invallen en tot twee parallelle lichtbundels worden gebroken en van 15 waaruit de parallelle lichtbundels worden uitgezonden en tot vier divergerende lichtbundels worden gebroken, een derde doorlaatelement 510 voor het breken van de vier divergerende lichtbundels tot vier parallelle lichtbundels en een eerste en een tweede besturingsgedeelte 512 en 514 voor het besturen van de relatieve 20 positie van de doorlaatelementen.

In het navolgende zal het eerste lensstelsel 504 in meer detail worden beschreven.

Het eerste doorlaatelement 506 breekt de initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die langs een eerste pad resp. een 25 tweede pad lopen die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van een eerste richtingslijn 530 die loodrecht staat op een looprichting van de initiële lichtbundels.

Meer in het bijzonder omvat het eerste doorlaatelement 506 een intreevlak dat loodrecht staat op een looprichting van de initiële 30 lichtbundels, vier zijvlakken die loodrecht staan op het intreevlak en die parallel zijn aan de looprichting van de initiële lichtbundels en eerste en tweede uittreevlakken die symmetrisch zijn ten opzichte van elkaar met betrekking de eerste richtingslijn 530 en die liggen tegenover het intreevlak, waarbij deze tezamen een V-vormige groef 35 vormen. Het intreevlak van het eerste doorlaatelement 506 is zo groot dat alle initiële lichtbundels op het intreevlak vallen. Aangezien het eerste doorlaatelement 506 op dezelfde wijze gevormd is zoals beschreven in de eerste en tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding zal een verdere beschrijving van het eerste 40 doorlaatelement 506 hier worden overgeslagen.

De belichtingsinrichting omvat verder een tweede doorlaatelement 508 waarop de twee divergerende lichtbundels invallen, voor het breken van de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels en voor het breken van de parallelle 5 lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels.

Meer in het bijzonder omvat het tweede doorlaatelement 508 eerste en tweede intreevlakken die in een dwarsdoorsnede tezamen een driehoek vormen en uitsteken in de richting van het eerste doorlaatelement 506 met een hoeklijn die parallel loopt aan de eerste 10 richtingslijn 530 op de plaats waar het eerste en het tweede intreevlak contact met elkaar maakt, vier zijvlakken die parallel lopen aan de richting van de initiële lichtbundels, en een derde en een vierde uittreevlak die tezamen een V-vormige groef vormen met een hoeklijn waar het derde en het vierde uittreevlak contact met elkaar 15 maken, parallel aan de tweede richtingslijn 532 die loodrecht staat op de richting van de initiële lichtbundels.

Het eerste intreevlak en het tweede intreevlak van het tweede doorlaatelement 508 dienen parallel te zijn aan resp. het eerste uittreevlak en het tweede uittreevlak van het eerste doorlaatelement 20 506. Wanneer het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508 contact met elkaar maken en er geen tussenruimte is gevormd tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508 worden de initiële lichtbundels derhalve door het eerste doorlaatelement 506 gezonden en vallen deze zonder breking op het tweede doorlaatelement 508 waarbij 25 de richting van de initiële lichtbundels behouden blijft.

Voorts is de brekingsindex van het tweede doorlaatelement 508 in hoofdzaak gelijk aan de brekingsindex van het eerste doorlaatelement 506. Wanneer het eerste en het tweede uittreevlak van het eerste doorlaatelement 506 parallel is aan resp. het eerste en 30 het tweede intreevlak van het tweede doorlaatelement 508 worden de twee divergerende lichtbundels die vallen op het tweede doorlaatelement 508 tot parallelle lichtbundels gebroken.

Het tweede doorlaatelement 508 is zodanig groot dat beide van de twee divergerende lichtbundels op het intreevlak vallen en dat de 35 invallende lichtbundels volledig vanuit het uittreevlak worden uitgezonden.

Een scherpe hoek die gevormd is tussen de eerste richtingslijn 530 en de tweede richtingslijn 532 is in een hoek van ongeveer 45° tot 90° , of is bij voorkeur ongeveer 90° .

De twee divergerende lichtbundels die op het tweede doorlaatelement 508 vallen worden opnieuw gebroken tot twee parallelle lichtbundels en lopen door het tweede doorlaatelement 508 als twee parallelle lichtbundels. Daaropvolgend worden de twee
5 parallelle lichtbundels opnieuw op het uittreevlak van het tweede doorlaatelement 508 gebroken tot vier parallelle lichtbundels en lopen deze door de lucht.

De belichtingsinrichting omvat verder een derde doorlaatelement 510 voor het breken van de vier divergerende lichtbundels tot vier
10 parallelle lichtbundels. Het derde doorlaatelement 510 zorgt ervoor dat de vier divergerende lichtbundels die gebroken worden tot vier parallelle lichtbundels die in dezelfde richting lopen als de initiële lichtbundels en die symmetrisch zijn ten opzichte van de tweede richtingslijn 532.

15 Meer in het bijzonder omvat het derde doorlaatelement 510 derde en vierde intreevlakken die in een dwarsdoorsnede tezamen een driehoek vormen en die uitsteken in de richting van het tweede doorlaatelement 508 met een hoeklijn die parallel loopt aan de tweede richtingslijn 532, waar het derde en het vierde intreevlak contact
20 met elkaar maakt, vier zijvlakken die parallel lopen aan de richting van de initiële lichtbundels, en een uittreevlak dat ligt tegenover het derde en het vierde intreevlak en dat loodrecht staat op de richting van de initiële lichtbundels.

Het derde intreevlak en het vierde intreevlak van het
25 doorlaatelement 510 dient parallel te zijn aan resp. het derde uittreevlak en het vierde uittreevlak van het tweede doorlaatelement 508. Wanneer derhalve het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 contact met elkaar maken en er geen ruimte is gevormd tussen het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 worden de lichtbundels
30 die uitgezonden zijn door het eerste doorlaatelement 506 als een geheel en zonder breking door het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 gezonden.

Voorts is de brekingsindex van het derde doorlaatelement 510 in hoofdzaak gelijk aan de brekingsindex van het tweede doorlaatelement
35 508. Wanneer het derde en het vierde uittreevlak van het tweede doorlaatelement 508 parallel zijn aan resp. het derde en het vierde intreevlak van het derde doorlaatelement 510, dan worden de vier divergerende lichtbundels die vallen op het derde doorlaatelement 510 tot vier parallelle lichtbundels gebroken.

Het derde doorlaatelement 510 heeft een zodanige grootte dat alle vier de divergerende lichtbundels op het intreevlak vallen en dat de invallende lichtbundels volledig vanuit het uittreevlak worden uitgezonden en tot vier parallelle lichtbundels worden gebroken.

5 De vier divergerende lichtbundels worden op de intreevlakken van het derde doorlaatelement 510 tot vier parallelle lichtbundels gebroken en de vier parallelle lichtbundels worden vanuit het uittreevlak van het derde doorlaatelement 510 naar de lucht toe uitgezonden.

10 De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm omvat tevens een eerste besturingsgedeelte 512 voor het besturen van de relatieve verplaatsing tussen het eerste doorlaatelement 506 en het tweede doorlaatelement 508, en een tweede besturingsgedeelte 514 voor het besturen van de relatieve verplaatsing van het tweede
15 doorlaatelement 508 en het derde doorlaatelement 510.

Het eerste besturingsgedeelte 512 bestuurt een eerste spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 506 en de tweede doorlaatelement 508, en derhalve kan een eerste tussenruimteafstand tussen de twee parallelle lichtbundels die door het tweede
20 doorlaatelement 508 lopen, de eerste richtingslijn 530 kruisend, worden bestuurd. Voorts bestuurt het tweede besturingsgedeelte 514 een tweede spleetafstand tussen het tweede doorlaatelement 508 en het derde doorlaatelement 510, en derhalve kan een tweede tussenruimteafstand tussen de vier parallelle lichtbundels die door
25 het derde doorlaatelement 510 lopen, waarbij de tweede richtingslijn 532 wordt gekruist, worden bestuurd.

Al naar gelang dat de eerste spleetafstand tussen het eerste doorlaatelement 506 en het tweede doorlaatelement 508 toeneemt, neemt de loopafstand van de twee divergerende lichtbundels die door het
30 eerste doorlaatelement 506 naar de lucht toe zijn uitgezonden toe. Al naar gelang dat de loopafstand van de twee divergerende lichtbundels toeneemt neemt de eerste tussenruimteafstand tussen de twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 508 lopen, toe.

35 Tevens neemt, al naar gelang dat de tweede spleetafstand tussen het tweede doorlaatelement 508 en het derde doorlaatelement 510 toeneemt, de loopafstand van de vier divergerende lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 508 naar de lucht toe zijn uitgezonden eveneens toe. Hoe meer de loopafstand van de vier
40 divergerende lichtbundels toeneemt, des te meer neemt derhalve ook de

tweede tussenruimteafstand tussen de vier parallelle lichtbundels die door het derde doorlaatelement 510 zijn uitgezonden toe.

Wanneer het eerste besturingsgedeelte 512 het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508 van elkaar scheidt en een ruimte
5 vormt tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508, worden de initiële lichtbundels op het uittreevlak van het eerste doorlaatelement 506 symmetrisch ten opzichte van elkaar ten opzichte van de eerste richtingslijn 530 tot twee divergerende lichtbundels gebroken, en daaropvolgend worden de twee divergerende lichtbundels
10 tot twee parallelle lichtbundels gebroken op het intreevlak van het tweede doorlaatelement 508. Wanneer het eerste besturingsgedeelte 512 toestaat dat het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508 contact met elkaar maken en er geen tussenruimte is gevormd tussen het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508 worden de
15 initiële lichtbundels door het eerste doorlaatelement 506 gezonden en vallen deze zonder breking op het tweede doorlaatelement 508 waarbij deze de richting van de initiële lichtbundels behouden.

Op dezelfde wijze scheidt het tweede besturingsgedeelte 514 het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 van elkaar en vormt
20 daarmee een ruimte tussen het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510, waarbij de twee parallelle lichtbundels op de uittreevlakken van het tweede doorlaatelement 508 symmetrisch ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de tweede richtingslijn 532 tot vier divergerende lichtbundels worden gebroken, en daaropvolgend worden de
25 vier divergerende lichtbundels op de intreedvlakken van het derde doorlaatelement 510 tot vier parallelle lichtbundels gebroken. Wanneer het tweede besturingsgedeelte 514 het mogelijk maakt dat het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 contact met elkaar maken en er geen ruimte wordt gevormd tussen het tweede en het derde
30 doorlaatelement 508 en 510, dan worden de twee parallelle lichtbundels als een geheel en zonder breking door het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 gezonden.

De initiële lichtbundels worden derhalve tot vier parallelle lichtbundels of tot twee parallelle lichtbundels gebroken, welke
35 symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van de eerste richtingslijn 530 of de tweede richtingslijn 532, overeenkomstig met de eerste spleetafstand en de tweede spleetafstand die bestuurd worden door het eerste besturingsgedeelte 512 en het tweede besturingsgedeelte 514.

De eerste tussenruimteafstand tussen de twee parallelle lichtbundels die door het tweede doorlaatelement 508 lopen en de tweede tussenruimteafstand tussen de vier parallelle lichtbundels die door het derde doorlaatelement 510 worden uitgezonden kunnen ook
5 verkregen worden met behulp van de vergelijking (1) zoals beschreven is aan de hand van de eerste uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

De belichtingsinrichting volgens de onderhavige uitvoeringsvorm omvat tevens een tweede lensstelsel 516 die de vier parallelle
10 lichtbundels die door het eerste lensstelsel 504 lopen kan breken tot een ringvormige divergerende lichtbundel en de ringvormige divergerende lichtbundel opnieuw kan breken tot een ringvormige parallelle lichtbundel, of door welke de vier parallelle lichtbundels zonder breking kunnen lopen.

15 Het tweede lensstelsel 516 omvat een eerste conische lens 518 die een centraal gedeelte van de parallelle lichtbundels die door het eerste lensstelsel 504 lopen breekt met een brekingshoek die groter is dan die van het perifere gedeelte van de parallelle lichtbundels, een tweede conische lens 520 voor het omzetten van de lichtbundels
20 die door de eerste conische lens 518 lopen tot parallelle lichtbundels voor het vormen van een ringvormige parallelle lichtbundel, en een derde besturingsgedeelte 522 voor het besturen van de relatieve verplaatsing van de eerste en de tweede conische lens 518 en 520.

25 In het bijzonder omvat de eerste conische lens 518 een intreedvlak dat is gevormd om een vlak te vormen dat loodrecht staat op de parallelle lichtbundels die door het eerste lensstelsel 504 lopen en waar de parallelle lichtbundels zonder breking op vallen, en een uittreedvlak dat zodanig is gevormd dat het een conische groef
30 heeft. De tweede conische lens 520 omvat een intreedvlak dat zodanig gevormd is dat het een bovenvlak heeft met een ronde conus en parallel ligt aan het uittreedvlak van de eerste conische lens 518. Wanneer derhalve de eerste en de tweede conische lens 518 en 520 contact met elkaar maken en er geen tussenruimte is gevormd tussen de
35 eerste conische lens 518 en de tweede conische lens 520 dan lopen de parallelle lichtbundels die door het eerste lensstelsel 504 lopen als een geheel en zonder breking door de eerste en de tweede conische lens 518 en 520. Wanneer de eerste en de tweede conische lens 518 en 520 van elkaar worden gescheiden er een ruimte is gevormd tussen de
40 eerste conische lens 518 en de tweede conische lens 520, worden de

lichtbundels die door de eerste conische lens 518 tot een ringvorm zijn gebroken door de tweede conische lens 520 tot parallelle lichtbundels gebroken. Een brekingsindexwaarde van de tweede conische lens 520 is in hoofdzaak gelijk aan een brekingsindexwaarde van de eerste conische lens 518. Een uittreevlak van de tweede conische lens 520 is zodanig gevormd dat dit vlak is en loodrecht staat op de parallelle lichtbundels die binnen de tweede conische lens 520 lopen, zodat de parallelle lichtbundels zonder breking vanuit de tweede conische lens 520 worden uitgezonden.

10 Het belichtingsgedeelte 523 belicht een object met licht uit de parallelle lichtbundels of uit de ringvormige parallelle lichtbundel die door het derde doorlaatelement 504 is uitgezonden. Het belichtingsgedeelte 523 omvat een condensatorlens 524 waardoor de parallelle lichtbundels lopen, een reticulepatroon 526, en een projectielens 528 waarop de afgebogen bundels die door het reticulepatroon 412 zijn afgebogen, worden geprojecteerd.

De parallelle lichtbundels die door het tweede conische lensstelsel 516 zijn uitgezonden worden op verscheidene wijzen aan het belichtingsgedeelte 523 verschaft.

20 Verwijzend naar fig. 15A worden de lichtbundels aan het belichtingsgedeelte 524 verschaft nadat de lichtbundels tot een ringvormige lichtbundel zijn gebroken.

De initiële lichtbundels vallen op het tweede lensstelsel 516. Wanneer de initiële lichtbundels door de eerste conische lens 518 worden uitgezonden, wordt een centraal gedeelte van de invallende lichtbundels onder een brekingshoek die groter is dan die van een perifeer gedeelte van de invallende lichtbundels gebroken. De gebroken lichtbundels die door de eerste conische lens 518 zijn gebroken, worden daarna door de tweede conische lens 520 tot een ringvormige parallelle lichtbundel gebroken. Op dat moment maken het eerste en het tweede besturingsgedeelte 512 en 514 het mogelijk dat het eerste, het tweede en het derde doorlaatelement 506, 508 en 510 van het eerste lensstelsel 504 contact met elkaar maken zodat de initiële lichtbundels door het eerste lensstelsel in dezelfde richting en zonder breking kunnen passeren. Tegelijkertijd maakt het derde besturingsgedeelte 522 het mogelijk dat de eerste en de tweede conische lens 518 en 520 van het tweede lensstelsel 516 van elkaar gescheiden worden en dat er dus een ruimte wordt gevormd tussen de eerste en de tweede conische lens 518 en 520 zodanig dat de 40 divergerende lichtbundels die door de eerste conische lens 518 zijn

gebroken opnieuw worden gebroken tot de ringvormige divergerende lichtbundel.

De lichtbundels kunnen ook aan het belichtingsgedeelte worden verschaft nadat de lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels
5 zijn gebroken.

De aanvankelijke lichtbundels vallen op het eerste lensstelsel 504 en meerdere parallelle lichtbundels worden door het eerste lensstelsel 504 uitgezonden. Daarna dient de meerdere parallelle lichtbundels zonder breking door het tweede lensstelsel te lopen.
10 Daartoe wordt ten minste een van de eerste spleetafstand tussen het eerste en het tweede doorlaatelement en de tweede spleetafstand tussen het tweede en het derde doorlaatelement van het eerste lensstelsel bestuurd om groter dan 0 te zijn, en de eerste en de tweede conische lens van het tweede lensstelsel maken contact met
15 elkaar zodat de meerdere parallelle lichtbundels door het tweede lensstelsel kan worden gezonden.

Fig. 15B is een aanzicht dat de lichtbundels weergeeft die aan het belichtingsgedeelte worden verschaft nadat de lichtbundels tot vier parallelle lichtbundels zijn gebroken.

20 Het eerste besturingsgedeelte 512 scheidt het eerste doorlaatelement 506 en het tweede doorlaatelement 508 van het eerste lensstelsel 504 van elkaar, en het tweede besturingsgedeelte 514 scheidt tevens het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 van het eerste lensstelsel 504 van elkaar. Ook maakt het derde
25 besturingsgedeelte 522 het mogelijk dat de eerste en de tweede conische lens 518 en 520 van het tweede lensstelsel 516 contact met elkaar maken. Derhalve worden de initiële lichtbundels door het eerste lensstelsel 504 tot vier parallelle lichtbundels gebroken, en worden de vier parallelle lichtbundels zonder breking door het tweede
30 lensstelsel 516 gezonden om op het object te worden geprojecteerd.

De parallelle lichtbundels die door het tweede lensstelsel 516 zijn uitgezonden lopen door de condensatorlens 524. Daaropvolgend vallen de parallelle lichtbundels op het reticulepatroon 526 onder een schuine invalshoek en worden deze door het reticulepatroon 526
35 afgebogen. Dan lopen de afgebogen lichtbundels naar de projectielens 528. De lichtbundels die door de projectielens 528 lopen interfereren met elkaar op een vlak van het object, en het object wordt belicht met licht uit de lichtbundels die door de projectielens lopen.

De invallende lichtbundels die op het object worden
40 geprojecteerd worden dus door het eerste en het tweede lensstelsel

504 en 516 in verschillende vormen omgezet, en de initiële lichtbundels die door het gedeelte 200 voor het genereren van de lichtbundels zijn opgewekt worden tot parallelle lichtbundels gebroken waarmee het object wordt belicht, hetgeen resulteert in een
5 verbetering van het belichtingsrendement en de productiviteit van de halfgeleiderinrichting.

Fig. 15C is een aanzicht dat de lichtbundels weergeeft die door het belichtingsgedeelte worden verschaft nadat de lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels zijn gebroken.

10 Het eerste besturingsgedeelte 512 scheidt het eerste en het tweede doorlaatelement 506 en 508 van het eerste lensstelsel 504 van elkaar, en het tweede besturingsgedeelte 514 scheidt het tweede en het derde doorlaatelement 508 en 510 van het eerste lensstelsel van
15 elkaar. Ook maakt het derde besturingsgedeelte 522 het mogelijk dat de eerste en de tweede conische lens 518 en 520 van het tweede lensstelsel 518 contact met elkaar maken. Dienovereenkomstig worden de aanvankelijke lichtbundels door het eerste lensstelsel 504 tot twee parallelle lichtbundels gebroken, en lopen de twee parallelle lichtbundels zonder breking door het tweede lensstelsel 516 om op het
20 object te worden geprojecteerd.

De parallelle lichtbundels die door het tweede lensstelsel 516 zijn uitgezonden lopen door de condensatorlens 524. Daaropvolgend vallen de parallelle lichtbundels onder een schuine invalshoek op het reticule patroon 526 en worden deze door het reticule patroon 526
25 afgebogen. Dan lopen de afgebogen lichtbundels naar de projectielens 528. De lichtbundels die door de projectielens 528 lopen interfereren op een vlak van het object, en het object wordt met licht belicht uit de lichtbundels die door de projectielens 528 lopen.

De invallende lichtbundels die op het object worden
30 geprojecteerd worden derhalve door het eerste en het tweede lensstelsel 504 en 516 in een andere vorm omgezet, en de initiële lichtbundels die opgewekt zijn door het gedeelte 200 voor het opwekken van de lichtbundels worden tot parallelle lichtbundels gebroken die worden gebruikt voor het belichten van het object,
35 hetgeen resulteert in een verbetering van het belichtingsrendement en van de productiviteit van de halfgeleiderinrichting.

Volgens de vierde uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding worden drie doorlaatelementen 506, 508 en 510 gebruikt voor het breken van het initiële licht tot parallelle lichtbundels, echter zal
40 het duidelijk zijn dat ook vier doorlaatelementen, zoals het eerste,

het tweede, het derde en het vierde doorlaatelement volgens de tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, kunnen worden gebruikt in plaats van de drie doorlaatelementen.

Werkwijze voor het belichten van een object met lichtbundels

5 Een werkwijze voor het belichten van een object met lichtbundels wordt in het navolgende toegelicht:

Uitvoeringsvorm 5

Fig. 16 toont een stroomdiagram voor het toelichten van een eerste werkwijze voor het belichten van een object met lichtbundels.

10 Onder verwijzing naar fig. 16 worden lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling door het gedeelte voor het opwekken van de lichtbundels opgewekt, waarbij dit gedeelte een lichtbron en een facetlens omvat. Lichtbundels die door de lichtbron zijn verschaft lopen als parallelle lichtbundels met een uniforme
15 intensiteitsverdeling nadat deze door de facetlens zijn gegaan die microlenzen omvat voor het omzetten van licht tot parallelle lichtbundels (Stap S10).

Daaropvolgend worden de parallelle lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels gebroken (Stap S12). In het bijzonder
20 worden de initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels gebroken die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van een eerste richtingslijn die loodrecht staat op een loopricting van de initiële lichtbundels. De initiële lichtbundels worden tot twee divergerende lichtbundels gebroken op een uittreevlak van het
25 eerste doorlaatelement 104 zoals in fig. 5 getoond. Een samengestelde intensiteit van de twee divergerende lichtbundels is ongeveer gelijk aan een intensiteit van de initiële lichtbundels voordat deze gebroken worden. Elk van de twee divergerende lichtbundels wordt
30 gebroken. Bij voorkeur worden de twee divergerende lichtbundels zodanig gebroken dat beide lichtfluxen van de twee divergerende lichtbundels gelijk aan elkaar zijn en zodanig dat deze onder de dezelfde brekingshoek worden gebroken.

Daaropvolgend worden de twee divergerende lichtbundels tot twee
35 parallelle lichtbundels gebroken (Stap S14). De twee parallelle lichtbundels lopen in dezelfde richting als de initiële lichtbundels. De twee divergerende lichtbundels die door het eerste doorlaatelement 104 zijn gedivergeerd worden door het tweede doorlaatelement tot twee parallelle lichtbundels gebroken en lopen in dezelfde richting als de
40 initiële lichtbundels.

Een tussenruimteafstand tussen de twee parallelle lichtbundels die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van de eerste richtingslijn, wordt bepaald door de brekingshoek waaronder de initiële lichtbundels tot de twee divergerende lichtbundels zijn gebroken, en de loopafstand van de twee divergerende lichtbundels 5 alvorens de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels worden gebroken. Aangezien de relatie tussen de brekingshoek en de loopafstand eenvoudig met behulp van een trigonometrische functie kan worden bepaald wordt een mathematische 10 vergelijking voor de brekingshoek en de loopafstand hier overgeslagen.

De twee parallelle lichtbundels worden op een object geprojecteerd, en het object wordt daarbij met licht belicht uit de twee parallelle lichtbundels (Stap S16).

15 De twee parallelle lichtbundels lopen door de condensatorlens en daaropvolgend vallen de twee parallelle lichtbundels op het reticulepatroon om door het reticulepatroon te worden afgebroken. Als een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding is het object een fotoresistieve laag op een halfgeleider wafer.

20 De twee parallelle lichtbundels vallen onder een schuine invalshoek op het reticulepatroon en worden door het reticulepatroon afgebogen. Het afgebogen licht loopt dan naar de projectielens. Van de afgebogen lichtbundels, lopen afgebogen lichtbundels van de orde nul en de orde +1 door de projectielens en lopen afgebogen 25 lichtbundels van de orde -1 buiten de projectielens. Hogere orde afgebogen lichtbundels lopen langs andere paden.

Afgebogen lichtbundels van de orde nul en de orde +1 die door de projectielens lopen interfereren op een vlak van het object en een laag die gevormd is op het vlak van het object wordt in 30 afhankelijkheid van het reticulepatroon selectief belicht.

Wanneer een object derhalve gedeeltelijk met lichtbundels wordt belicht kan de brandpuntsdiepte en de resolutie worden verbeterd door de twee parallelle lichtbundels die uit de initiële lichtbundels zijn gebroken op het object te projecteren. Aangezien de samengestelde 35 intensiteit van de twee parallelle lichtbundels die op het reticule patroon worden geprojecteerd ongeveer gelijk is aan een intensiteit van de initiële lichtbundels voor breking, kan tevens een belichtingsrendement worden vergroot en kan een bewerkingstijd worden verkort.

40 Uitvoeringsvorm 6

1021785

Fig. 17 toont een stroomdiagram voor het toelichten van een tweede werkwijze voor het belichten van een object met lichtbundels.

Onder verwijzing naar fig. 17 worden lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling door het gedeelte voor het opwekken van de lichtbundels, dat een lichtbron en een facetlens omvat, opgewekt. Lichtbundels die door de lichtbron zijn verschaft lopen als parallelle lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling nadat deze door de facetlens zijn gegaan die microlenzen omvat voor het omzetten van licht tot parallelle lichtbundels (Stap S20).

Daarna worden de twee parallelle lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels gebroken (Stap S22). Onder verwijzing naar fig. 9 breekt het eerste doorlaatelement 204 de initiële lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die langs een eerste pad resp. een tweede pad lopen, welke symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van een eerste richtingslijn 220 die loodrecht staat op een looprichting van de initiële lichtbundels 300. Het tweede doorlaatelement 206 breekt de twee divergerende lichtbundels 302 tot twee parallelle lichtbundels 304 die in dezelfde richting als de initiële lichtbundels 300 lopen. Het derde doorlaatelement 208 breekt de twee parallelle lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn ten opzichte van een tweede richtingslijn die loodrecht staat op de looprichting van de initiële lichtbundels 300 die door het gedeelte 200 voor het genereren van de lichtbundels zijn uitgezonden.

Een samengestelde intensiteit van de vier divergerende lichtbundels is ongeveer gelijk aan een intensiteit van de initiële lichtbundels voor breking. Een scherpe hoek die gevormd wordt tussen de eerste en de tweede richtingslijn ligt in een gebied van ongeveer 45 tot 90 graden.

Bij voorkeur is vereist dat de vier divergerende lichtbundels zodanig worden gebroken dat elk van de vier divergerende lichtbundels dezelfde lichtflux en dezelfde brekingshoek heeft. Ten eerste worden de initiële lichtbundels onder dezelfde brekingshoek tot de twee divergerende lichtbundels gebroken, en dan worden de twee gebroken lichtbundels opnieuw tot twee parallelle lichtbundels gebroken. Op dat moment worden de initiële lichtbundels zodanig gebroken dat beide dezelfde lichtflux hebben. Derhalve zijn ook de lichtfluxen van de twee parallelle lichtbundels aan elkaar gelijk. De tweede richtingslijn, ten opzichte waarvan de twee divergerende lichtbundels symmetrisch tot vier divergerende lichtbundels worden gebroken komt

daarmee loodrecht te staan op de eerste richtingslijn. De twee
parallele lichtbundels worden resp. onder dezelfde brekingshoek tot
de vier divergerende lichtbundels gebroken. Op dat moment worden de
twee divergerende lichtbundels zodanig gebroken dat de respectieve
5 lichtflux van elke divergerende lichtbundel aan elkaar gelijk is, en
vormen deze vier divergerende lichtbundels.

Het vierde doorlaatelement 210 zoals getoond in fig. 9 breekt
de vier divergerende lichtbundels 210 dan tot vier parallele
lichtbundels (Stap S24). De vier parallele lichtbundels lopen in
10 dezelfde richting als de initiële lichtbundels.

De vier divergerende lichtbundels 306 die op het uittreevlak
van het derde doorlaatelement 208 zijn gebroken en door de lucht
lopen vallen op het vierde doorlaatelement 210 dat dichter is dan de
lucht. Wanneer derhalve de vier divergerende lichtbundels op het
15 vierde doorlaatelement 210 vallen worden de vier divergerende
lichtbundels resp. symmetrisch ten opzichte van elkaar gebroken met
betrekking tot de hoeklijn waar het derde en het vierde intreedvlak
210a en 210b van het vierde doorlaatelement 210 contact met elkaar
maken.

20 De tussenruimteafstand tussen de twee parallele lichtbundels
die de eerste richtingslijn kruisen, wordt bepaald door de
brekingshoek waaronder de initiële lichtbundels tot de twee
divergerende lichtbundels worden gebroken, en door de loopafstand van
de twee divergerende lichtbundels alvorens de twee divergerende
25 lichtbundels tot twee parallele lichtbundels worden gebroken. De
tweede tussenruimteafstand tussen de vier parallele lichtbundels,
kruisend aan de tweede richtingslijn, wordt bepaald door de
brekingshoek waaronder de twee parallele lichtbundels tot de vier
divergerende lichtbundels worden gebroken, en de loopafstand van de
30 vier divergerende lichtbundels alvorens de vier divergerende
lichtbundels tot vier parallele lichtbundels worden gebroken.

Dan worden de vier parallele lichtbundels op een object
geprojecteerd en het object wordt daarbij met licht uit de vier
parallele lichtbundels belicht (Stap S26).

35 De vier parallele lichtbundels lopen door de condensatorlens,
en daaropvolgend vallen de parallele lichtbundels op het
reticulepatroon om door het reticulepatroon te worden afgebogen. De
afgebogen lichtbundels lopen naar de projectielens. Als een
uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding is het object een
40 fotoresistieve laag op een halfgeleider wafer.

Wanneer derhalve een object met licht wordt belicht kan de brandpuntsdiepte en de resolutie worden verbeterd door de vier parallelle lichtbundels die zijn gebroken uit het initiële licht op het object te projecteren. Aangezien een samengestelde intensiteit
5 van de vier parallelle lichtbundels die op het reticulepatroon vallen ongeveer gelijk is aan een intensiteit van de initiële lichtbundels voor breking kan ook een belichtingsrendement worden vergroot en kan een bewerkingstijd worden verkort.

De tweede werkwijze voor het belichten van een object met licht
10 is toegelicht aan de hand van de belichtingsinrichting volgens de tweede uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding. Het is echter logisch dat de tweede werkwijze voor het belichten van een object met licht ook kan worden toegelicht aan de hand van de belichtingsinrichting volgens de derde uitvoeringsvorm van de
15 onderhavige uitvinding.

In de onderhavige uitvinding, zoals deze in het bovenstaande beschreven is, worden de initiële lichtbundels tot een verscheidenheid van schuin invallende lichtbundels gebroken, en de schuin invallende lichtbundels worden op het reticulepatroon
20 gebroken. Dienovereenkomstig kan de brandpuntsdiepte en de resolutie van het belichtings- en projectiesysteem worden verbeterd, en kan een productiviteit van de halfgeleiderinrichting worden vergroot door het belichtingsrendement te vergroten.

Alhoewel de voorkeursuitvoeringsvormen van de onderhavige
25 uitvinding zijn beschreven zal het duidelijk zijn dat de onderhavige uitvinding niet dient te worden beperkt tot deze voorkeursuitvoeringsvormen maar dat verscheidene veranderingen en aanpassingen binnen het wezen en de omvang van de onderhavige uitvinding zoals die hierna in de conclusies is beschreven, door een
30 vakman kunnen worden aangebracht.

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het belichten van een object, omvattende de
5 stappen van:

het opwekken van lichtbundels met een uniforme
intensiteitsverdeling;

het breken van de lichtbundels tot meerdere divergerende
lichtbundels;

10 het breken van de meerdere divergerende lichtbundels tot
meerdere parallelle lichtbundels; en

het belichten van het object met de meerdere parallelle
lichtbundels, waarbij de meerdere divergerende lichtbundels een
gecombineerde intensiteit hebben die ongeveer gelijk is aan de
15 intensiteit van de lichtbundel vóór breking.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de meerdere divergerende
lichtbundels onder ongeveer gelijke hoeken wordt gebroken.

20 3. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de meerdere divergerende
lichtbundels onder verschillende hoeken wordt gebroken.

4. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de lichtbundels tot twee
divergerende lichtbundels worden gebroken.

25

5. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de lichtbundels tot vier
divergerende lichtbundels worden gebroken.

6. Werkwijze volgens conclusie 5, waarbij de lichtbundels tot vier
30 parallelle lichtbundels worden gebroken door:

het breken van de lichtbundels tot twee divergerende
lichtbundels;

het breken van de twee divergerende lichtbundels tot twee
parallelle lichtbundels;

35 het breken van de twee parallelle lichtbundels tot vier
divergerende lichtbundels; en

het breken van de vier divergerende lichtbundels tot vier
parallelle lichtbundels.

7. Werkwijze volgens conclusie 6, waarbij een eerste richtingslijn met betrekking tot welke de lichtbundels symmetrisch tot twee divergerende lichtbundels zijn gebroken en een tweede richtingslijn met betrekking tot welke de twee parallelle lichtbundels symmetrisch
5 tot vier divergerende lichtbundels zijn gebroken onder een hoek staan.

8. Werkwijze volgens conclusie 7, waarbij de hoek tussen ongeveer 45 en ongeveer 90 graden is.

10

9. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij alvorens het object wordt belicht, het licht van de meerdere parallelle lichtbundels middels een patroon wordt afgebogen.

15 10. Werkwijze volgens conclusie 9, waarbij het patroon een reticulepatroon is.

11. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het object een halfgeleider wafer is.

20

12. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het object een fotoresistieve laag van een halfgeleider wafer is.

13. Inrichting voor het belichten van een object, omvattende:
25 een middel voor het opwekken van lichtbundels met een uniforme intensiteitsverdeling;

een eerste brekingsmiddel voor het breken van de lichtbundels tot meerdere divergerende lichtbundels;

30 een tweede brekingsmiddel voor het breken van de meerdere divergerende lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels; en een middel voor het belichten van het object met de meerdere parallelle lichtbundels.

14. Inrichting volgens conclusie 13, waarbij het licht tot twee
35 divergerende lichtbundels wordt gebroken.

15. Inrichting volgens conclusie 14, waarbij het eerste brekingsmiddel een eerste doorlaatelement is voor het breken van het licht tot twee divergerende lichtbundels die symmetrisch zijn ten

opzichte van een eerste richtingslijn die loodrecht staat op een looprichting van de lichtbundels.

16. Inrichting volgens conclusie 15, waarbij het eerste
5 doorlaatelement een intreedvlak heeft dat loodrecht staat op de looprichting van de lichtbundels, vier zijvlakken die loodrecht staan op het intreedvlak en die parallel lopen aan de looprichting van de lichtbundels en twee uittreevlakken die een tezamen een V-vormige groef vormen en die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met
10 betrekking tot de eerste richtingslijn.

17. Inrichting volgens conclusie 14, waarbij het tweede brekingsmiddel een tweede doorlaatelement is voor het breken van de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels, die
15 symmetrisch zijn ten opzichte van de eerste richtingslijn en die in dezelfde richting lopen als de lichtbundels.

18. Inrichting volgens conclusie 17, waarbij het tweede doorlaatelement twee intreevlakken omvat die tezamen in
20 dwarsdoorsnede een driehoeksvorm hebben tegen de looprichting van de lichtbundels in, met een hoeklijn waar de twee intreedvlakken contact met elkaar maken, waarbij de hoeklijn parallel loopt aan de eerste richtingslijn, en waarbij het driehoeksvormige gedeelte in de richting naar het eerste brekingsmiddel toe uitsteekt, vier
25 zijvlakken die parallel lopen aan de looprichting van de lichtbundel, en een uittreevlak dat tegenover de intreevlakken ligt en dat loodrecht staat op de looprichting van de lichtbundels.

19. Inrichting volgens conclusie 113, waarbij het eerste
30 brekingsmiddel de lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels breekt, die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de eerste richtingslijn en de tweede richtingslijn, die beide loodrecht staan op de looprichting van de lichtbundels.

35 20. Inrichting volgens conclusie 19, waarbij het eerste brekingsmiddel omvat:

een eerste doorlaatelement voor het breken van de lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels;

een tweede doorlaatelement voor het breken van de twee
40 divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels; en

een derde doorlaatelement voor het breken van de twee
parallele lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels.

21. Inrichting volgens conclusie 20, waarbij

5 het eerste doorlaatelement een eerste intreedvlak omvat dat
loodrecht staat op de looprichting van de lichtbundels, vier eerste
zijvlakken die loodrecht staan op het eerste intreedvlak en die
parallel lopen aan de looprichting van de lichtbundels, en twee
eerste uittreevlakken die tezamen een V-vormige groef vormen en die
10 symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de eerste
richtingslijn, waarbij de eerste uittreevlakken tegenover het eerste
intreedvlak liggen;

het tweede doorlaatelement twee tweede intreedvlakken omvat die
in dwarsdoorsnede een driehoeksvorm hebben tegen de looprichting van
15 de lichtbundels in, met een hoeklijn, waar de twee intreedvlakken
contact met elkaar maken, parallel aan de eerste richtingslijn en
uitstekend in de richting naar het eerste doorlaatelement toe, vier
tweede zijvlakken die parallel lopen aan de looprichting van de
lichtbundels, en waarbij de twee tweede uittreevlakken tezamen een V-
20 vormige groef vormen en symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met
betrekking tot de tweede richtingslijn; en

het derde doorlaatelement omvat: een derde intreedvlak dat
loodrecht staat op de looprichting van de lichtbundels, vier derde
zijvlakken die loodrecht staan op het derde intreedvlak en parallel
25 lopen aan de looprichting van de lichtbundels, en twee derde
uittreevlakken die tezamen een V-vormige groef vormen en die
symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot een
tweede richtingslijn, waarbij de derde uittreevlakken tegenover het
derde intreevlak liggen.

30

22. Inrichting volgens conclusie 19, waarbij het eerste
brekingsmiddel omvat:

een eerste doorlaatelement voor het breken van de lichtbundels
tot twee divergerende lichtbundels;

35 een tweede doorlaatelement voor het breken van de twee
divergerende lichtbundels tot twee parallele lichtbundels en het
breken van de twee parallele lichtbundels tot vier divergerende
lichtbundels.

40 23. Inrichting volgens conclusie 20, waarbij

het eerste doorlaatelement omvat: een eerste intreedvlak dat loodrecht staat op de looprichting van de lichtbundels, vier eerste zijvlakken die loodrecht staan op het intreedvlak en parallel lopen aan de looprichting van de lichtbundels, en twee eerste

5 uittreevlakken die tezamen een V-vormige groef vormen en symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de eerste richtingslijn, waarbij de eerste uittreevlakken tegenover het eerste intreevlak liggen; en

het tweede doorlaatelement omvat: twee tweede intreedvlakken
10 met in dwarsdoorsnede een driehoeksvorm tegen de looprichting van de lichtbundels in, met een hoeklijn waar de twee intreedvlakken contact met elkaar maken, parallel aan de eerste richtingslijn en uitstekend in de richting naar het eerste doorlaatelement toe, vier tweede zijvlakken die parallel lopen aan de looprichting van de
15 lichtbundels, en waarbij de twee tweede uittreevlakken een V-vormige groef vormen en symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de tweede richtingslijn.

24. Inrichting volgens conclusie 13, verder omvattende een
20 besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing tussen het eerste brekingsmiddel en het tweede brekingsmiddel, waarbij in het geval dat het besturingsmiddel het eerste brekingsmiddel van het tweede brekingsmiddel scheidt, het licht tot de meerdere divergerende lichtbundels wordt gebroken en de meerdere
25 divergerende lichtbundels tot de meerdere parallelle lichtbundels wordt gebroken, en in het geval dat het besturingsmiddel het eerste brekingsmiddel en het tweede brekingsmiddel met elkaar in contact brengt, het licht als een geheel en zonder breking door het eerste brekingsmiddel en het tweede brekingsmiddel loopt.

30

25. Inrichting volgens conclusie 24, waarbij het eerste brekingsmiddel een eerste doorlaatelement is voor het breken van de lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels die symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot een eerste richtingslijn
35 die loodrecht staat op de looprichting van de lichtbundels, en het tweede brekingsmiddel een tweede doorlaatelement is voor het breken van de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels, zodanig dat de twee parallelle lichtbundels symmetrisch ten opzichte van elkaar zijn met betrekking tot de eerste
40 richtingslijn en in dezelfde richting lopen als de lichtbundels.

26. Inrichting volgens conclusie 24, verder omvattende een derde brekingsmiddel voor het breken van de meerdere parallelle lichtbundels tot meerdere tweede divergerende lichtbundels, en een vierde brekingsmiddel voor het breken van de meerdere tweede
5 divergerende lichtbundels tot meerdere parallelle lichtbundels.

27. Inrichting volgens conclusie 26, verder omvattende een tweede besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing tussen het derde brekingsmiddel en het vierde brekingsmiddel, waarbij
10 in het geval dat het tweede besturingsmiddel het derde brekingsmiddel en het vierde brekingsmiddel van elkaar scheidt, lichtbundels die door het tweede brekingsmiddel lopen tot de meerdere tweede divergerende lichtbundels breekt en de meerdere tweede divergerende lichtbundels tot de meerdere tweede parallelle lichtbundels breekt,
15 en in het geval dat het besturingsmiddel het derde brekingsmiddel en het vierde brekingsmiddel in contact met elkaar brengt, de lichtbundels die door het tweede brekingsmiddel lopen als een geheel en zonder breking door het derde brekingsmiddel en het vierde brekingsmiddel laat passeren.

20

28. Inrichting volgens conclusie 13, waarbij het eerste brekingsmiddel omvat: een eerste doorlaatelement voor het breken van de lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels en een tweede doorlaatelement voor het breken van de twee divergerende lichtbundels
25 tot twee parallelle lichtbundels, waarbij het tweede doorlaatelement de twee divergerende lichtbundels tot vier divergerende lichtbundels breekt en het tweede brekingsmiddel omvat: een derde doorlaatelement voor het breken van de vier divergerende lichtbundels die door het tweede doorlaatelement lopen tot vier parallelle lichtbundels.

30

29. Inrichting volgens conclusie 28, verder omvattende een eerste besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing tussen het eerste doorlaatelement en het tweede doorlaatelement, waarbij in het geval dat het eerste besturingsmiddel het eerste
35 doorlaatelement scheidt van het tweede doorlaatelement, de lichtbundels die door het eerste doorlaatelement lopen tot meerdere eerste divergerende lichtbundels breekt en de meerdere eerste divergerende lichtbundels breekt tot meerdere parallelle lichtbundels, en in het geval dat het eerste besturingsmiddel het
40 eerste doorlaatelement en het tweede doorlaatelement in contact met

elkaar brengt, de lichtbundels als een geheel en zonder breking door het eerste doorlaatelement en het tweede doorlaatelement lopen.

30. Inrichting volgens conclusie 28, verder omvattende een tweede
5 besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing
tussen het tweede doorlaatelement en het derde doorlaatelement,
waarbij in het geval dat het tweede besturingsmiddel het tweede
doorlaatelement scheidt van het derde doorlaatelement, lichtbundels
die door het tweede doorlaatelement lopen breken tot meerdere tweede
10 divergerende lichtbundels en de meerdere tweede divergerende
lichtbundels breken tot meerdere parallelle lichtbundels, en in het
geval dat het tweede besturingsmiddel het tweede doorlaatelement in
contact brengt met het derde doorlaatelement, de lichtbundels die
door het tweede doorlaatelement lopen als een geheel en zonder
15 breking door het tweede doorlaatelement en het derde doorlaatelement
lopen.

31. Inrichting volgens conclusie 13, verder omvattende een derde
brekingsmiddel voor het breken van de lichtbundels tot een
20 ringvormige divergerende lichtbundel die divergeert rond een
middelpunt van het licht; en een vierde brekingsmiddel voor het
converteren van de ringvormige divergerende lichtbundel tot een
ringvormige parallelle lichtbundel.

25 32. Inrichting volgens conclusie 31, verder omvattende een derde
besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing
tussen het derde brekingsmiddel en het vierde brekingsmiddel, waarbij
in het geval dat het derde besturingsmiddel het derde brekingsmiddel
van het vierde brekingsmiddel scheidt, lichtbundels die op het derde
30 brekingsmiddel vallen tot de ringvormige divergerende lichtbundel
worden gebroken en de ringvormige divergerende lichtbundel tot
parallelle lichtbundels wordt gebroken, en in het geval dat het derde
besturingsmiddel het derde brekingsmiddel en het vierde
brekingsmiddel met elkaar in contact brengt, de lichtbundels die
35 invallen op het derde brekingsmiddel als een geheel en zonder breking
door het derde brekingsmiddel en het vierde brekingsmiddel lopen.

33. Inrichting voor het belichten van een object, omvattende:
een middel voor het opwekken van lichtbundels met een uniforme
40 intensiteitsverdeling;

een eerste lensstelsel voor het breken of doorlaten van eerste lichtbundels die daarop invallen, waarbij de eerste lichtbundels worden gebroken tot meerdere divergerende lichtbundels en de meerdere divergerende lichtbundels wordt gebroken tot meerdere parallelle 5 lichtbundels, of waarbij de eerste lichtbundels zonder breking door het eerste lensstelsel lopen;

een tweede lensstelsel voor het breken of doorlaten van een tweede lichtbundel die daarop valt, waarbij de tweede lichtbundel tot een ringvormige divergerende lichtbundel worden gebroken en de 10 ringvormige divergerende lichtbundel tot een ringvormige parallelle lichtbundel wordt gebroken, of waarbij de tweede lichtbundels zonder breking door het tweede lensstelsel lopen; en

een middel voor het belichten van een object met de meerdere parallelle lichtbundels of de ringvormige parallelle lichtbundel. 15

34. Inrichting volgens conclusie 33, waarbij het eerste lensstelsel omvat:

een eerste doorlaatelement voor het breken van lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels;

20 een tweede doorlaatelement voor het breken van de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels; en

een eerste besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing tussen het eerste doorlaatelement en het tweede doorlaatelement, waarbij in het geval dat het eerste besturingsmiddel 25 het eerste doorlaatelement scheidt van het tweede doorlaatelement, de lichtbundels tot twee divergerende lichtbundels worden gebroken en de twee divergerende lichtbundels tot twee parallelle lichtbundels worden gebroken, en in het geval dat het eerste besturingsmiddel het eerste doorlaatelement in contact brengt met het tweede 30 doorlaatelement, de lichtbundels als een geheel en zonder breking door het eerste doorlaatelement en het tweede doorlaatelement lopen.

35. Inrichting volgens conclusie 33, waarbij het tweede lensstelsel omvat:

35 een derde doorlaatelement voor het breken van het licht tot een ringvormige divergerende lichtbundels die divergeert rond een middelpunt van het licht;

een vierde doorlaatelement voor het converteren van de ringvormige divergerende lichtbundel tot een ringvormige parallelle 40 lichtbundel; en

een tweede besturingsmiddel voor het besturen van een relatieve verplaatsing tussen het derde doorlaatelement en het vierde doorlaatelement, waarbij in het geval dat het tweede besturingsmiddel het derde doorlaatelement scheidt van het vierde doorlaatelement, de 5 lichtbundels die op het derde doorlaatelement vallen tot een ringvormige divergerende lichtbundel worden gebroken en de ringvormige divergerende lichtbundel tot een ringvormige parallelle lichtbundel wordt gebroken, en in het geval dat het tweede besturingsmiddel het derde doorlaatelement in contact brengt met het 10 vierde doorlaatelement, de lichtbundels die invallen op het derde doorlaatelement als een geheel en zonder breking door het derde doorlaatelement en het vierde doorlaatelement lopen.

FIG. 1

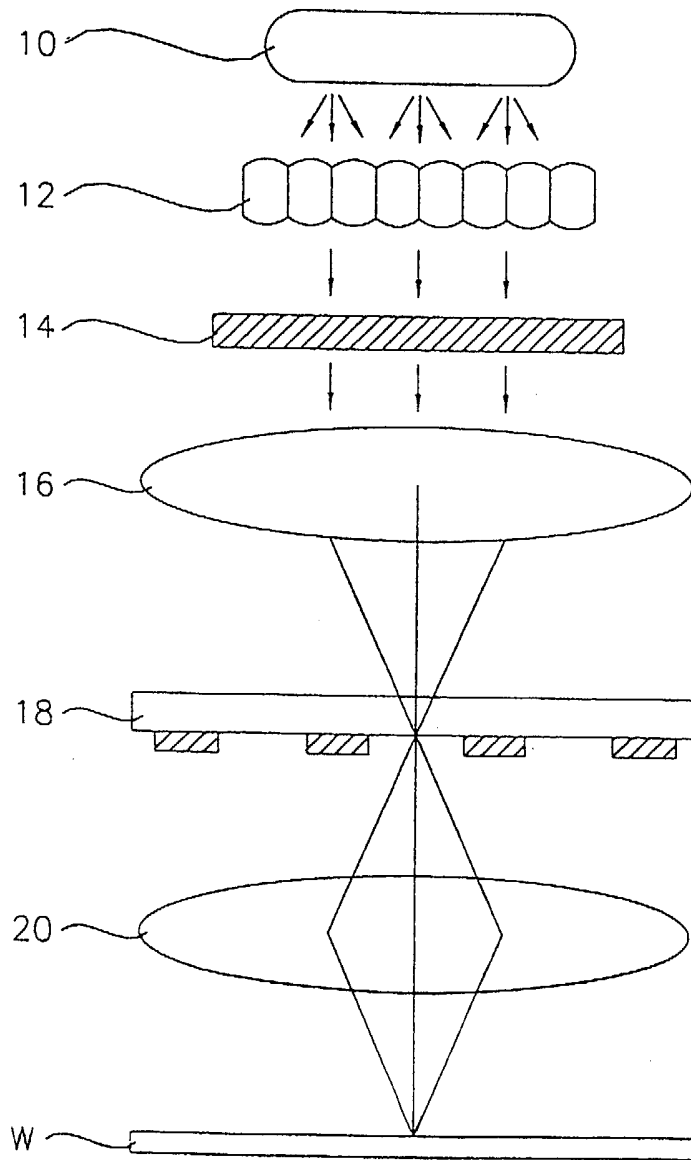


FIG.2A

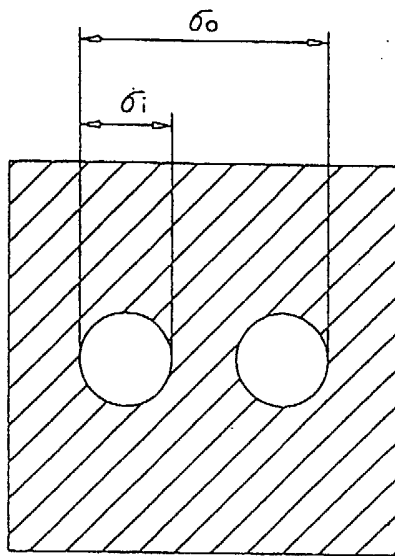


FIG.2B

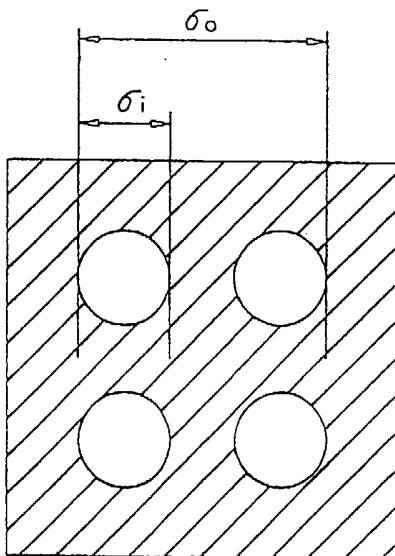


FIG.2C

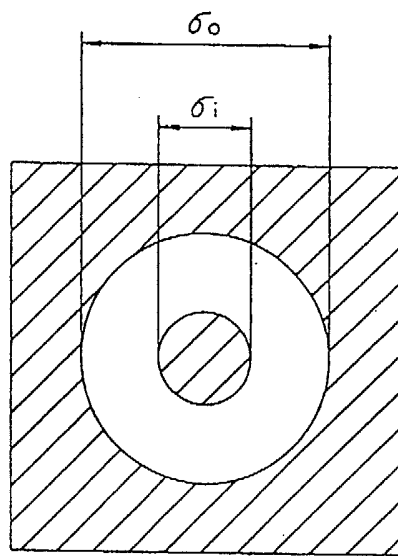


FIG. 3

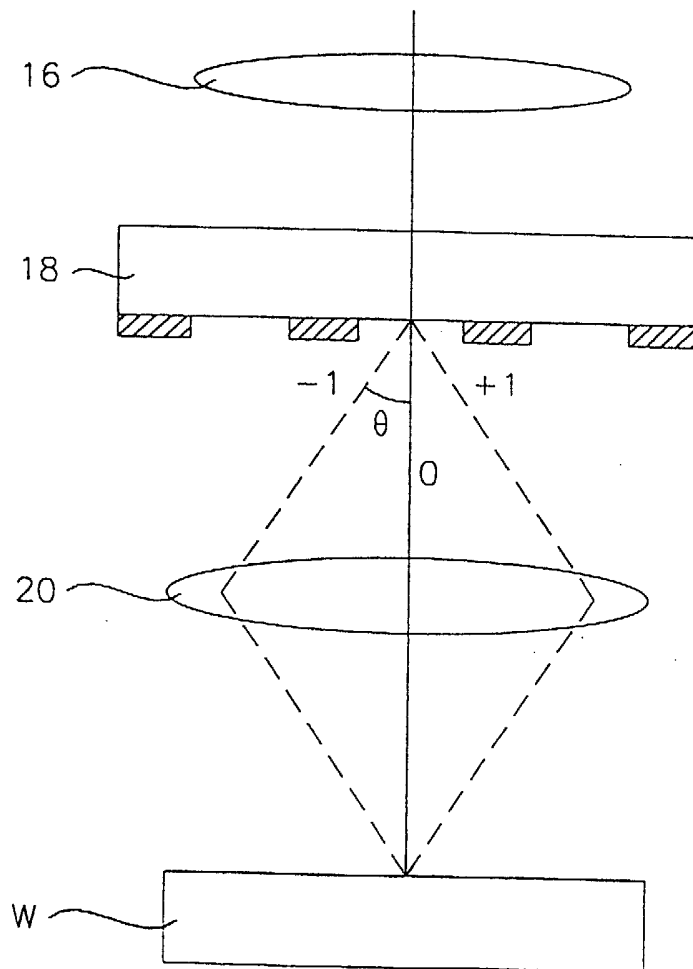


FIG. 4

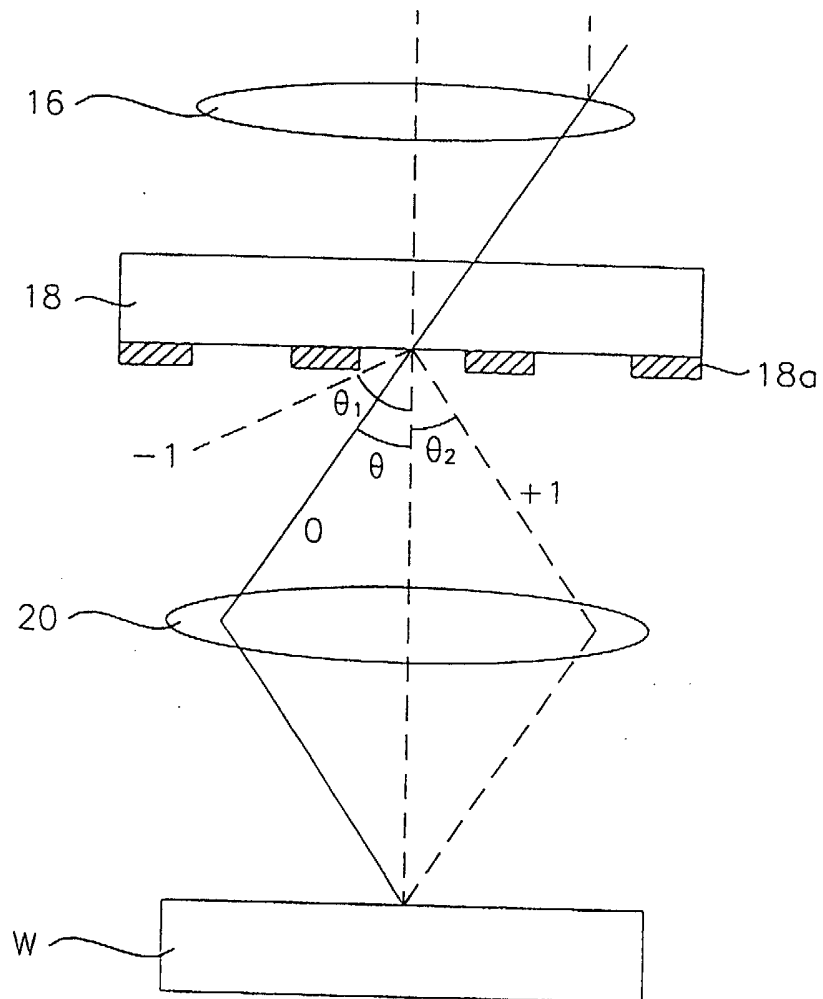


FIG. 6

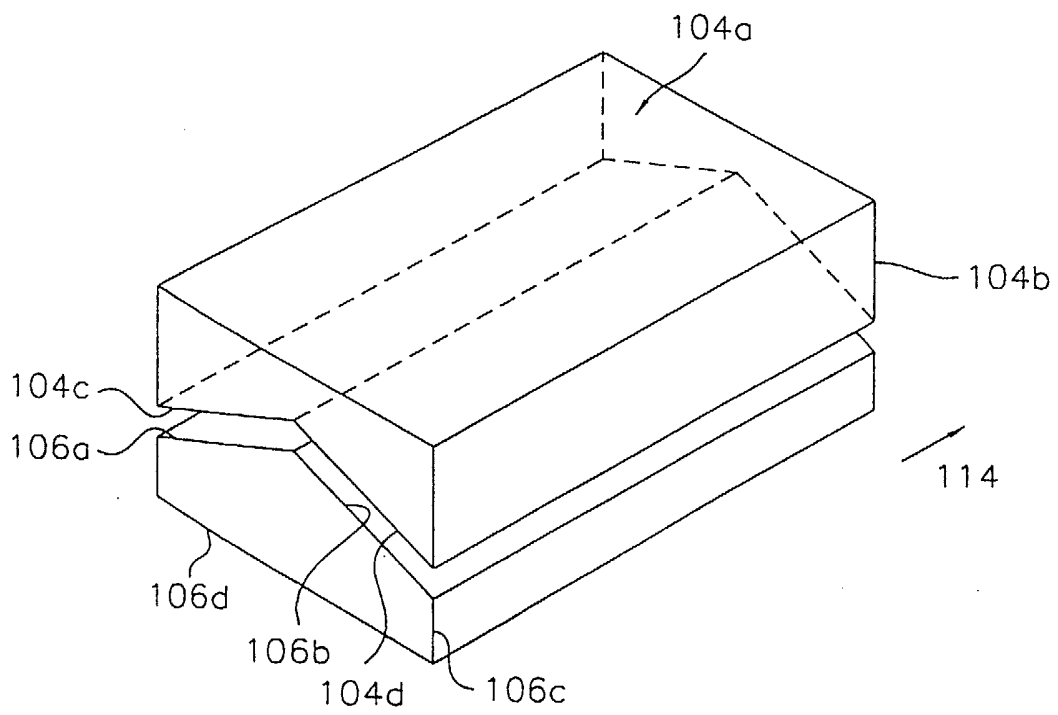


FIG. 7

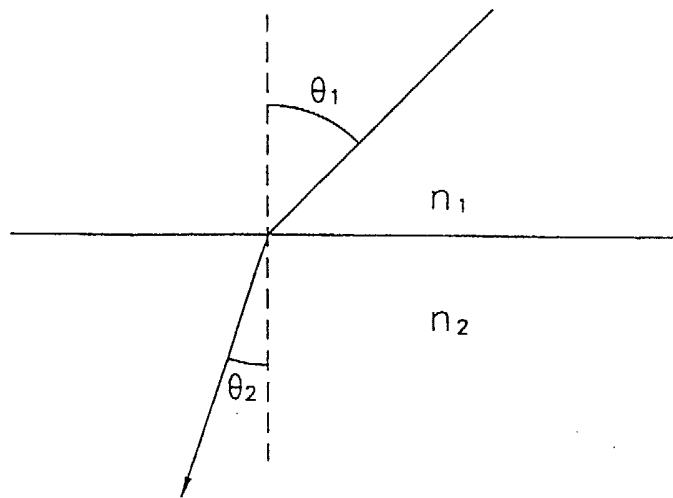


FIG. 8

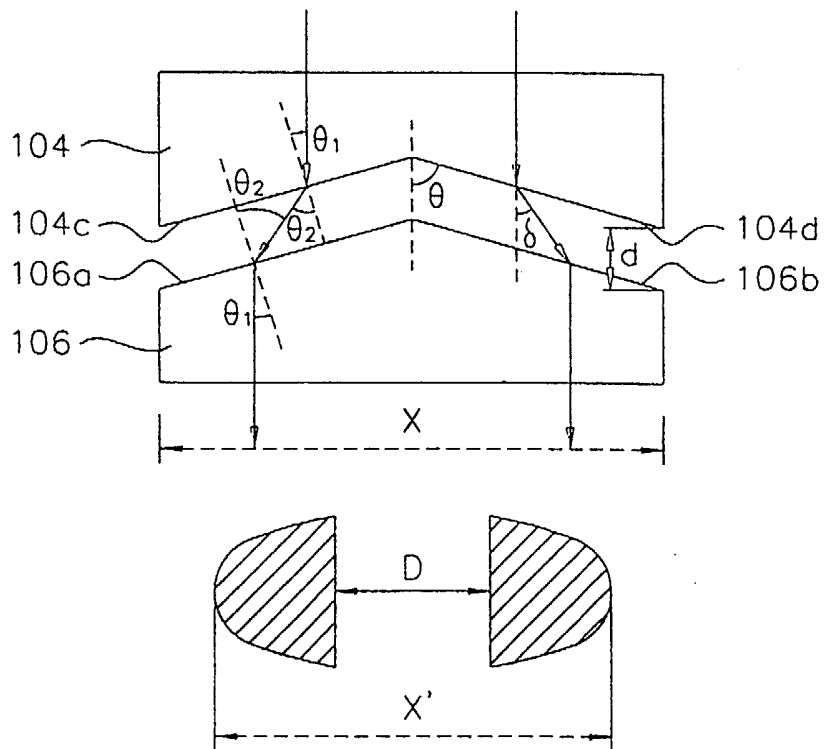


FIG. 9

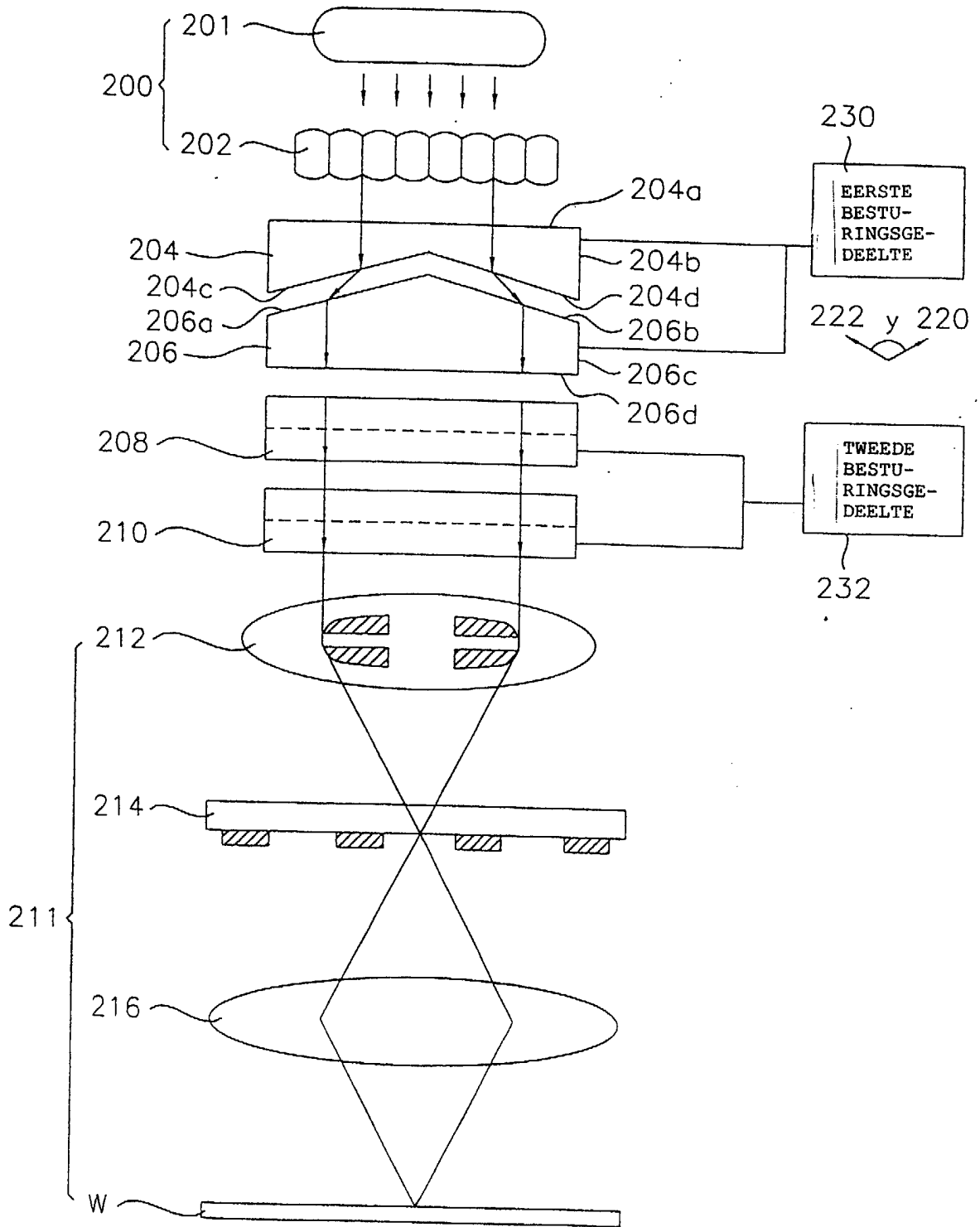


FIG. 10

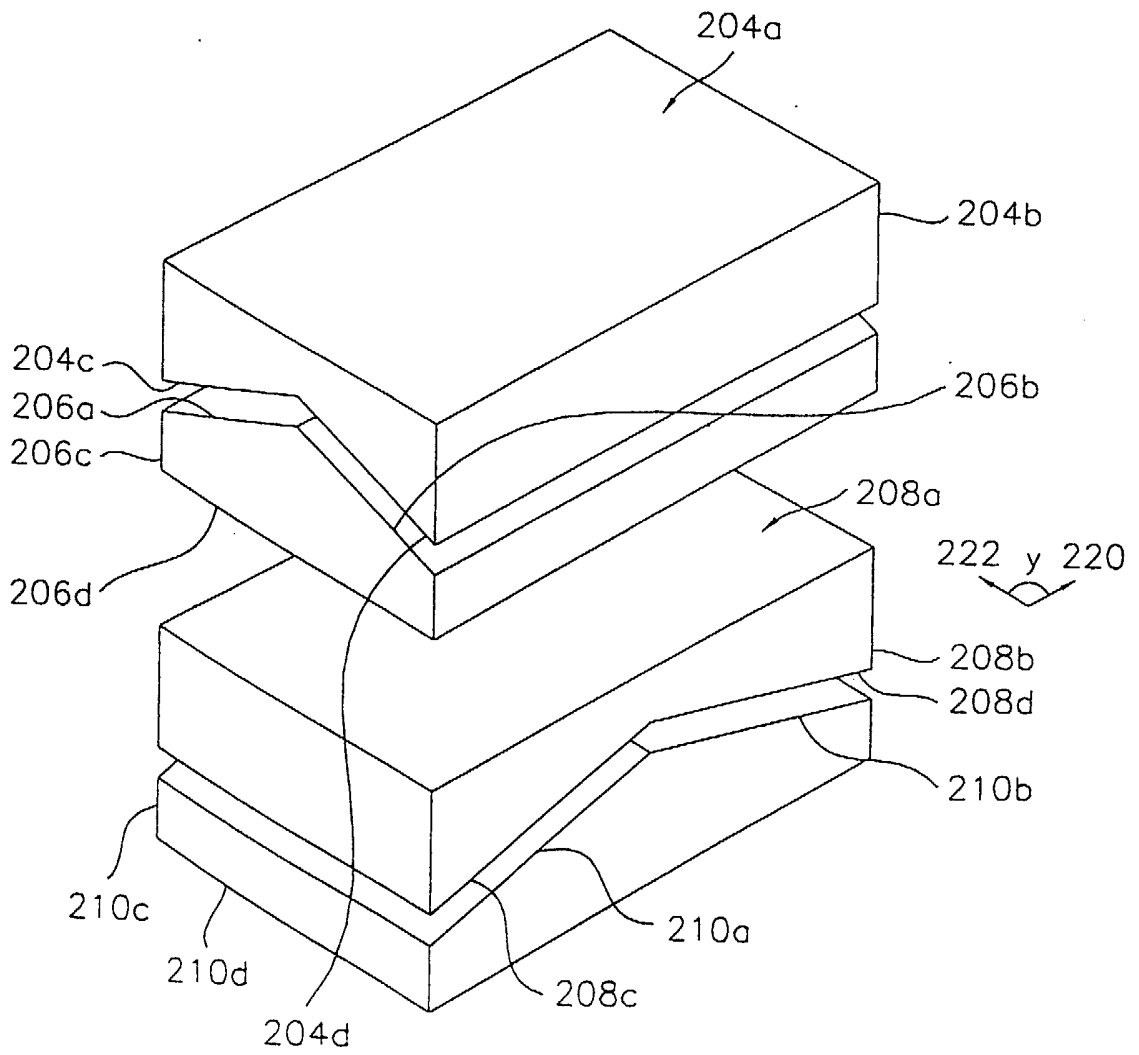


FIG. 11A

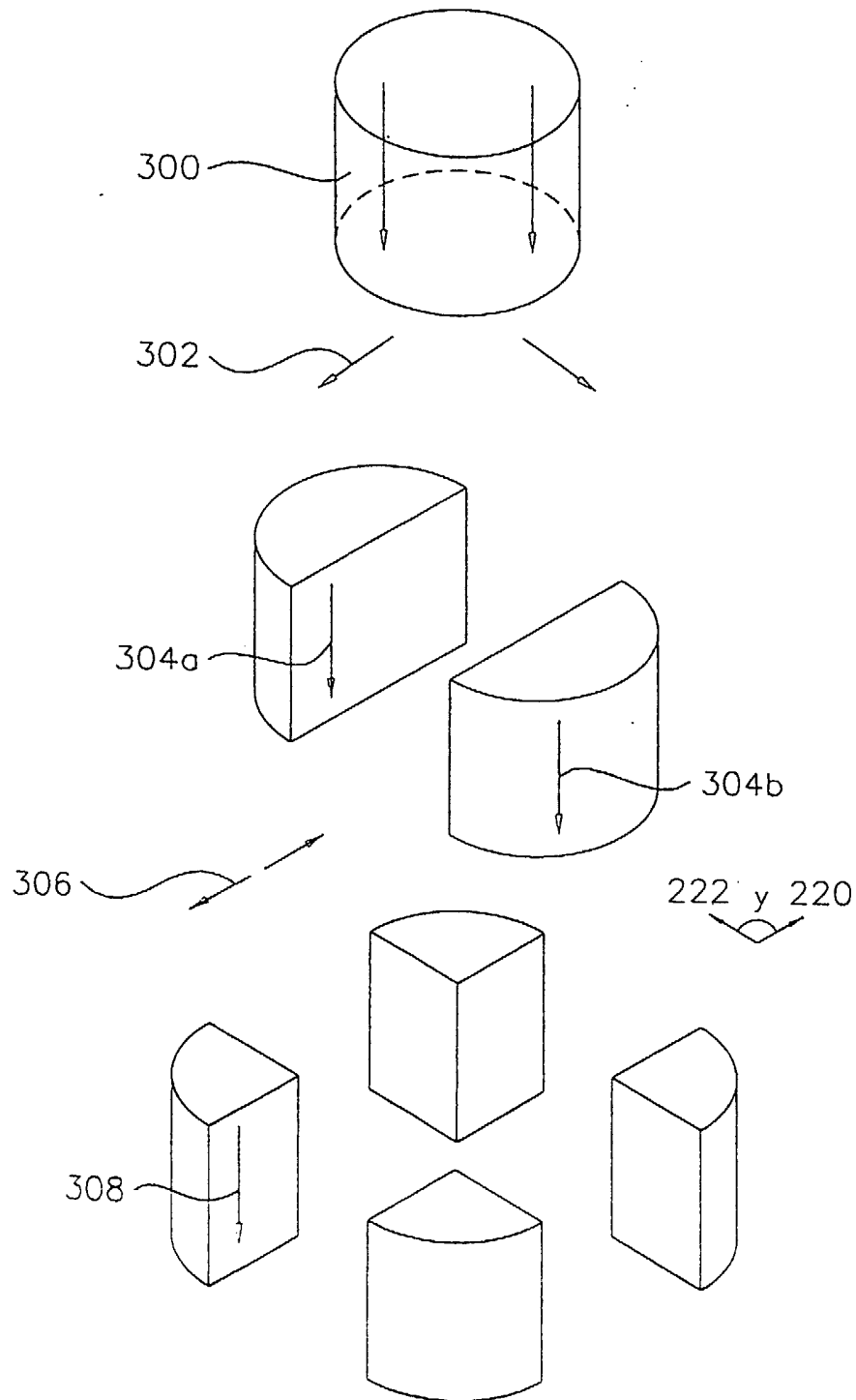


FIG. 11B

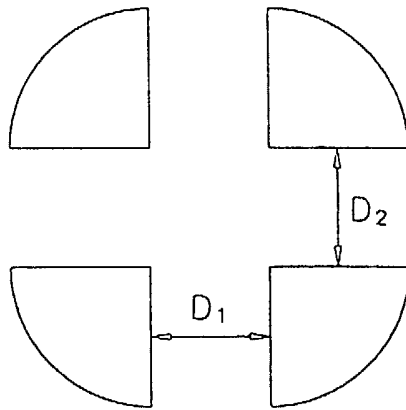


FIG. 12

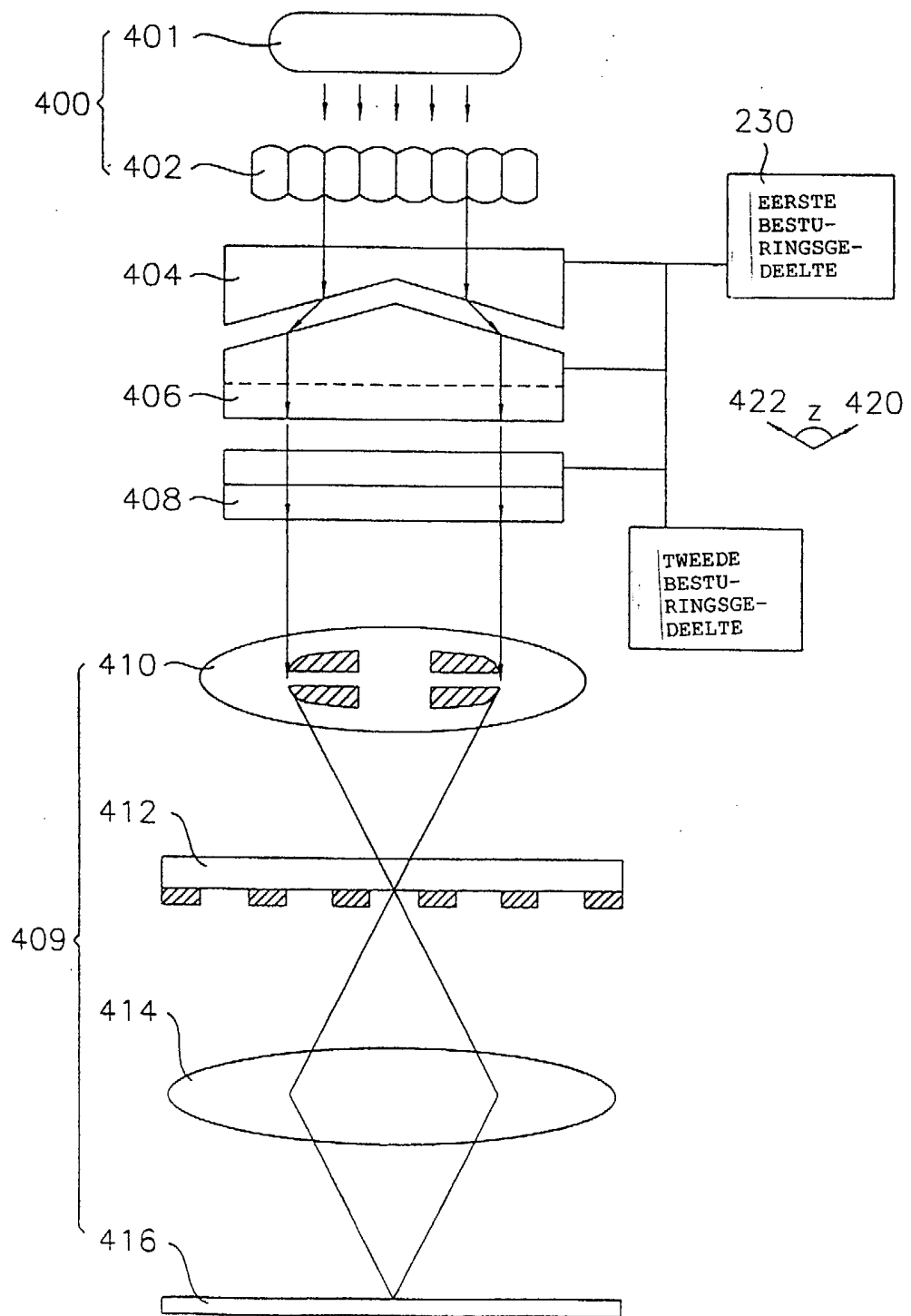


FIG. 13

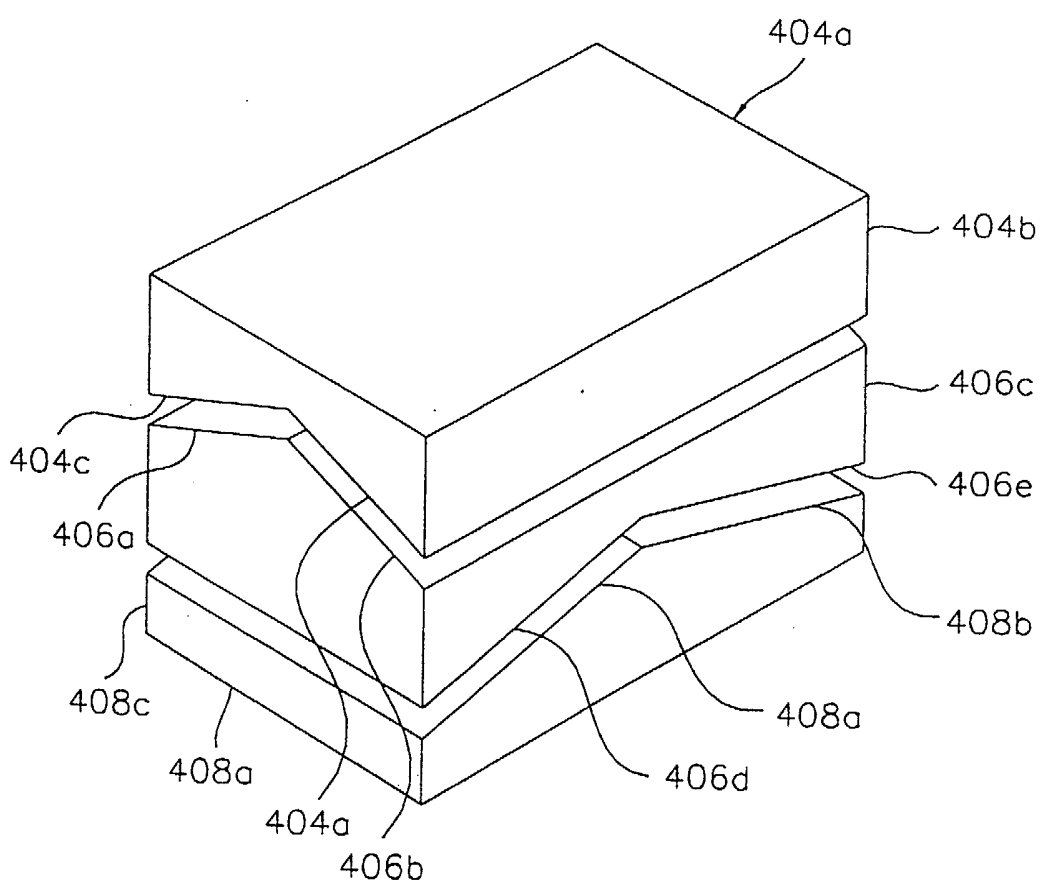


FIG. 14

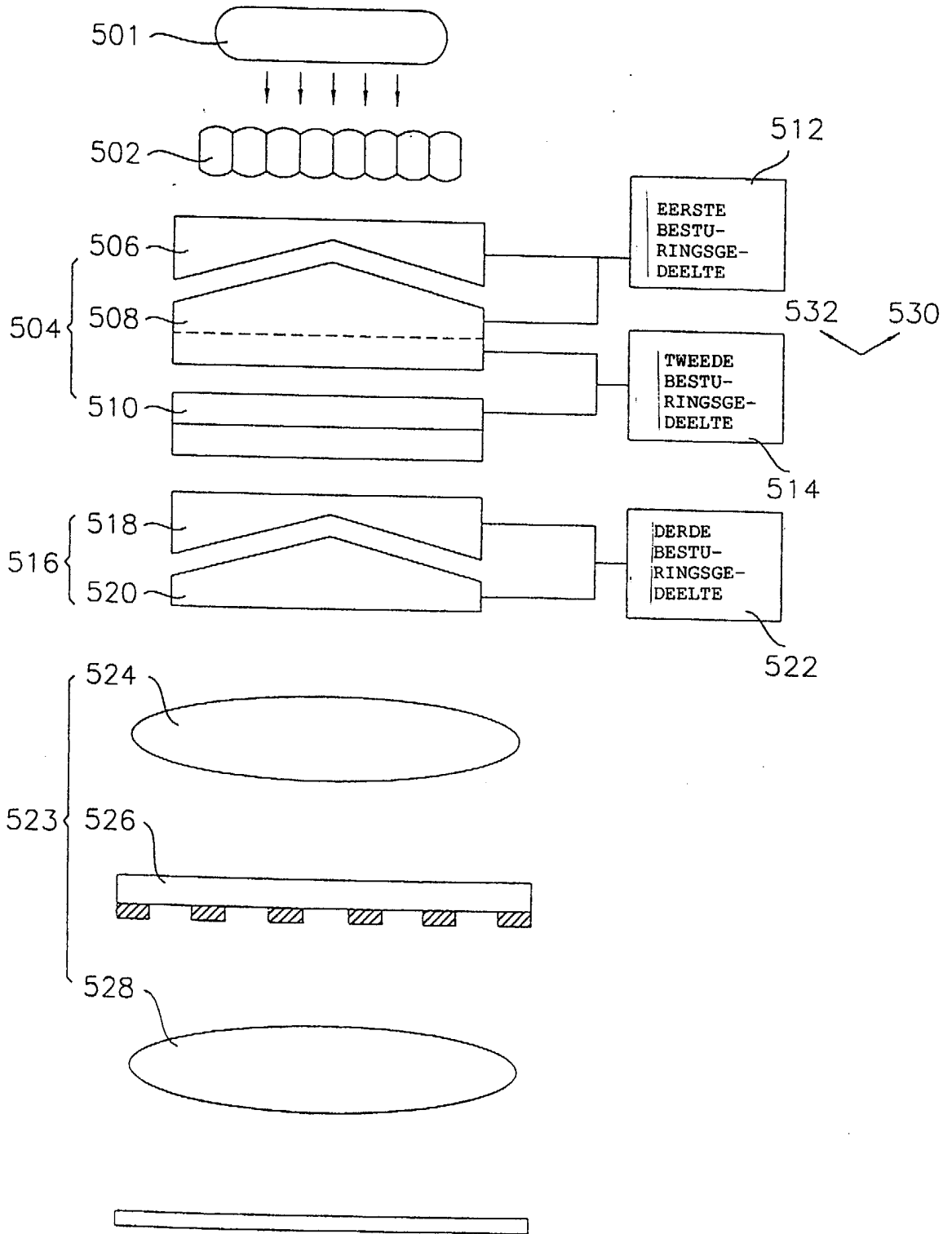


FIG. 15A

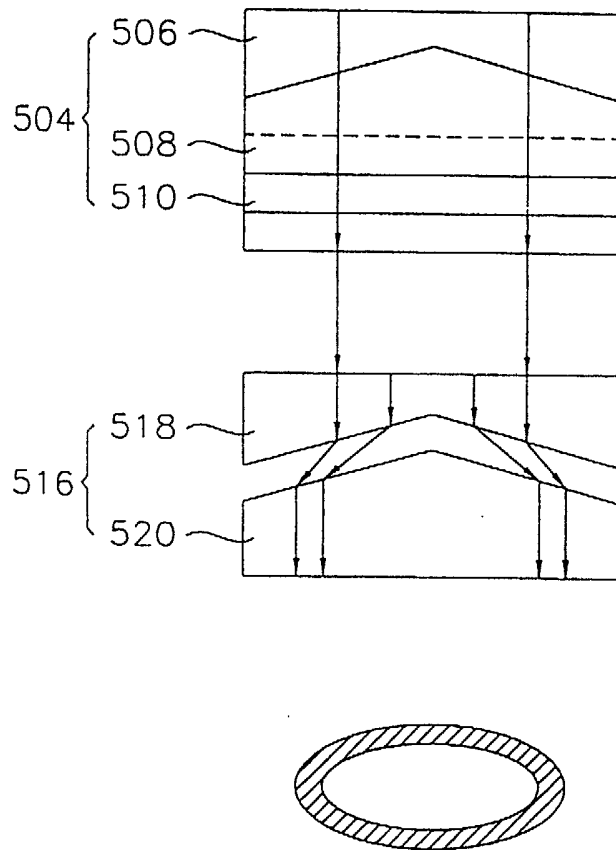


FIG. 15B

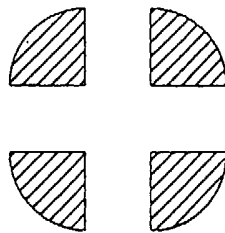
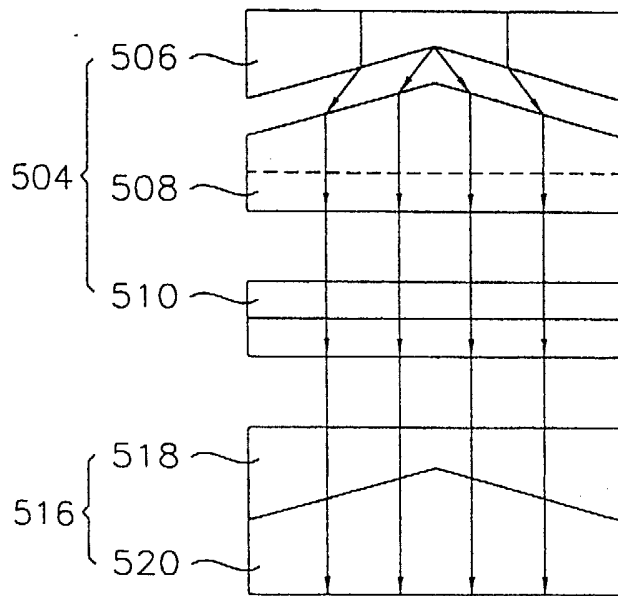


FIG. 15C

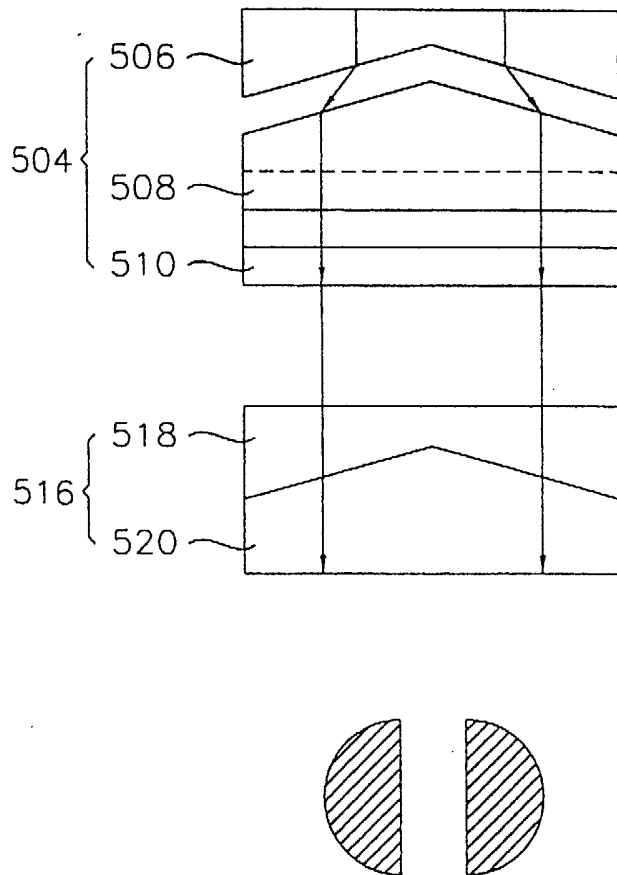


FIG.16

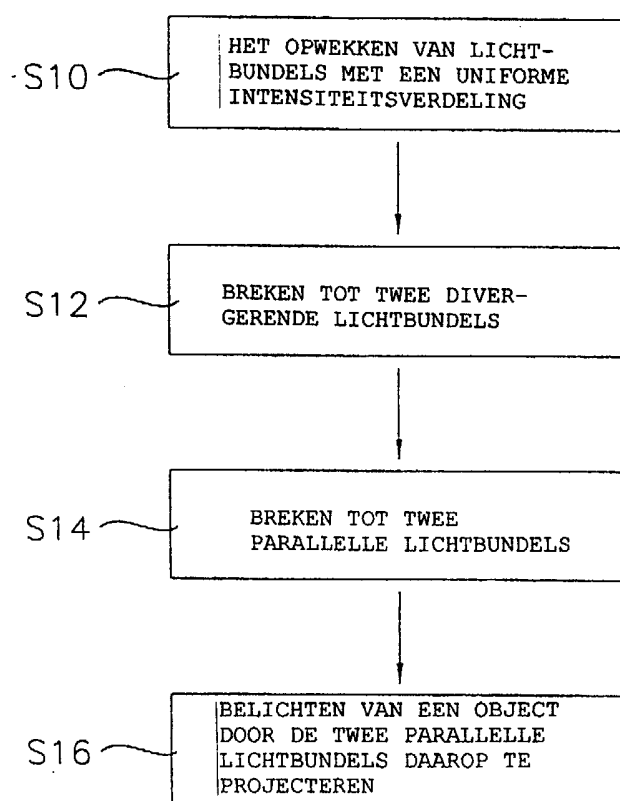
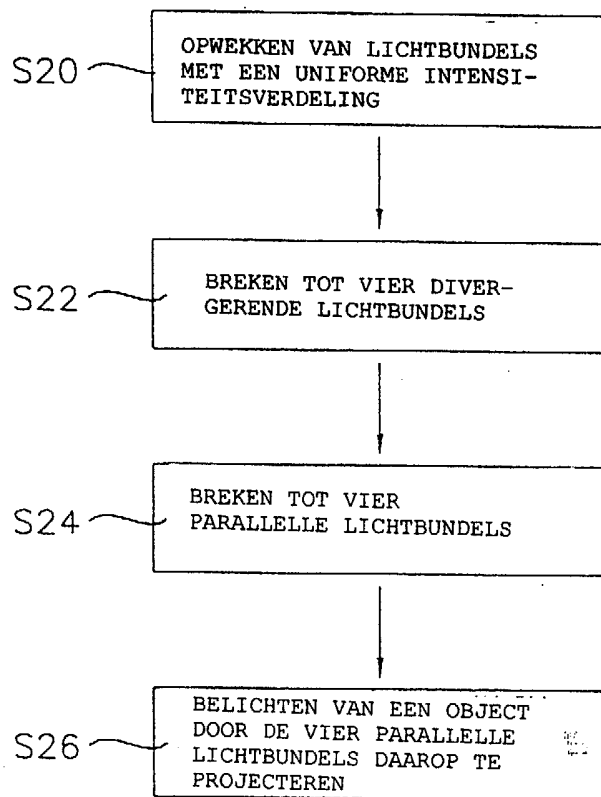


FIG.17





RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK
NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Octrooiaanvraag Nr.:

NO 135062
NL 1021785

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR			
Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie(s)Nr.:	Internationale classificatie
X	US 5 684 567 A (SHIOZAWA TAKAHISA) 4 november 1997 (1997-11-04) * samenvatting * * figuren 1-15 * * kolom 1, regel 13 - regel 17 * * kolom 3, regel 8 - kolom 5, regel 5 * * kolom 6, regel 66 - kolom 7, regel 5 *	1-36	H01L21/00 G03F7/20
A	DE 44 21 053 A (ZEISS CARL FA) 21 december 1995 (1995-12-21) * samenvatting * * figuren 1-4 * * bladzijde 2, regel 3 - regel 4 * * bladzijde 2, regel 35 - regel 37 * * bladzijde 2, regel 44 - regel 47 * * bladzijde 3, regel 11 - bladzijde 4, regel 27 *	1,14,34	Onderzochte gebieden van de techniek H01L G03F
A	EP 0 949 541 A (ASM LITHOGRAPHY BV) 13 oktober 1999 (1999-10-13) * samenvatting * * figuren 1-18 * * alinea '0001! - alinea '0007! * * alinea '0016! * * alinea '0023! - alinea '0025! * * alinea '0029! - alinea '0030! * * alinea '0034! *	1,14,34	
A	US 5 357 312 A (TOUNAI KEIICHIRO) 18 oktober 1994 (1994-10-18) * samenvatting * * figuren 1,2 * * kolom 1, regel 6 - regel 9 * * kolom 1, regel 66 - kolom 2, regel 8 * * kolom 3, regel 14 - kolom 5, regel 29 *	1,14,34	
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op			
3	Plaats van onderzoek 's-Gravenhage	Datum waarop het onderzoek werd voltooid 28 Juli 2004	Vooronderzoeker (EOB) Andersen, O
CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR		T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding E : andere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum D : in de aanvraag genoemd L : om andere redenen vermelde literatuur	
X : op zichzelf van bijzonder belang Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie A : achtergrond van de stand van de techniek O : verwijzend naar niet op schrift gestelde van de techniek P : literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum		& : lid van dezelfde octroofamilie, corresponderende literatuur document	

23



**RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK
NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK**

Octrooiaanvraag Nr.:
NO 135062
NL 1021785

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR			
Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie(s)Nr.:	Internationale classificatie
A, D	US 5 757 470 A (MICHALOSKI PAUL F ET AL) 26 mei 1998 (1998-05-26) * samenvatting * * figuren 1-14 * * kolom 1, regel 16 - regel 17 * * kolom 1, regel 35 - regel 42 * * kolom 2, regel 47 - kolom 5, regel 10 * -----	1,14,34	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN deel 018, nr. 008 (E-1486), 7 januari 1994 (1994-01-07) -& JP 05 251308 A (NIKON CORP), 28 september 1993 (1993-09-28) * samenvatting * * het gehele document * -----	1,14,34	
			Onderzochte gebieden van de techniek
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op :			
3	Plaats van onderzoek 's-Gravenhage	Datum waarop het onderzoek werd voltooid 28 Juli 2004	Vooronderzoeker (EOB) Andersen, O
CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR X : op zichzelf van bijzonder belang Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie A : achtergrond van de stand van de techniek O : verwijzend naar niet op schrift gestelde van de techniek P : literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum		T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding E : andere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum D : in de aanvraag genoemd L : om andere redenen vermelde literatuur ----- & : lid van dezelfde octroofamilie, corresponderende literatuur document	

EOB FORM 02.83 (P0414)

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE
HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK,
UITGEVOERD IN DE OCTROOIAANVRAGE NR.**

NO 135062
NL 1021785

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octroofamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door het Bureau voor de Industriële eigendom gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

28-07-2004

In het rapport genoemd octrooigeschrift		Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 5684567	A	04-11-1997	JP 2946950 B2	13-09-1999
			JP 6013289 A	21-01-1994
			AT 196018 T	15-09-2000
			DE 69329317 D1	05-10-2000
			EP 0576297 A1	29-12-1993
			US 5459547 A	17-10-1995
DE 4421053	A	21-12-1995	DE 4421053 A1	21-12-1995
			DE 4441947 A1	30-05-1996
			DE 59507458 D1	27-01-2000
			EP 0687956 A1	20-12-1995
			JP 8006175 A	12-01-1996
			US 5675401 A	07-10-1997
EP 0949541	A	13-10-1999	EP 0949541 A2	13-10-1999
			JP 2000058441 A	25-02-2000
			TW 419422 B	21-01-2001
			US 2002167653 A1	14-11-2002
			US 2001046038 A1	29-11-2001
			US 2004051858 A1	18-03-2004
US 5357312	A	18-10-1994	JP 2917704 B2	12-07-1999
			JP 6118657 A	28-04-1994
			KR 9703882 B1	22-03-1997
US 5757470	A	26-05-1998	US 5452054 A	19-09-1995
			DE 69418131 D1	02-06-1999
			EP 0648348 A1	19-04-1995
			WO 9420883 A1	15-09-1994
JP 05251308	A	28-09-1993	JP 3295956 B2	24-06-2002