

(19)



Octrooi Centrum
Nederland

(11) 1028349

(12) C OCTROOI²⁰

(21) Aanvraag om octrooi: 1028349

(51) Int.Cl.:
G01B9/02 (2006.01) G03F7/20 (2006.01)
H01L21/68 (2006.01)

(22) Ingediend: 18.02.2005

(30) Voorrang:
20.02.2004 US 10/783199

(41) Ingeschreven:
23.08.2005 I.E. 2005/11

(47) Dagtekening:
27.11.2006

(45) Uitgegeven:
02.01.2007 I.E. 2007/01

(73) Octrooihouder(s):
Agilent Technologies Inc. a Delaware
Corporation te Palo Alto, California,
Verenigde Staten van Amerika (US).

(72) Uitvinder(s):
William Clay Schluchter te Los Altos,
California (US).
Louis F. Mueller te Palo Alto, California (US).
Douglas P. Woolverton te Mountain View,
California (US).
Jeffrey A. Young te Campbell, California
(US).
Alan B. Ray te Palo Alto, California (US).
David C. Chu te Palo Alto, California (US).

(74) Gemachtigde:
Ir. J.M.G. Dohmen c.s. te 5600 AP
Eindhoven.

(54) **Systeem en werkwijze voor het gebruik van een zijdelings gemonteerde interferometer voor het verwerven van positie-informatie.**

(57) Er zijn een systeem en werkwijze geopenbaard voor het verwerven van positie-informatie van een verplaatsbare inrichting met betrekking tot een specifieke as. In een uitvoeringsvorm genereert een interferometer eerste en tweede bundels en zijn verschillende bundelstuurorganen geplaatst voor het definiëren van bundelpadsegmenten voor de beide bundels, maar geen bundelpadsegment varieert in lengte evenredig met verplaatsingen van de verplaatsbare inrichting langs de specifieke as. In een verdere of in dezelfde uitvoeringsvorm is elk bundelpadsegment waarin de eerste bundel ofwel treft op of wordt gereflecteerd door de verplaatsbare inrichting symmetrisch met betrekking tot een corresponderend bundelpadsegment van de tweede bundel. De verplaatsbare inrichting kan een wafeltrap zijn waarin de "specifieke as" de belichtingsas van een projectielens is, maar waarbij alle optische organen die met de trap samenwerken buiten de bereiken van de wafeltrap zijn gelegen in richtingen loodrecht met de lithografiebelichtingsas.

NL C 1028349

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 Octrooi Centrum Nederland worden ingezien. Octrooi Centrum Nederland is het Bureau voor de Industriële Eigendom, een agentschap van het ministerie van Economische Zaken

Korte aanduiding: Systeem en werkwijze voor het gebruik van een
 zijdelings gemonteerde interferometer voor het
 verwerven van positie-informatie

5 STAND VAN DE TECHNIEK

[0001] In verschillende applicaties is het noodzakelijk om
precieze informatie met betrekking tot de positie van een object te
verwerven. Het van belang zijnde object kan een vaste positie hebben of
kan verplaatsbaar zijn. Bij wijze van voorbeeld, positioneringssystemen
10 en meetsystemen die in de geïntegreerde schakelingsfabricage-industrie
worden gebruikt dienen een hoog nauwkeurigheidsniveau te hebben.
Voorafgaand aan het snijden van de wafel, wordt een groepering van
identieke geïntegreerde schakelingen op een halfgeleiderwafel gevormd
door de wafel ten opzichte van een systeem of systeemcomponent, zoals een
15 beelddragende reticule, stapsgewijze te verplaatsen. Vaak zijn zowel de
reticule als de wafel verbonden met trappen die verplaatsbaar zijn. Zoals
hierin gebruikt, een "wafeltrap" omvat zowel een inrichting voor het
ondersteunen van de wafel en/of de inrichting voor het ondersteunen van
de reticule.

20 [0002] Een typische wafeltrap is in loodrechte X- en Y-richtingen
verplaatsbaar. De wafeltrap kan bijgevolg na elke belichting van de wafel
worden verplaatst. Bij het gebruik van een reticule kan bijvoorbeeld een
fotogevoelige laag op een wafel herhaald worden belicht door een beeld
van de reticule via een projectielens op een oppervlak van de wafel te
25 projecteren, de wafeltrap te verplaatsen en de belichting te herhalen. De
wafel wordt afgetast met behulp van de X- en Y-verplaatsingen van de
wafeltrap totdat elk geïntegreerd schakelingsgebied geschikt is belicht.
In aanvulling op de verplaatsingen in de X- en Y-richtingen, is ook een
Z-as verplaatsing voorzien. In wafellithografie kan de Z-as als de
30 optische belichtingsas of de "focusserings"-as worden beschouwd. Het
vereiste bewegingsbereik in de Z-richting is significant kleiner dan de

noodzakelijke bereiken in de X- en de Y-richtingen.

[0003] Het verwerven van positie-informatie met betrekking tot de verplaatsing van een wafeltrap in de Z-richting is enigszins ingewikkelder dan het verwerven van deze informatie voor de X- en Y-verplaatsingen. Een benadering voor het verschaffen van Z-as metingen is het gebruik van een codeerorgaan dat gebruikmaakt van interferometrische technieken. Een zorg bij deze benadering is dat de interferometercomponenten relatief groot dienen te zijn teneinde de diffractieordes in te vangen wanneer de trap door het volledige bereik transleert, omdat de vereiste diffractiehoek relatief groot dient te zijn teneinde de beoogde nauwkeurigheid te bewerkstelligen. Als alternatief kan een standaard Michelson-interferometer worden gebruikt om de Z-as bewegingen te bewaken. Wanneer de meting echter wordt uitgevoerd vanaf de projectielenszijde van de wafeltrap, dient het percentage grondoppervlak dat beschikbaar is voor de wafel of de reticule kleiner te zijn (voor een trap van gegeven afmetingen) omdat het laserlicht vanaf de interferometer niet op de wafel of de reticule dient te treffen. Anderzijds, wanneer de meting wordt uitgevoerd vanaf de zijde van de trap tegenover de projectielens, dient het meetsysteem een tussengelegen referentie te gebruiken, zoals de steen onder de trap. Naast andere potentiële nadelen, vereist dit een afzonderlijke meting van de steen ten opzichte van de projectielens.

[0004] Figuur 1 illustreert een andere benadering voor het verwerven van positie-informatie van een wafeltrap 10 langs een Z-as. Deze benadering is in detail beschreven in U.S. octrooi nr. 6.208.407 van Loopstra. Een wafel 12 is getoond als zijnde ondersteund op de trap voor belichting door projectie-optica of belichtingsgereedschap 14. Het voordeel van deze benadering is dat hoewel de interferometer 16 zijdelings van de trap 10 is gepositioneerd, nauwkeurige Z-as metingen kunnen worden verkregen. Dit wordt mogelijk gemaakt door het geschikt

plaatsen van spiegels welke een Z-meetas 18 tot stand brengen die evenwijdig is aan de Z-as 20 van het belichtingssysteem. Een eerste spiegel 22 is onder een hoek van vijfenveertig graden gerangschikt ten opzichte van verplaatsing van de trap 10 langs de X- of Y-richting. Een meetbundel 24 vanaf de interferometer treft op de spiegel onder vijfenveertig graden om de Z-meetas 18 tot stand te brengen. Een horizontale spiegel 26 is aan de structuur 28 van het belichtingssysteem bevestigd zodanig, dat de bundel wordt teruggestuurd naar de eerste spiegel 22, welke de geretourneerde bundel naar de interferometer 16 reflecteert. In aanvulling op de meetbundel 24, projecteert de interferometer een testbundel 30 voor reflectie vanaf een verticaal oppervlak 31 van de trap 10.

[0005] Zoals in figuur 1 kan worden gezien, zal verplaatsing van de wafeltrap 10 langs de Z-as 20 resulteren in een verandering van de lengte van het bundelpadsegment vanaf de spiegel 22 onder vijfenveertig graden naar de horizontale spiegel 26. Hoewel de interferometer 16 zijdelings van de trap is gelegen, heeft de meetbundel 24 dus een padsegment dat in lengte evenredig varieert met de Z-as verplaatsingen van de trap. De reflectie vanaf de horizontale spiegel 26 naar de spiegel onder vijfenveertig graden verschaft in feite een tweede bundelpadsegment dat evenredig varieert met Z-as verplaatsingen van de trap. Anderzijds is de lengte van elk bundelpadsegment voor de testbundel 30 vast, tenzij de trap 10 in de X-richting wordt verplaatst.

[0006] Hoewel de onder verwijzing naar figuur 1 beschreven benadering goed werkt voor het beoogde doel, zijn er zorgen omtrent de kosten, omdat de horizontale spiegel 26 een relatief grote reflecterende component is die een hoge mate van planariteit vereist. Bovendien, wanneer de lijnbreedtes van de kenmerken van de geïntegreerde schakelingen afnemen, nemen de afmetingen van de projectielens van de projectie-optica 14 toe. In figuur 1 zou dit resulteren in een toename van de diameter van de projectie-optica. Het gevolg is dat de eis van een

horizontale spiegel 26 voor het accomoderen van het gehele bereik van de verplaatsing van de trap een potentiële moeilijkheid stelt met betrekking tot het bereiken van verdere reducties van de lijnbreedtes.

5

[0007] Voor systemen waarin de toename van de afmetingen van een projectielens geen probleem is, kunnen er andere redenen zijn om het gebruik van een horizontale spiegel van een soortgelijk type en oriëntatie als figuur 1 te vermijden.

10

SAMENVATTING VAN DE UITVINDING

15

[0008] Er is een systeem voor het verwerven van positie-informatie van een verplaatsbare inrichting met betrekking tot een specifieke as tot stand gebracht zonder de eis dat ofwel een interferometer of zijn bundelstuurorganen moeten worden geplaatst in een positie die de prestaties of ontwerpflexibiliteit van het totale systeem waarin de verplaatsbare inrichting een component is te beïnvloeden. Wanneer de verplaatsbare inrichting bijvoorbeeld een wafeltrap is en de specifieke as de verticale Z-as is, bevinden de bundelstuurorganen van het systeem voor het verwerven van positie-informatie zich noch direct boven noch

20

direct onder de wafeltrap.

[0009] Overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding, omvat het systeem een verplaatsbare inrichting met eerste en tweede reflecterende vlakken, een interferometer geplaatst voor het richten van bundels om op de reflecterende vlakken te treffen, en ten opzichte van de

interferometer en de reflecterende vlakken geplaatste bundelstuurorganen voor het manipuleren van de gereflecteerde bundels voor het bereiken van een bundelcombinatieorgaan zonder eis voor een bundelpadsegment dat evenredig in lengte varieert met verplaatsingen van de verplaatsbare inrichting langs de as. De verplaatsbare inrichting kan een "wafeltrap" zijn waarop een wafel of reticule is gemonteerd voor verplaatsing tussen

stappen van geïntegreerde-schakelingsfabricage. In deze toepassing is de

25

30

"specifieke" as de Z-as (dat wil zeggen de optische lithografie-as) en liggen de reflecterende vlakken aan de zijde van de wafeltrap behorende bij en evenwijdig met de Z-as. De eerste en tweede reflecterende vlakken zijn echter niet-evenwijdig met de Z-as zelf.

5

[0010] Om "weglopen" van de eerste bundel ten opzichte van de tweede bundel bij het bereiken van het bundelcombinatieorgaan te sturen, zijn de hoeken van de eerste en de tweede reflecterende vlakken en de posities en hoeken van de bundelstuurorganen bij voorkeur zodanig geselecteerd dat de twee bundelpaden tegengesteld variëren wanneer de verplaatsbare inrichting langs de as wordt verplaatst waarvoor de positie-informatie moet worden verworven. De interferometer kan worden ingericht voor het in hoofdzaak onder een rechte hoek met betrekking tot de verplaatsing van het verplaatsbare orgaan langs de specifieke as richten van de eerste en de tweede bundels, waarbij de eerste en tweede reflecterende vlakken tegenovergesteld hellen zoals gemeten met betrekking tot de loodrechte hoek. De bundelstuurorganen kunnen eerste en tweede bundelretourspiegels omvatten die respectievelijk in oplijning met de eerste en tweede reflecterende vlakken zijn gelegen, om te bewerkstelligen dat de bundels terugkeren (bijvoorbeeld vlakke spiegels) of evenwijdig (bijvoorbeeld dakspiegels) aan hun oorspronkelijke bundelpadsegmenten bij terugkeer naar de interferometer.

[0011] Overeenkomstig de werkwijze voor het toepassen van het interferometrische systeem voor het verwerven van de positie-informatie, worden de eerste en tweede bundels opgewekt en gericht naar de verplaatsbare inrichting. Zoals eerder opgemerkt, kunnen de bundels beide onder negentig graden met de specifieke assen liggen. De twee bundels worden via reflecties zodanig gemanipuleerd, dat elk bundelpadsegment waarin de bundel ofwel treft op of door de verplaatsbare inrichting wordt gereflecteerd symmetrisch is met een corresponderend bundelpadsegment

voor de andere bundel, wanneer het verplaatsbare orgaan zich in de bundelsymmetriepositie langs de specifieke as bevindt. Wanneer de verplaatsbare inrichting echter vanuit zijn bundelsymmetriepositie wordt verplaatst, zullen tenminste enkele van de bundelspadsegmenten in lengte

5 veranderen voor het hiermee verschaffen van de basis voor het interferometrisch bepalen van de positie-informatie. De twee bundels hebben verschillende optische eigenschappen (bijvoorbeeld frequentie en/of polarisatie) waardoor standaard interferometrische technieken kunnen worden toegepast.

10 [0012] Het systeem en de werkwijze maken het mogelijk dat alle optische organen die aan een wafeltrap zijn gemonteerd buiten de bereiken van de wafeltrapverplaatsingen in de X- en Y-richtingen blijven, zelfs wanneer de wafeltrap wordt beschouwd buiten zijn mogelijk verplaatsingsbereik in de Z-richting te verplaatsen. Bijgevolg is het

15 onwaarschijnlijk dat de locaties van de optische organen ontwerpoverwegingen of andere aspecten van het totale systeem waarin de uitvinding is belichaamd, beïnvloeden.

KORTE BESCHRIJVING VAN DE TEKENINGEN

[0013] Figuur 1 is een zijaanzicht van een systeem volgens de stand van de techniek voor het verwerven van positie-informatie met

20 betrekking tot een specifieke as.

[0014] Figuur 2 is een zijaanzicht van een systeem voor het verwerven van positie-informatie overeenkomstig een uitvoeringsvorm van de uitvinding.

25 [0015] Figuur 3 is een zijaanzicht van een mogelijke combinatie van optische componenten voor het splitsen en recombineren van bundels van het systeem van figuur 2.

[0016] Figuur 4 is een zijaanzicht van een andere uitvoeringsvorm van de uitvinding, met gebruik van spiegels en een verdeeld prisma.

30 [0017] Figuur 5 is een derde mogelijke uitvoeringsvorm van de uitvinding.

[0018] Figuur 6 is een stroomschema van stappen voor toepassing van de systemen van de figuren 2-5.

GEDETAILEERDE BESCHRIJVING

[0019] Een systeem voor het verwerven van positie-informatie met
 5 betrekking tot een specifieke as zal nu worden beschreven zoals toegepast
 in een lithografieomgeving. De uitvinding kan echter in andere
 toepassingen worden gebruikt. Het systeem is het best geschikt voor
 toepassingen waarin het verplaatsingsbereik relatief klein is vergeleken
 met een bewegingsbereik in een of beide van de loodrechte assen. In
 10 figuur 2 kan het systeem worden gebruikt voor het bewaken van
 verplaatsing langs een verticale Z-richting, welke is opgelijnd met de
 optische belichtingsas 32 (of "focusserings"-as) van een
 lithografiesysteem 34. in deze betreffende toepassing omvat de
 verplaatsbare inrichting een wafeltrap 36 en een prismareflector 38 met
 15 een eerste reflecterend vlak 40 en een tweede reflecterend vlak 42. Zoals
 eerder opgemerkt, is de term "wafeltrap" hierin gedefinieerd als
 omvattende trappen welke een reticule van het lithografiesysteem
 ondersteunen, maar in het bovenste deel van het systeem in plaats van in
 het onderste deel zoals getoond in figuur 2. Opgemerkt dient te worden
 20 dat het lithografiesysteem kan worden geroteerd, zodat de as niet langer
 verticaal is.

[0020] Het positieverwervingssysteem omvat een bron van een eerste
 bundel 44 en een tweede bundel 46. Als een mogelijkheid omvat de bron een
 laser 48 en een bundelsplitsings- en recombinateorgaan 50. Zoals
 25 onderstaand meer volledig zal worden beschreven, worden de
 gerecombineerde bundels naar een detector 52 gericht. De laser 48, het
 splitsings- en recombinate-orgaan 50 en de detector 52 zijn componenten
 van een interferometer. Eerste en tweede bundels kunnen verschillende
 frequenties en polarisaties hebben, waarbij de verschillende polarisaties
 30 scheiding en recombinate van de bundels faciliteren en waarin de
 verschillende frequenties de meting van bundelpadlengten faciliteren,

voor het hierdoor verschaffen van de basis voor het detecteren en/of kwantificeren van verplaatsingen.

[0021] Enkel en alleen bij wijze van voorbeeld toont figuur 3 een meer gedetailleerde rangschikking van mogelijke componenten voor het implementeren van de interferometer. De laser 48 kan een standaard twee-frequentie optische laser zijn. Het frequentieverschil kan op verschillende manieren worden opgewekt, inclusief, maar niet beperkt tot Zeeman-splitsing of akoesto-optische modulatie. Voor het verschaffen van een bundel met orthogonaal gepolariseerde componenten met een frequentieverschil kan een helium-neonlaser worden gebruikt.

[0022] De bundel van de laser 48 gaat een bundelsplitsingsorgaan 54 binnen dat polarisatie-gevoelig is. De eerste bundel 44 met een betreffende frequentie en polarisatie gaat door het bundelsplitsingsorgaan heen, terwijl de tweede bundel 46 met een andere frequentie en een andere polarisatie intern wordt gereflecteerd naar een spiegel 56 van de interferometer.

[0023] Bij het exciteren vanaf het bundelsplitsingsorgaan 44 gaan de eerste en tweede bundels 44 en 46 respectievelijk door kwartgolfplaten 58 en 60. Elke kwartgolfplaat verschaft circulaire polarisatie.

[0024] In de uitvoeringsvorm van figuur 3 is de hoek van elke bundel 44 en 46 negentig graden ten opzichte van de Z-as. Hierdoor dienen de hoeken van de eerste en tweede reflecterende vlakken 40 en 42 van de prismareflector 48 kleiner dan vijfenveertig graden met het intredende bundelpad te zijn. Een hoek van vijfenveertig graden of groter zal resulteren in reflectie die de zorgen en nadelen van de eerdere benaderingen dragen.

[0025] De eerste en tweede reflecterende vlakken 40 en 42 van de prismareflector 38 bepalen de hoeken van de volgende bundelpadsegmenten. Een paar bundelstuurorganen 64 en 66 is geplaatst voor het opnieuw reflecteren van de twee bundels. Vanwege de reflectie terug naar de wafeltrap, kunnen de twee optische organen bundelretourspiegels worden

genoemd.

[0026] De tweede reflecties door de prisma 38 richten de eerste en tweede bundels 44 en 46 terug naar de interferometer. Elke bundel volgt zijn oorspronkelijke pad naar de interferometer, terwijl de tweede bundel
 5 46 opnieuw wordt gereflecteerd door de interferometerspiegel 56. Na het doorlopen van de twee kwartgolfplaten 58 en 60 zijn de oriëntaties van de twee polarisaties zodanig, dat de eerste bundel 44 nu wordt gereflecteerd en de tweede bundel 46 nu zonder reflectie het bundelsplitsingsorgaan 54 kan doorlopen. Dit produceert een gecombineerde bundel 68 welke het
 10 splitsingsorgaan aan zijn onderste poort verlaat teneinde de detector 52 te bereiken. Elke gebruikelijk in interferometrie toegepaste detector kan hiervoor worden toegepast. De detector kan bijvoorbeeld een met een gebruikelijke versterker 70 en een fasedetector 73 verbonden fotodiode zijn. Zoals op zichzelf in de stand van de techniek algemeen bekend,
 15 kunnen faseverschuivingen worden gebruikt voor het verwerven van positie-informatie met betrekking tot de trapverplaatsing.

[0027] Terugkerend naar figuur 2, de wafeltrap 36 kan worden beschouwd als momentaan in een "symmetrische" positie, omdat elk van de vier bundelpadsegmenten van de eerste bundel 44 welke contact hebben met
 20 het reflecterende vlak 40 symmetrisch is ten opzichte van een corresponderend bundelpadsegment van de tweede bundel 46. Dat wil zeggen, bij vergelijking van de propagaties van de eerste en tweede bundels, zijn de padlengten tussen de interferometer 50 en de prismareflector 38 gelijk en zijn de padlengten tussen de prismareflector en de bundelstuurspiegels
 25 64 en 66 gelijk. Wanneer de wafeltrap 36 echter omhoog of omlaag langs de Z-as wordt bewogen, zullen de lengten van de padsegmenten tegengesteld variëren. Neerwaartse verplaatsing van de wafeltrap zal veroorzaken dat de vier relevante padsegmenten voor de eerste bundel 44 in lengte afnemen, omdat het eerste reflecterende vlak 40 dienovereenkomstig helt.
 30 Anderzijds, de tegengestelde helling van het tweede reflecterende vlak 42 veroorzaakt dat de vier bundelpadsegmenten bij neerwaartse

verplaatsing langer worden. Bij verplaatsing van de wafeltrap 36 nemen de lengten van de padsegmenten voor de eerste bundel toe, maar nemen de padsegmenten voor de tweede bundel af. Zoals gemakkelijk kan worden begrepen, wordt de totale lengteverandering voor elk bundelpad vermenigvuldigd met een factor vier, omdat de vier padsegmenten uniform variëren. Als resultaat van de vermenigvuldiging van de lengtevariëaties, kan de op de gecombineerde bundel 68 uitgevoerde fasedetectieverwerking worden gebruikt voor het nauwkeurig meten van de verplaatsingen van de wafeltrap 36.

10 [0028] Nu verwijzend naar figuur 4, hierin is een verdere uitvoeringsvorm van de uitvinding geïllustreerd. In deze uitvoeringsvorm neemt een paar reflectoren 64 en 66 de positie in van de enkele prismareflector van de figuren 2 en 3. De twee tegengesteld hellende reflecterende vlakken 40 en 42 zijn echter nog steeds aanwezig. Een meer
15 significant verschil is dat in plaats van het gebruik van vlakke spiegels voor het verschaffen van de bundelsturing, een paar dakspiegels 78 en 80 wordt gebruikt. Een dakspiegel kan bestaan uit twee onder een hoek van negentig graden aan elkaar bevestigde spiegels. De dakspiegels zijn in elke oriëntatie welke symmetrische bundelsegmenten mogelijk maakt. In
20 sommige toepassingen is de symmetrie-eis iets lichter, maar in dergelijke toepassingen kan er geen bundelpadsegment zijn dat evenredig in lengte varieert met verplaatsingen van de verplaatsbare inrichting (zoals de wafeltrap 36) langs de van belang zijnde as (zoals de Z-as).

[0029] De bewerkingen van het positie-informatieverwervingssysteem van figuur 4 zijn in het algemeen identiek aan die van de uitvoeringsvorm van figuur 2. De bundelretourpaden voor de eerste en tweede bundels 44 en 46 zullen echter enigszins op afstand liggen van de oorspronkelijke bundelpropagatiepaden. Niettemin, omdat de twee reflecterende vlakken 40 en 42 tegengesteld hellen en de dakspiegels geschikt georiënteerd zijn,
30 zullen de vier bundelpadsegmenten waarin de eerste bundel 44 ofwel treft of wordt gereflecteerd door het reflecterende vlak 40 symmetrisch zijn

met de corresponderende bundelpadsegmenten voor de tweede bundel 46, wanneer de wafeltrap 36 in zijn symmetriepositie is. Bovendien zal elke verplaatsing van de trap langs zijn Z-as veroorzaken dat de twee bundelpaden tegengesteld variëren.

5 [0030] De inwendige configuratie (niet getoond) van het bundelsplitsings- en recombinateorgaan 50 is ontworpen om de twee arriverende bundels te recombineren voor het vormen van een naar de detector 52 gerichte enkele bundel 68. Vervolgens kunnen gebruikelijke technieken worden gebruikt voor het verwerven van positie-informatie met
10 betrekking tot de wafeltrap 36.

[0031] Figuur 5 toont een andere uitvoeringsvorm van de uitvinding. Zoals in figuur 4, zijn componenten welke identiek zijn aan die zoals beschreven onder verwijzing naar ander uitvoeringsvormen van dezelfde verwijzingscijfers voorzien. Een laser 48 verschaft de invoer
15 naar een bundelsplitsings- en recombinateorgaan 50. Door de werking van het bundelsplitsingsorgaan worden eerste en tweede bundels verschaft met een verschil in een of beide de frequentie en de polarisatie.

[0032] Op dezelfde wijze als de uitvoeringsvormen van de figuren 2, 3 en 4, volgt elk van de twee bundels een pad dat vier padsegmenten
20 omvat die ofwel treffen op of zijn gereflecteerd door het bijbehorende reflecterende vlak 40 en 42. Verwijzingscijfer 82 representeert twee van deze bundelsegmenten voor de eerste bundel, terwijl het verwijzingscijfer 84 de twee corresponderende bundelsegmenten voor de tweede bundel representeert. Op dezelfde wijze representeert het verwijzingscijfer 86
25 de andere twee bundelsegmenten voor de eerste bundel (daar waar contact wordt gemaakt met het reflecterende vlak 40) en representeert het verwijzingscijfer 88 de corresponderende twee segmenten voor de tweede bundel. Wanneer de wafeltrap in zijn bundelsymmetriepositie is, zal de combinatie van de bundelsegmenten 82 en 86 symmetrisch zijn met de
30 combinatie van de bundelsegmenten 84 en 88.

[0033] De eerste bundel verlaat het bundelsplitsings- en

recombinatieorgaan 50 en is gericht naar het reflecterende vlak 40, langs het door het verwijzingscijfer 82 gerepresenteerde bundelsegment. Ter vergelijking, de tweede bundel treedt uit de bovenste poort van het bundelsplitsings- en recombinateorgaan en wordt gereflecteerd door een vlakke spiegel 90 voorafgaand aan een pentaspiegel 92. Als alternatief is de spiegel 90 een dakspiegel. De tweede bundel wordt door de pentaspiegel bewerkt voor het aan het reflecterende vlak 42 verschaffen van het initiële bundelpadsegment. De tweede en derde bundelpadsegmenten voor de beide bundels worden door de retourreflecties tussen de reflecterende vlakken en de vlakke spiegel 90 verschaft. Tenslotte zijn de vierde bundelsegmenten coaxiaal met de eerste segmenten voor dezelfde bundels. Bijgevolg worden de twee bundels gerecombineerd en naar de detector 52 gericht.

[0034] Nu verwijzend naar figuur 6, een processtroom van stappen van het implementeren van de uitvinding in overeenstemming met een uitvoeringsvorm omvat de stap 94 van het genereren van eerste en tweede bundels. De twee bundels zijn te onderscheiden van elkaar in één of beide van de frequentie of de polarisatie. Het is waarschijnlijk dat de prestaties worden gemaximaliseerd wanneer de bundels verschillende frequenties en orthogonale polarisaties hebben. De twee bundels kunnen worden gegenereerd onder toepassing van afzonderlijke lasers of de bovenbeschreven technieken voor bundelsplitsing kunnen worden gebruikt.

[0035] In stap 96 worden de twee bundels gericht om te treffen op een verplaatsbare inrichting, zoals een wafeltrap. In figuur 2 worden de beide bundels 44 en 46 gericht door de interferometer, maar figuur 5 toont een uitvoeringsvorm waarin de tweede bundel naar de verplaatsbare inrichting wordt gericht alleen na reflecties door een vlakke spiegel 90 en een pentaspiegel 92.

[0036] In stap 98 worden bundelreflecties gebruikt voor het tot stand brengen van symmetrische bundelsegmenten. In sommige applicaties is

de symmetrie-eis iets verlicht, maar in dergelijke applicaties kan er geen bundelpadsegment voorkomen dat in lengte varieert evenredig met verplaatsingen van de verplaatsbare inrichting langs de specifieke van belang zijnde as. Wanneer de verplaatsbare inrichting langs de specifieke as wordt verplaatst, zal de symmetrie worden beïnvloedt omdat de bundelpadsegmenten voor een bundel langer zullen worden terwijl de padsegmenten voor de andere bundel in lengte zullen worden gereduceerd. Niettemin zal het verschil in lengte van de afzonderlijke segmenten relatief klein zijn, zodat de bijbehorende padsegmenten "in het algemeen symmetrisch" zullen blijven.

[0037] De twee bundels worden in stap 100 gecombineerd. Er kunnen gebruikelijke technieken worden toegepast. Vervolgens, in stap 102, wordt positie-informatie met betrekking tot de verplaatsbare inrichting bepaald. Zoals eerder opgemerkt, kan fasedetectie worden gebruikt voor het verwerven van de positie-informatie.

[0038] Hoewel de geïllustreerde uitvoeringsvormen van de uitvinding gebruik maken van vlakke spiegels, kunnen dakspiegels en pentaspiegels of andere reflecterende componenten hiervoor worden gesubstitueerd. Bovendien kunnen andere soorten van bundelretour-"spiegels" worden toegepast, omvattende refractieve componenten, diffractieve componenten en holografische componenten.

[0039] Een voordeel van de uitvinding resulteert direct daaruit dat de eerste reflecterende vlakken aan een zijde van de verplaatsbare inrichting zijn gelegen behorende bij een parallel aan de specifieke as. In sommige toepassingen van de uitvinding heeft dit significante consequenties. Bij bijvoorbeeld de verplaatsing van een wafeltrap tijdens fabricageverwerking, worden alle resterende beperkingen aan het ontwerp opgelegd door niet-meting gerelateerde factoren. De optische organen die met de reflecterende vlakken samenwerken blijven buiten de bereiken van de wafeltrap wanneer deze wordt verplaatst in richtingen loodrecht op de belichtingsas. De optische organen interfereren derhalve niet met andere

overwegingen.

[0040] In lithografie en ander mogelijke optische applicaties, worden luchtdouches verschaft voor onder andere koelingsdoeleinden en het reduceren van het risico van vervuiling door afzetting van deeltjes.

5 Uniformiteit van de luchtdouche kan belangrijk zijn, omdat onderbrekingen in de luchtdouche fluctuaties in de brekingsindex van lucht kunnen veroorzaken. Deze fluctuaties in de brekingsindex kunnen op hun beurt fluctuaties veroorzaken in de door een laserinterferometer gemeten optische fase, hetgeen leidt tot een interferometer-meetfout. Gemeend
10 wordt dat een ander voordeel van de onderhavige uitvinding is dat, in vergelijking tot technieken volgens de stand van de techniek voor het verwerven van de gewenste positie-informatie, de kans op een uniforme luchtdouche is vergroot.

[0041] Een benadering volgens de stand van de techniek voor het
15 bepalen van verplaatsing van een wafeltrap omvat een trapspiegel welke zich onder een hoek van vijfenveertig graden bevindt met de arriverende laserbundel (figuur 1). Een zorg is dat wanneer de trap roteert, de oplijning van de bundelpolarisatie met de s- en p-richtingen van de bundel/spiegel-interface degradeert, resulterend in polarisatie-rotatie.
20 Ter vergelijking, de uitvoeringsvormen van de figuren 2, 3, 4 en 5 maken gebruik van reflecterende trapvlakken die nagenoeg normaal zijn ten opzichte van de arriverende straling, voor het hierdoor minimaliseren van de effecten van polarisatie-rotatie.

[0042] Een nog verder voordeel van de uitvinding is dat het
25 dynamisch bereik is verbeterd. Sommige benaderingen volgens de stand van de techniek introduceren ongewenst een bundelverschuiving die verschillend is voor de twee bundels van een interferometer. Door het reduceren van de relatieve bundelverschuiving tussen de interfererende bundels, verbetert de uitvinding het dynamisch bereik. Bovendien
30 reduceert de reductie in de relatieve bundelverschuiving de invloed van golffront-gerelateerde meting. Het weglopen van de ene bundel ten

opzichte van de andere bij de detector blijft goed binnen de acceptabele toleranties voor toepassingen zoals verplaatsing van een wafeltrap.

Lijst met verwijzingscijfers

	16	Interferometer
	70	Versterker
5	72	Fasedetector
	94	Genereer eerste en tweede bundels
	96	Richt de bundels om te treffen op een verplaatsbare inrichting
10	98	Hanteer bundelreflecties voor het tot stand brengen van symmetrische bundelsegmenten
	100	Combineer de twee bundels
	102	Bepaal positie-informatie met betrekking tot de verplaatsbare inrichting

15

CONCLUSIES

1. Systeem voor het verwerven van positie-informatie met betrekking tot een specifieke as omvattende:

5 een verplaatsbare inrichting met eerste en tweede reflecterende vlakken aan een zijde behorende bij een parallel met de specifieke as, welk eerste reflecterende vlak zich onder een hoek met het tweede reflecterende vlak bevindt en de eerste en tweede reflecterende vlakken niet-evenwijdig zijn aan de specifieke as;

10 een interferometer geplaatst voor het richten van een eerste bundel om te treffen op het eerste reflecterende vlak en om een tweede bundel te richten om te treffen op het tweede reflecterende vlak, welke interferometer een met een detector opgelijnd bundelcombinatie-orgaan omvat, en opgelijnd voor het
15 combineren van de eerste en de tweede bundel; en

 bundelstuurorganen gelegen met betrekking tot de interferometer en de eerste en tweede reflecterende vlakken voor het manipuleren van de eerste en tweede bundels om het bundelcombinatie-orgaan te bereiken zonder dat een bundelpadsegment in lengte
20 varieert evenredig met verplaatsingen van de verplaatsbare inrichting langs de specifieke as.

2. Systeem volgens conclusie 1, waarin de eerste en tweede reflecterende vlakken oppervlakken zijn onder een hoek zodanig dat de bundelpaden van de eerste en tweede bundels tegengesteld variëren
25 wanneer de verplaatsbare inrichting langs de specifieke as wordt verplaatst.

3. Systeem volgens conclusie 2, waarin de interferometer is ingericht voor het genereren van de eerste en tweede bundels en om de eerste en tweede bundels onder een in het algemeen loodrechte
30 hoek met betrekking tot de verplaatsing van de verplaatsbare

inrichting langs de specifieke as te richten, waarbij de eerste en tweede reflecterende vlakken een tegengestelde hoek hebben gemeten met betrekking tot de loodrechte hoek.

5 4. Systeem volgens conclusie 1, waarin de
bundelstuurorganen spiegels zijn die zodanig zijn geplaatst, dat
wanneer de verplaatsbare inrichting zich in een symmetriepositie op
de specifieke as bevindt, elk bundelpadsegment waarin de eerste
10 bundel ofwel treft op of is gereflecteerd door de verplaatsbare
inrichting symmetrisch met een corresponderend bundelpadsegment van
de tweede bundel.

15 5. Systeem volgens conclusie 4, waarin de
bundelstuurorganen eerste en tweede bundelretourspiegels omvatten
respectievelijk opgelijnd met en georiënteerd op de eerste en tweede
reflecterende vlakken voor het definiëren van
retourbundelpadsegmenten, waarbij de eerste bundel hierdoor
reflecteert vanaf het eerste reflecterende vlak naar de eerste
bundelretourspiegel en wordt teruggereflecteerd naar het eerste
reflecterende vlak, de tweede bundel daardoor reflecteert vanaf het
20 tweede reflecterende vlak naar de tweede bundelretourspiegel en
teruggereflecteerd wordt naar het tweede reflecterende vlak.

25 6. Systeem volgens conclusie 5, waarin de eerste en tweede
bundelretourspiegels in een willekeurige oriëntatie zijn en zijn
geselecteerd uit tenminste een van de navolgende typen:
reflecterende componenten, omvattende vlakke spiegels en
dakspiegels, refractieve componenten, diffractieve componenten en
holografische componenten.

30 7. Systeem volgens conclusie 1, waarin de verplaatsbare
inrichting een ondersteuningstrap in een wafellithografiesysteem is
met een optisch lithografie-as, waarbij de ondersteuningstrap is

gemonteerd voor verplaatsing in richtingen loodrecht op de optische lithografie-as en voor verplaatsing opgelijnd met de optische lithografie-as, waarbij de specifieke as de optische lithografie-as is.

- 5 8. Systeem volgens conclusie 7, waarin de interferometer een laserbron en een bundelsplitsingsorgaan omvat welke samenwerken voor het emitteren van de eerste en tweede bundels met verschillen in tenminste een van de frequenties en polarisatie.

- 10 9. Systeem volgens conclusie 6, waarin de bundelstuurorganen buiten bereik van de ondersteuningstrap in de X- en Y-richtingen blijven wanneer de ondersteuningstrap wordt verplaatst.

- 15 10. Werkwijze voor het toepassen van een interferometrisch systeem voor het verwerven van positie-informatie van een verplaatsbare inrichting langs een specifieke as omvattende het:

 richten van eerste en tweede bundels om te treffen op de verplaatsbare inrichting;

- 20 manipuleren van de eerste en tweede bundels via reflecties zodanig dat elk bundelpadsegment waarin de eerste bundel ofwel treft op of wordt gereflecteerd door de verplaatsbare inrichting symmetrisch is met een corresponderend bundelpadsegment van de tweede bundel wanneer de verplaatsbare inrichting zich in een
25 bundelsymmetriepositie langs de specifieke as bevindt;

 combineren van de eerste en tweede bundels als een basis voor het interferometrisch verwerven van de positie-informatie.

- 30 11. Werkwijze volgens conclusie 10, waarin het richten van de eerste en tweede bundels naar de verplaatsbare inrichting een

stap is waarin de eerste en tweede bundels optisch onderscheidbaar zijn met betrekking tot tenminste een van de frequentie en de polarisatie en waarin de verplaatsbare inrichting een wafeltrap is.

12. Werkwijze volgens conclusie 11, waarin het manipuleren
5 van de eerste en tweede bundels het positioneren van spiegels omvat voor het definiëren van de bundelpadsegmenten waarin de eerste en tweede bundels ofwel treffen op of worden gereflecteerd door de wafeltrap, omvattende het plaatsen van de spiegels buiten
10 bewegingsbereiken van de wafeltrap in richtingen loodrecht op de specifieke as, waarbij de wafeltrap eerste en tweede reflecterende vlakken in oplijning met de bundelpadsegmenten omvat.

13. Werkwijze volgens conclusie 12, waarin het positioneren van de spiegels het selecteren van de spiegels uit tenminste twee van de navolgende typen omvat: reflecterende componenten, omvattende
15 vlakke spiegels en dakspiegels, refractieve componenten, diffractieve componenten en holografische componenten.

14. Werkwijze volgens conclusie 10, waarin het manipuleren van de eerste en tweede bundels wordt geïmplementeerd zonder het instandhouden van een bundelpadsegment dat evenwijdig is met de
20 specifieke as en dat in lengte varieert met verplaatsing van de verplaatsbare inrichting langs de specifieke as.

15. Werkwijze volgens conclusie 14, waarin het manipuleren van de eerste en tweede bundels het verschaffen van de verplaatsbare inrichting omvat voor het omvatten van eerste en tweede
25 reflecterende vlakken die tegengesteld hellen met betrekking tot een vlak loodrecht op de specifieke as.

16. Systeem voor het verwerven van positie-informatie met betrekking tot een specifieke as omvattende:

 een wafeltrap verplaatsbaar in X- en Y-richtingen en in
30 een loodrechte Z-richting, welke Z-richting is opgelijnd met een

lithografiebelichtingsas, waarin een omtrek is gedefinieerd door extremen van verplaatsing van de wafeltrap in de X- en Y-richtingen, welke wafeltrap eerste en tweede oppervlakken aan een zijde daarvan heeft:

5 een bron van eerste en tweede bundels, welke eerste bundel is gericht om te reflecteren vanaf het eerste oppervlak en de tweede bundel is gericht om te reflecteren vanaf het tweede oppervlak;

10 een veelheid optische organen ingericht om eerste en tweede bundelpaden te definiëren voor de eerste en tweede bundels volgens op reflecties vanaf de eerste en tweede oppervlakken, welke optische organen zijn geplaatst voorbij projecties van de omtrek in de Z-richting, waarin beide van de eerste en tweede bundelpaden in lengte variëren wanneer de wafeltrap wordt verplaatst in de Z-richting;

15 een bundelcombinatie-orgaan aan einden van de eerste en tweede bundelpaden om de eerste en tweede bundels te combineren; en

20 een processor werkzaam behorende bij het bundelcombinatie-orgaan voor het verwerven van op interferometrie gebaseerde bepalingen met betrekking tot verplaatsingen van de wafeltrap in de Z-richting.

17. Systeem volgens conclusie 16, waarin de bron de eerste en tweede bundels emitteert met verschillende frequenties en polarisaties.

25 18. Systeem volgens conclusie 16, waarin de optische organen een eerste spiegel omvatten opgelijnd met en georiënteerd met het eerste oppervlak van de wafeltrap om de eerste bundel naar het eerste oppervlak terug te richten, de optische organen verder een tweede spiegel omvatten verder opgelijnd met en georiënteerd met
30 het tweede oppervlak van de wafeltrap om de tweede bundel naar het

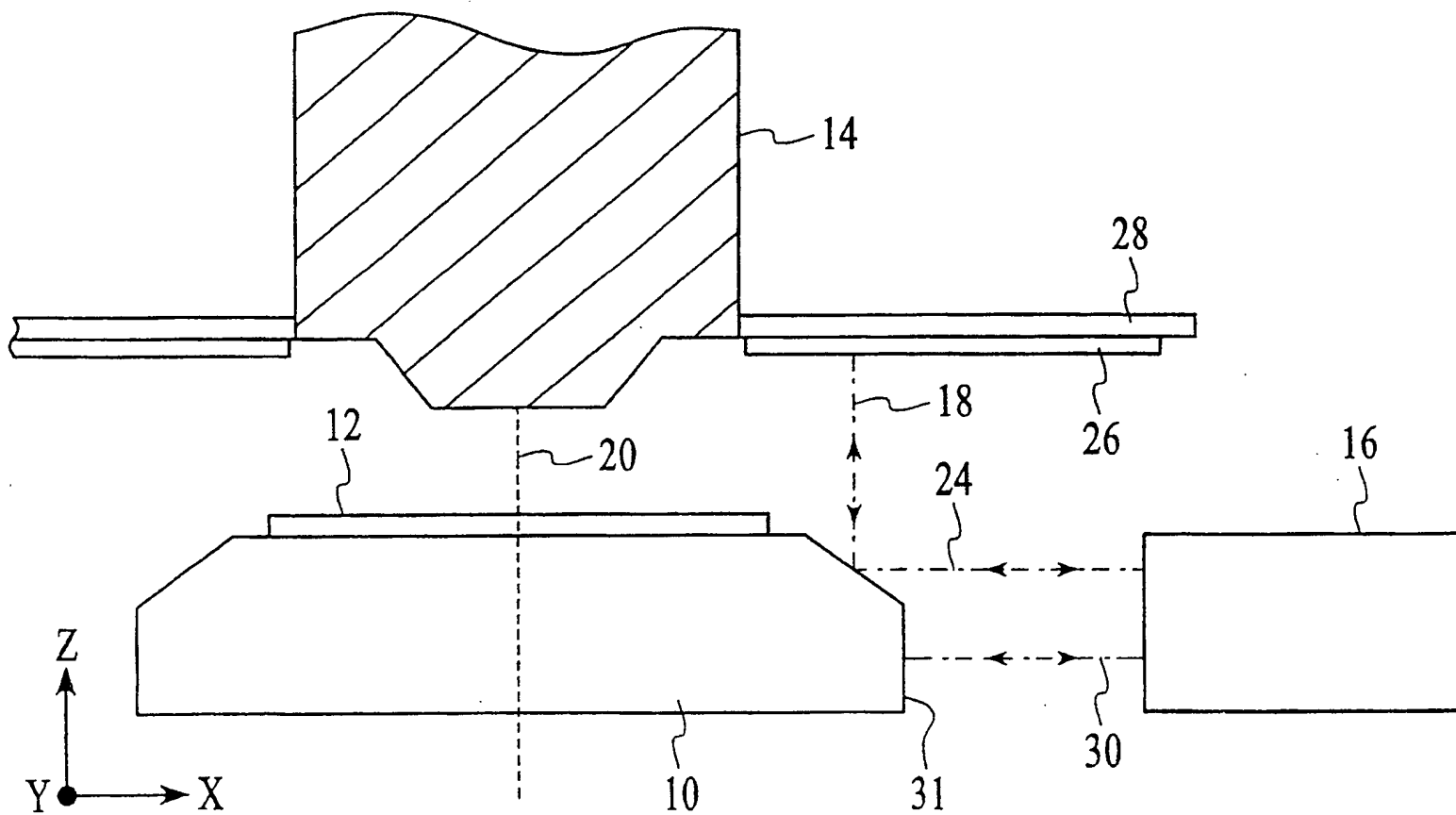
tweede oppervlak terug te richten.

19. Systeem volgens conclusie 18, waarin de eerste en de tweede oppervlakken van de wafeltrap tegengesteld hellen met betrekking tot een vlak loodrecht op de Z-richting.

5 20. Systeem volgens conclusie 19, waarin de tegengestelde hellingen zodanig zijn dat de eerste en tweede bundelpaden tegengesteld variëren wanneer de wafeltrap in de Z-richting wordt verplaatst.

10 21. Systeem volgens conclusie 18, waarin de eerste en tweede spiegels voor het respectievelijk opnieuw richten van de eerste en tweede bundels een willekeurige oriëntatie hebben en geselecteerd zijn uit tenminste een van de navolgende typen: reflecterende componenten, omvattende vlakke spiegels en dakspiegels, refractieve componenten, diffractieve componenten en
15 holografische componenten.

FIG.1



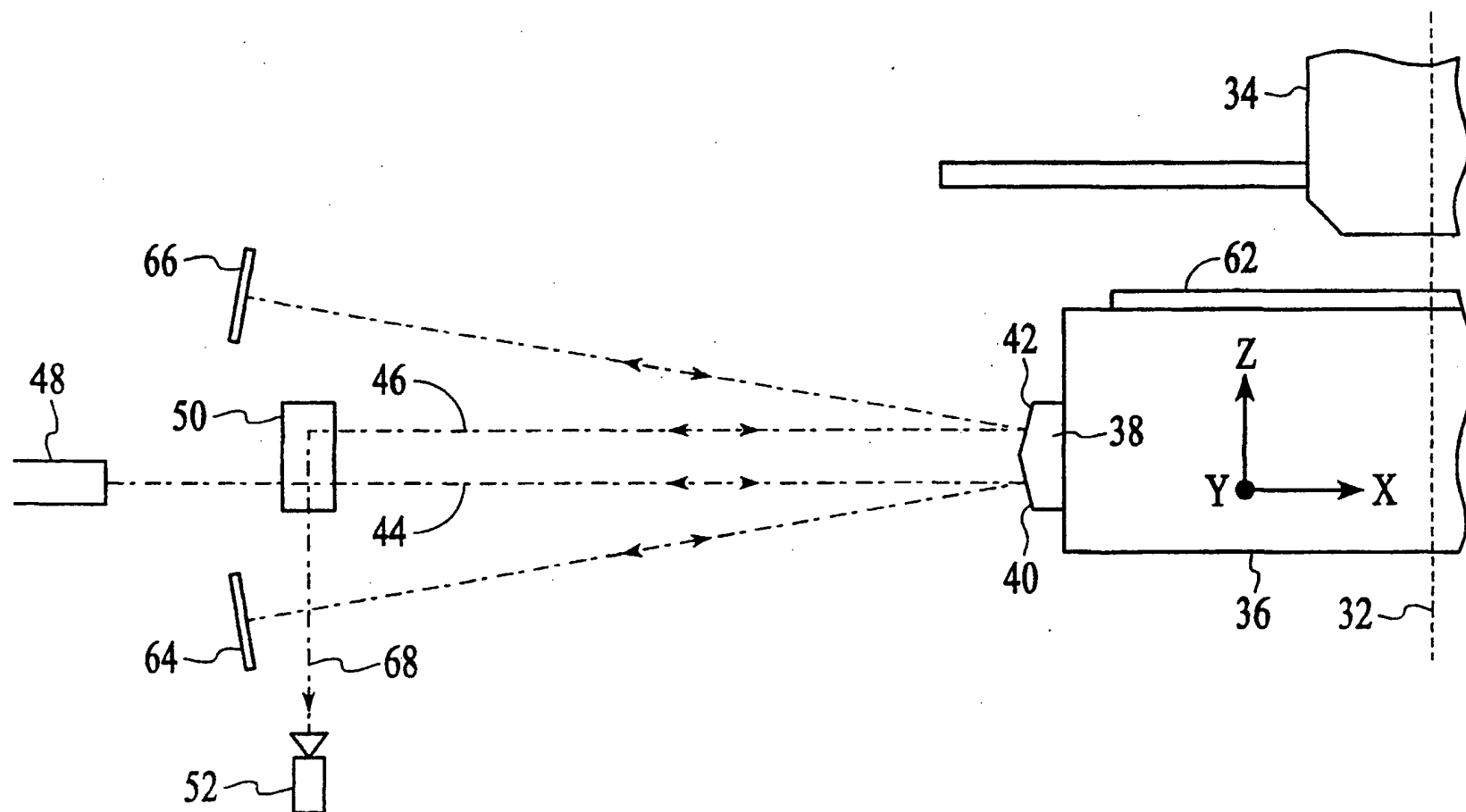


FIG.2

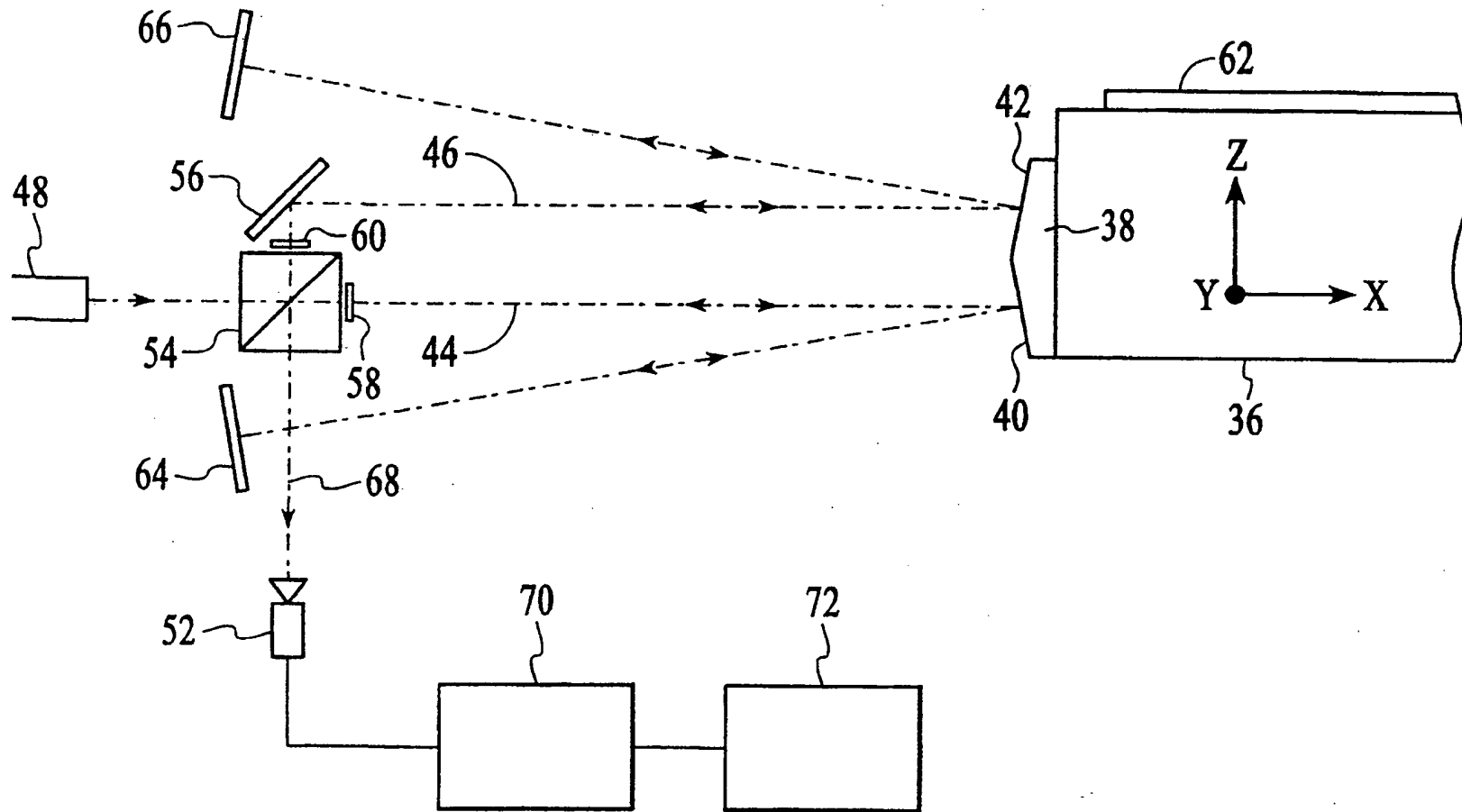


FIG.3

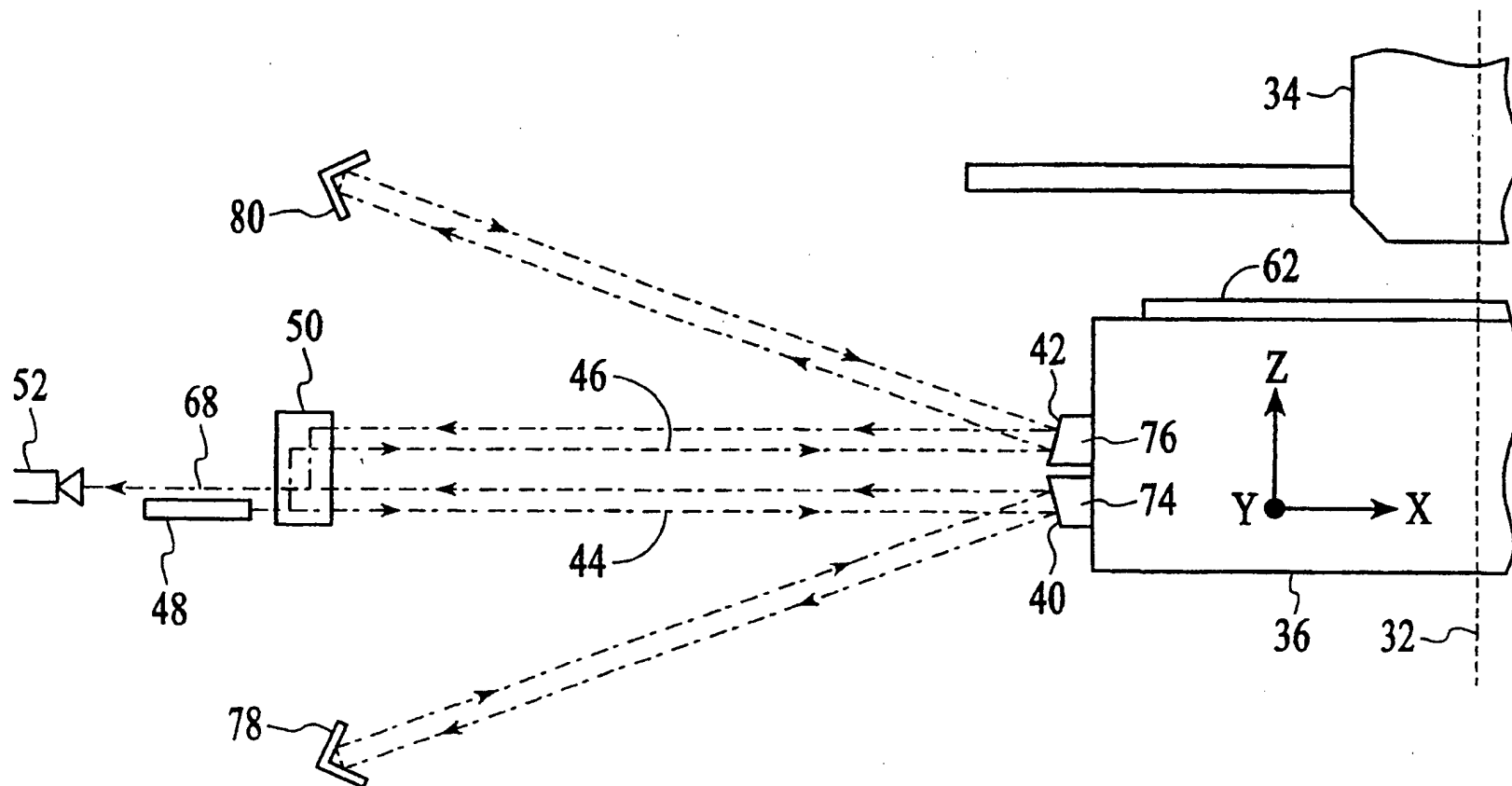


FIG.4

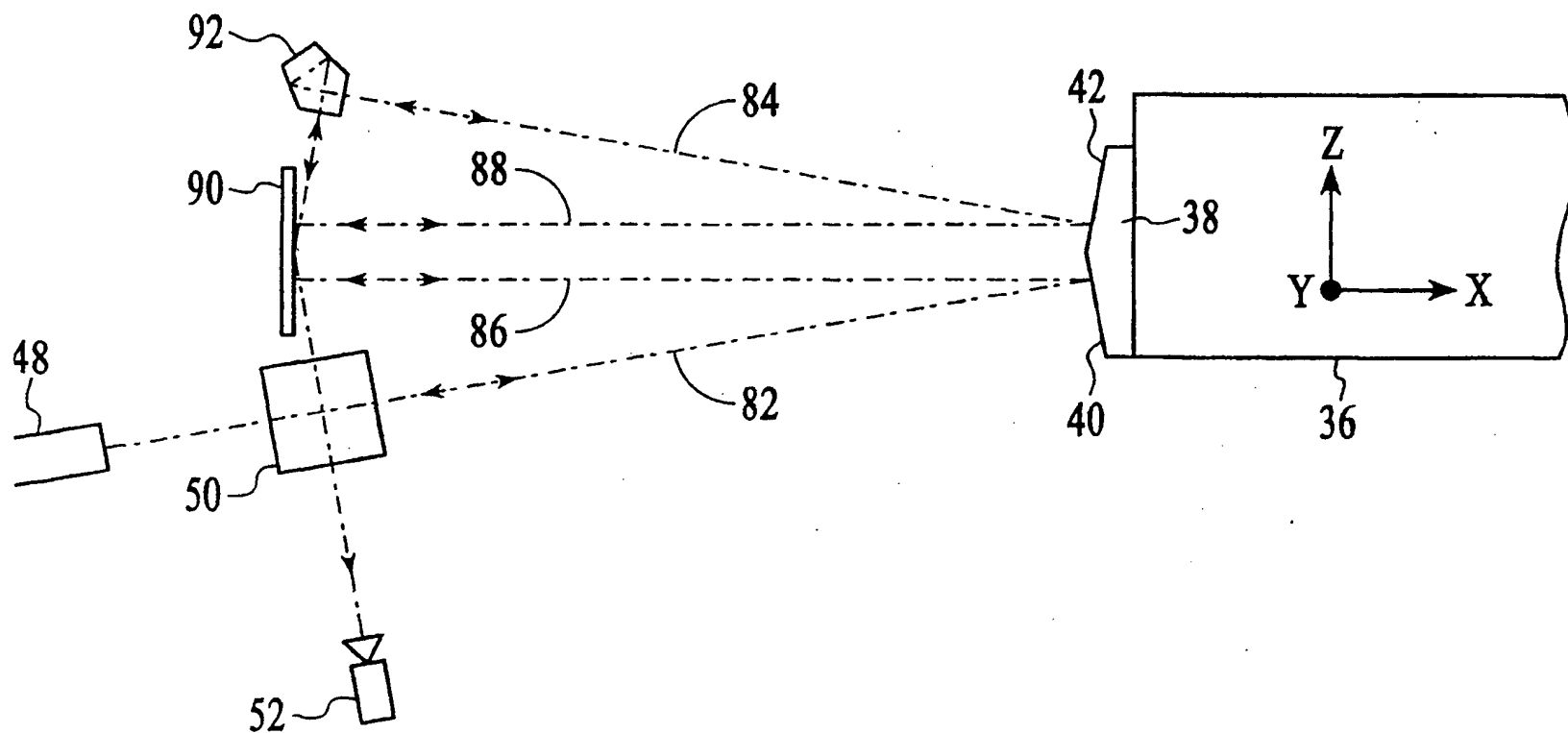


FIG.5

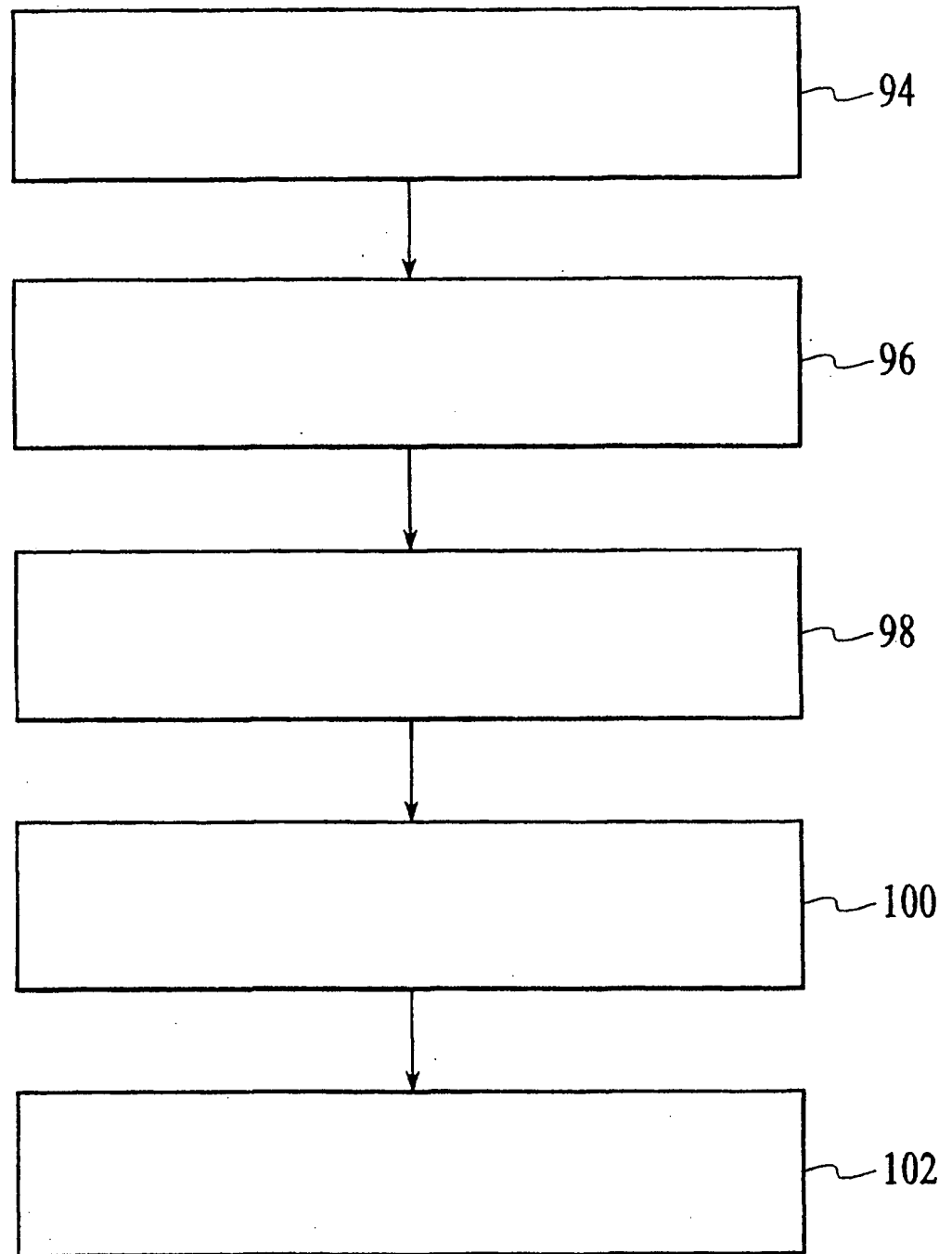


FIG.6

RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Van belang zijnde literatuur			
Categorie ¹	Vermelding van literatuur met aanduiding, voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) Nr.:	International Patent Classification (IPC)
X	EP 0 932 021 A (THE HONG KONG UNIVERSITY) 28 juli 1999 * Paragraaf 39; figuur 9 en 11 * -----	1 - 21	G01B 9/02 G03F 7/20 H01L 21/68
A	SU 1 518 663 A (GORLOV) 30 oktober 1989 * Engelse samenvatting * -----	1	Onderzochte gebieden van de techniek, gedefinieerd volgens IPC 8 G01B 9/02 G03F 7/20 G03F 9/00 H01L 21/68 H01L 21/027 Computerbestanden EPODOC WPI

Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op:

Omvang van het onderzoek: volledig

Onderzochte conclusies: alle

Niet (volledig) onderzochte conclusies met redenen: ²

Datum waarop het onderzoek werd voltooid: 13 september 2006

Vooronderzoeker: ir J.C. Hordijk

¹ Verklaring van de categorie-aanduiding: zie apart blad.

² Op grond van artikel 3:45 j° de artikelen 6:4 en 6:7 van de Algemene wet bestuursrecht, kan aanvrager tegen de niet-eenheidsbeslissing bezwaar maken bij het Bureau voor de Industriële Eigendom, binnen 6 weken na de bekendmaking van deze beslissing.

Categorie van de vermelde literatuur:

- X: op zichzelf van bijzonder belang zijnde stand van de techniek
- Y: in samenhang met andere geciteerde literatuur van bijzonder belang zijnde stand van de techniek
- A: niet tot de categorie X of Y behorende van belang zijnde stand van de techniek
- O: verwijzend naar niet op schrift gestelde stand 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: colliderende octrooiaanvraag
- D: in de aanvraag genoemd
- L: om andere redenen vermelde literatuur
- &: lid van dezelfde octrooifamilie; corresponderende literatuur

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN
DE TECHNIEK, UITGEVOERD IN OCTROOIAANVRAGE NR. 1028349**

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

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per **18 september 2006**

De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door Octrooiencentrum Nederland gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

In het rapport genoemd octrooi- geschrift	datum van publicatie	overeenkomend(e) geschrift(en)	datum van publicatie
EP0932021 A	1999-07-28		
SU1818663 A	1993-05-30		

Algemene informatie over dit aanhangsel is gepubliceerd in de 'Official Journal' van het Europees Octrooibureau nr 12/82 blz 448 ev