
Octroiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8201975**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Laserinrichting en interferometer bevattende een dergelijke laserinrichting.**
- ⑤1 Int.Cl.³: G01B 9/02, H01S 3/10, G01J 3/26, H01S 3/086, H01S 3/13.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ⑳ Aanvraag Nr. 8201975.
- ㉑ Ingediend 13 mei 1982.
- ㉒ --
- ㉓ --
- ㉔ --
- ㉕ --

-
- ㉖ Ter inzage gelegd 1 december 1983.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN TE EINDHOVEN.

"Laserinrichting en interferometer bevattende een dergelijke laserinrichting"

De uitvinding heeft betrekking op een laserinrichting waarvan de laser van twee op een as gelegen reflectoren is voorzien welke samen de laserresonator vormen en één van de reflectoren op middelen is aangebracht die een beweging langs de genoemde as mogelijk maken en
5 één van de reflectoren de opgewekte stralingsbundel doorlaat, welke stralingsbundel op een bundeldeler valt en tenminste een deel van de stralingsbundel door een Fabry-Perot interferometer, die een effectieve golflengte etalon vormt, op een detektiesysteem valt, welk detektiesysteem de genoemde middelen zodanig stuurt, dat de door de etalon vast-
10 gestelde effectieve golflengte gelijk is aan de effectieve golflengte van de door de laser opgewekte straling.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een interferometer bevattende een dergelijke laserinrichting.

Een dergelijke laserinrichting en interferometer zijn bekend
15 uit het artikel "Wellenlängenstabilisation", *Feinwerktechnik und Messtechnik* 87 (1979) 8. Daarin is beschreven dat als de afstand tussen de reflectoren van een Fabry-Perot interferometer door de parameters die een verandering van de brekingsindex van het omgevingsmedium (b.v. lucht) niet beïnvloed wordt, een effectieve golflengte etalon verkregen is.
20 De effectieve golflengte λ_e is gedefinieerd als de golflengte in de vrije ruimte λ_o (de vrije ruimte is de lege ruimte zonder deeltjes) gedeeld door de brekingsindex n van het medium (b.v. lucht). Dus

$$\lambda_e = \frac{\lambda_o}{n} \quad (1)$$

Het is daarbij nodig, dat het medium tussen de reflectoren
25 van de Fabry-Perot interferometer de toestand (temperatuur, druk, vochtigheid etc.) kan aannemen die in de omgeving heerst. De ruimte tussen de reflectoren van de Fabry-Perot interferometer staat daarom in verbinding met de omgeving. Omdat de afstand tussen de reflectoren van de Fabry-Perot interferometer konstant gehouden moet worden en temperatuurs-
30 veranderingen geen invloed mogen hebben op deze afstand tussen de reflectoren, is de afstandhouder tussen de reflectoren bij voorkeur van Zerodur vervaardigd. (Zerodur is een merknaam van de firma Schott, zie "Schott-

information" Nr. 1, S1-21). In de in het artikel "Wellenlängenstabilisation", *Feinwerktechnik und Messtechnik* 87 (1979) 8 beschreven laserinrichting wordt een uit een He-Ne-laser tredende stralingsbundel door een bundeldeler gesplitst en valt één van de zo gevormde deelbundels 5 divergerend door een met de omgevingslucht in verbinding staande Fabry-Perot interferometer. Eén van de daarbij gevormde interferentieringen valt op een detektiesysteem bevattend twee naast elkaar geplaatste fotocellen (een z.g. differentiaalfotodiode). Zodra de brekingsindex in de etalon verandert verplaatst de interferentiering zich en worden de 10 diodes ongelijk belicht. Een verschilversterker stuurt dan een zodanige spanning naar de middelen voor het verplaatsen van één van de reflectoren van de laser, dat de effectieve golflengte van de laser wordt aangepast en de interferentiering weer op de fotodiodes wordt gecentreerd. De toegepaste mono-mode He-Ne-laser is duur. De uitvinding beoogt dan ook een 15 laserinrichting aan te geven waarin het niet nodig is een mono-mode laser toe te passen.

Een laserinrichting van de in de eerste alinea beschreven soort wordt volgens de uitvinding gekenmerkt, doordat de etalon direkt op de genoemde as is gecentreerd en de bundeldeler in de stralingsweg 20 voor of na de etalon is aangebracht. Omdat de etalon direkt in de stralingsweg van de opgewekte stralingsbundel is aangebracht, wordt bij toepassing van een relatief goedkope multi-mode He-Ne-laser één mode geselecteerd en de andere modes verworpen (gereflecteerd).

Het is mogelijk de bundeldeler vóór de etalon in de stralings- 25 weg aan te brengen en een van de deelbundels, parallel aan de andere deelbundel, door de etalon op het detektiesysteem te laten vallen. Het is echter ook mogelijk de bundeldeler na de etalon in de stralingsweg aan te brengen, en een van de deelbundels op het detektiesysteem te laten vallen.

30 De deelbundel die op het detektiesysteem valt kan, net als bij de beschreven laserinrichting volgens de stand van de techniek, een divergerende bundel zijn, waarbij een interferentiering wordt gevormd die op een differentiaal-fotodiode valt en daarop doorlopend gecentreerd wordt.

35 Het is echter ook mogelijk dat het detektiesysteem een intensiteitsgevoelig detektiesysteem is en het maximum van de intensiteit van de door de etalon doorgelaten straling door een op gezette tijden

heen en weer bewegen van de laserreflector wordt vastgesteld.

Een dergelijke effectieve golflengte gestabiliseerde laserinrichting kan vaak bijzonder goed in plaats van een frequentie gestabiliseerde laserinrichting als stralingsbron in een interferometer
5 worden toegepast. Een dergelijke interferometer bevat naast een stralingsbron verder een bundeldeler voor het vormen van een eerste en een tweede deelbundel uit de door de stralingsbron opgewekte stralingsbundel, welke twee deelbundels, nadat de eerste deelbundel gereflecteerd is aan een vlak van een te onderzoeken voorwerp, tot samenvallen gebracht
10 worden in het vlak van een stralingsgevoelig detektiestelsel.

Een dergelijke interferometer, gebruikt als verplaatsingsmeter is beschreven in "Philips' Technical Review 30 No. 6/7, pag. 160-165, welke artikel als hierin opgenomen kan worden beschouwd. In de weg van elk der deelbundels is een reflektor opgenomen. Van deze
15 reflektoren is er een stationair opgesteld, terwijl de tweede vast met het voorwerp, waarvan de verplaatsing gemeten moet worden, verbonden is. Nadat de twee deelbundels gereflecteerd zijn, worden zij door de bundeldeler weer samengebracht waarbij dan deze bundels, die ongeveer dezelfde weglengtes hebben afgelegd, met elkaar interfereren.
20 De resulterende intensiteit hangt af van de relatieve fase der deelbundels en zal dus periodiek variëren als de optische weglengte van de tweede deelbundel, door een verplaatsing van het voorwerp, continue toe- of afneemt. Een periode van het interferentiepatroon komt overeen met een weglengteverandering ter grootte van een halve effectieve
25 golflengte van het gebruikte licht. Met behulp van een stralingsgevoelige detector kan een periodiek, elektrisch signaal verkregen worden, waarbij het aantal periodes, dat dus een maat voor de verplaatsing van het voorwerp is, geteld kan worden.

Het artikel in "Philips' Technical Review" 30 No. 6/7,
30 pag. 160-165 beschrijft een speciale interferometer met bijzonder goede eigenschappen, zoals een nauwkeurigheid tot een fraktie van $1 \mu\text{m}$, eenvoudige digitale indicatie en onderscheiding van verplaatsingen voor- en achteruit. De genoemde eigenschappen kunnen echter slechts verkregen worden als gebruik gemaakt wordt van een speciale,
35 in frequentie gestabiliseerde laserbron, die een laserbundel met twee tegengesteld circulair gepolariseerde componenten van gelijke intensiteit maar van verschillende frequenties, levert. Een dergelijke

8201975

frequentiegestabiliseerde laserbron is zeer duur. De stabilisatiemethode, waarbij gebruik gemaakt wordt van het Zeeman-effect, is beschreven in Appl. Phys. Letters 6, 198, 1965.

In de ter inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvraag
5 8005258 (PHN 9846), welke als hierin opgenomen kan worden beschouwd,
is ook een dergelijke zeer nauwkeurig werkende interferometer be-
schreven waarin zeer goed een laserinrichting volgens de uitvinding
kan worden toegepast. Daarbij is het stralingsgevoelige detektiestel-
10 sel een multipele fotocel, bestaande uit een rij lijnvormige foto-
diodes die na elkaar door een elektronische schakelaar verbonden
worden met een elektronische schakeling voor het verwerken van het in
de fotodiodes opgewekte signaal. Daardoor functioneert het detektie-
stelsel als een bewegende rastervormige detektor, waarbij de raster-
periode van de multipele fotocel overeenkomt met de periode
15 van het lijnvormig interferentiepatroon van de twee gesuperponeerde
deelbundels. De in deze octrooiaanvraag beschreven vinding maakt gebruik
van het feit, dat in de interferometer een sinusvormig interferentie-
patroon opgewekt kan worden en dat de, tengevolge van een verandering
in de weglengte van een deelbundel optredende, intensiteitsverandering
20 in het interferentiepatroon beschouwd kan worden als een zich ver-
plaatsen van dit interferentiepatroon. De verplaatsing van een der-
gelijk patroon van lichte en donkere lijnen, dat op haar beurt be-
schouwd kan worden als een raster, kan bepaald worden met behulp
van een referentieraster in de vorm van een multipele fotocel.
25 Een dergelijke multipele fotocel is uitvoerig beschreven in het
Amerikaanse octrooischrift No. 3.973.119 (PHN 7442). Volgens dit
octrooischrift kan de verplaatsing van een voorwerp gemeten worden
door projectie van een eerste, met het voorwerp verbonden, raster
op een referentieraster gevormd door de multipele fotocel. De nauw-
30 keurigheid van deze verplaatsingsmeting wordt bepaald door de raster-
periode van het eerste raster. Deze rasterperiode is bijvoorbeeld
635 μm . Via een geschikte signaalverwerking en interpolatie binnen
de signaalperiode is een verplaatsingsmeting tot op in principe 0,5 μm
nauwkeurig mogelijk.

35 De uitvinding wordt nu bij wijze van voorbeeld nader toege-
licht aan de hand van een tekening waarin

figuur 1 schematisch een laserinrichting volgens de uit-

vinding is weergegeven en in

figuur 2 schematisch een tweede uitvoeringsvoorbeeld van een laserinrichting volgens de uitvinding is getoond.

De laser van de inrichting volgens figuur 1 bevat een gas-
5 gevulde (bijvoorbeeld met een He-Ne gasmengsel) glazen omhulling 1 die een lasercapillair 2 bevat en die is afgesloten met twee metalen platen 3 en 4 die van openingen 5 en 6 voorzien zijn. Tegen deze platen zijn tegenover de uiteinden van het lasercapillair 2 de laser-reflectoren 7 en 8 bevestigd, bestaande uit een glazen substraat
10 waarop op de naar de binnenzijde van de omhulling toegekeerde zijde spiegelende lagen zijn opgedampt. Tussen plaat 4 en laserreflector 8 is een cilinder 9 uit elektrostrictief materiaal bevestigd, die van twee elektrodes 10 en 11 is voorzien, waartussen een potentiaal kan worden aangelegd. Door het aanleggen van een potentiaal zet
15 het materiaal van de cilinder 9 in axiale richting (langs as 12) uit of krimpt in, zodat reflector 8 ten opzichte van reflector 7 bewogen kan worden. Voor het bewegen van reflector 8 kunnen natuurlijk ook andere bekende middelen worden gebruikt, zoals elektromagnetische, hydraulische of pneumatische middelen. Door tussen plaat 3, die
20 tevens de anode vormt, en de kathode, die uit een coaxiale metalen cilinder 13 bestaat, een voldoende hoge potentiaal aan te leggen, wordt een gaslontlading in de met gas gevulde omhulling 1 opgewekt, die via het lasercapillair 2 verloopt. De reflectoren 7 en 8 vormen samen met het lasercapillair 2 de laserresonator. De opgewekte stralingsbundel
25 valt door een op as 12 gecentreerde en bevestigde Fabry-Perot interferometer 15, die een effectieve golflengte etalon vormt. Dit etalon bevat een van een of meer openingen 26 voorziene afstandhouder 16 uit Zerodur en twee evenwijdige reflectoren 17 en 18 met een reflectiecoëfficiënt R van ongeveer 95%. Deze reflectoren bestaan
30 eveneens uit een substraat waarop spiegelende lagen zijn opgedampt. Omdat de afstandhouder 16 van Zerodur vervaardigd is, is de afstand tussen de reflectoren 17 en 18 zeer constant en onafhankelijk van de temperatuur en vochtigheid van de omgeving. De afstand tussen de reflectoren is in dit geval ongeveer 4 mm. Meestal zijn Fabry-Perot interferometers geëvacueerd. Door het aanbrengen van opening 26 in
35 de hier gebruikte Fabry-Perot interferometer kan het medium (bijvoorbeeld licht) in_{de} etalon tussen de reflectoren de toestand (druk, tem-

peratuur en vochtigheid etc.) aannemen die ook in de rest van de in-
richting heerst. De uit de etalon tredende bundel 19 wordt met be-
hulp van deelspiegel 20 gesplitst in twee deelbundels 21 en 22. De
deelbundel 22 valt op een intensiteitsgevoelig detektiesysteem 23,
5 bijvoorbeeld een fotodiode. Totdat de intensiteit van de deelbundel
22 maximaal is, wordt via de regelversterker 24 tussen de elektrodes
10 en 11 van cilinder 9 uit elektrostrictief materiaal een andere
potentiaal aangelegd en de laser zo afgeregeld, dat de opgewekte ef-
fectieve golflengte overeenkomt met de door etalon 15 vastgelegde
10 effectieve golflengte. Het maximum van de intensiteit van de door de
etalon doorgelaten straling kan gevonden worden door periodiek de
laserreflector heen en weer te bewegen. Door het bij punt A in de
stralingsweg aanbrengen van een tweede etalon, dat op dezelfde effec-
tieve golflengte als de eerste etalon is afgestemd, maar dat een
15 andere afstand tussen de reflectoren heeft, kan de inrichting nog wor-
den verbeterd. Door het aanbrengen van dit tweede etalon in de inrich-
ting wordt bij het aanzetten van de inrichting steeds weer dezelfde
mode geselecteerd en worden de andere modes gereflecteerd.

In figuur 2 is een ander uitvoeringsvoorbeeld van een laser-
20 inrichting volgens de uitvinding schematisch weergegeven. De door
een laser identiek aan die van figuur 1 (hier getoond) opgewekte
stralingsbundel 30 wordt met behulp van een deelspiegel 31 en een
spiegel 32 die samen een bundeldeler vormen gesplitst in twee even-
wijdige deelbundels 33 en 34. Bundel 34 valt door een divergerende lens
25 35 en daarna samen met deelbundel 33 door het Fabry-Perot etalon 36.
Dit etalon bevat een van een opening 37 voorziene afstandhouder 38
bestaande uit Zerodur en twee reflectoren 39 en 40 met een reflectie-
coëfficiënt R van ongeveer 95%. De reflectoren bestaan ook in dit geval
uit een substraat waarop spiegelende lagen zijn opgedampt. Omdat de
30 afstandhouder van Zerodur vervaardigd is, is de afstand (in dit geval
4 mm) tussen de reflectoren 39 en 40 zeer constant en onafhankelijk
van de temperatuur en vochtigheid van de omgeving. Door het aanbrengen
van opening 37 in de etalon kan het medium (bijvoorbeeld lucht) in
de etalon tussen de reflectoren de toestand (druk, temperatuur, voch-
35 tigheid etc.) aannemen die ook in de rest van de inrichting heerst.
De door middel van lens 35 divergerende gemaakte deelbundel 34 valt
via een lenzensysteem 41 op een matglas 42, alwaar enkele inter-

ferentieringen worden afgebeeld. Een dezer interferentieringen wordt gecentreerd gehouden op twee naast elkaar gelegen fotocellen 43 waarvan het signaal via een verschilversterker 44 de laser (hier niet getoond) zo afstemmen, dat de effectieve golflengte van de opgewekte laserbundel overeenstemt met de effectieve golflengte die door het Fabry-Perot etalon is vastgelegd.

Het is natuurlijk ook mogelijk een dergelijk detektiesysteem zoals toegepast in figuur 2 in de laserinrichting volgens figuur 1 toe te passen en een detektiesysteem zoals toegepast in de inrichting van figuur 1 in de inrichting volgens figuur 2. In dat geval is het mogelijk, analoog aan het tweede etalon bij punt A in figuur 1, een tweede etalon voor het detektiesysteem aan te brengen, dat op dezelfde effectieve golflengte als de eerste etalon is afgestemd, maar dat een andere afstand tussen de reflectoren heeft. Bij een detektiesysteem zoals toegepast in figuur 2 is het echter ook mogelijk in plaats van spiegel 32 een deelspiegel toe te passen en de door deze deelspiegel tredende deelbundel via het tweede etalon op een intensiteitsgevoelig detektiesysteem te laten vallen.

Conclusies:

1. Laserinrichting waarvan de laser van twee op een as gelegen reflectoren is voorzien welke samen de laserresonator vormen en één van de reflector op middelen is aangebracht die een beweging langs de genoemde as mogelijk maken en een van de reflectoren de opgewekte stralingsbundel doorlaat, welke stralingsbundel op een bundeldeler valt en tenminste een deel van de stralingsbundel door een Fabry-Perot interferometer, die een effectieve golflengte etalon vormt, op een detektiesysteem valt, welk detektiesysteem de genoemde middelen zodanig stuurt, dat de door de etalon vastgelegde effectieve golflengte gelijk is aan de effectieve golflengte van de door de laser opgewekte straling, met het kenmerk, dat de etalon direkt op de genoemde as is gecentreerd en de bundeldeler in de stralingsweg voor of na de etalon is aangebracht.
2. Laserinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de bundeldeler voor de etalon in de lichtweg is aangebracht en een van de deelbundels in hoofdzaak parallel aan de andere deelbundel door de etalon op het detektiesysteem valt.
3. Laserinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de bundeldeler na de etalon in de stralingsweg is aangebracht en een van de deelbundels op het detektiesysteem valt.
4. Laserinrichting volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat het detektiesysteem een intensiteitsgevoelig detektiesysteem is en het maximum van de intensiteit van de door de etalon doorgelaten straling door een op gezette tijden heen en weer bewegen van een der reflectoren van de laser wordt vastgelegd.
5. Laserinrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de deelbundel via een tweede etalon op het detektiesysteem valt, welk tweede etalon op dezelfde effectieve golflengte is afgestemd als de eerste etalon, maar dat een andere afstand tussen de reflectoren heeft.
6. Interferometer bevattende een, een stralingsbundel leverende, stralingsbron, een bundeldeler voor het vormen van een eerste en een tweede deelbundel uit de stralingsbundel, welke twee deelbundels, nadat de eerste deelbundel gereflecteerd is aan een vlak van een te onderzoeken voorwerp, tot samenvallen gebracht worden in het vlak van een stralingsgevoelig detektiestelsel, met het kenmerk, dat de stralingsbron een laserinrichting volgens een der voorgaande conclusies

is.

7. Interferometer volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat het stralingsgevoelige detektiestelsel een rastervormig element bevat, waarvan de rasterperiode overeenstemt met de periode van het lijn-
5 vormige interferentiepatroon van de twee gesuperponeerde deelbundels.

10

15

20

25

30

35

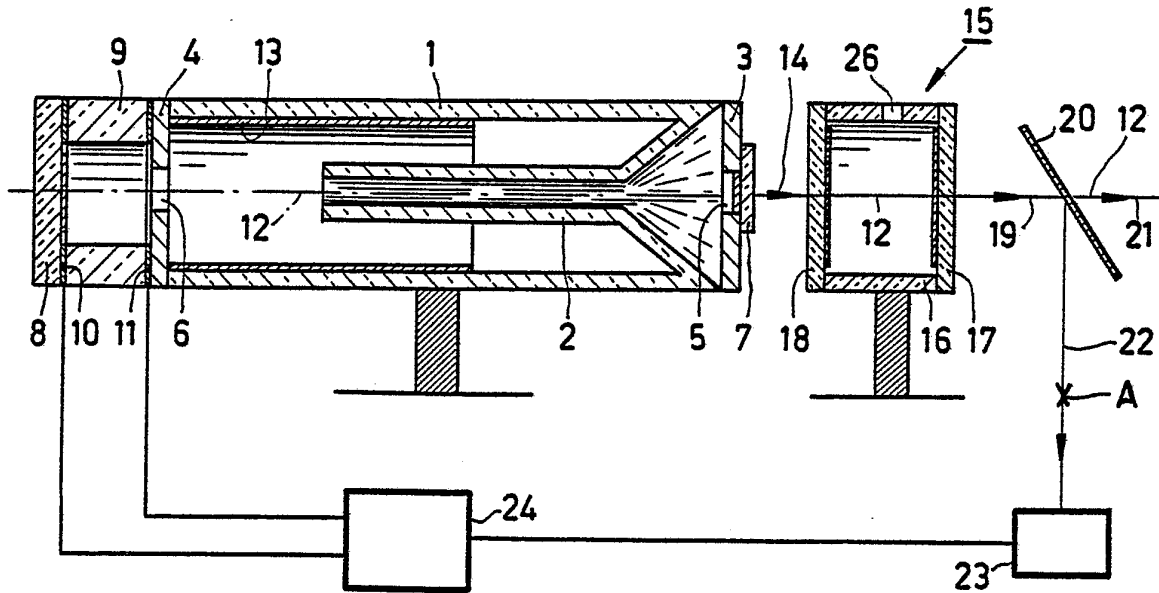


FIG. 1

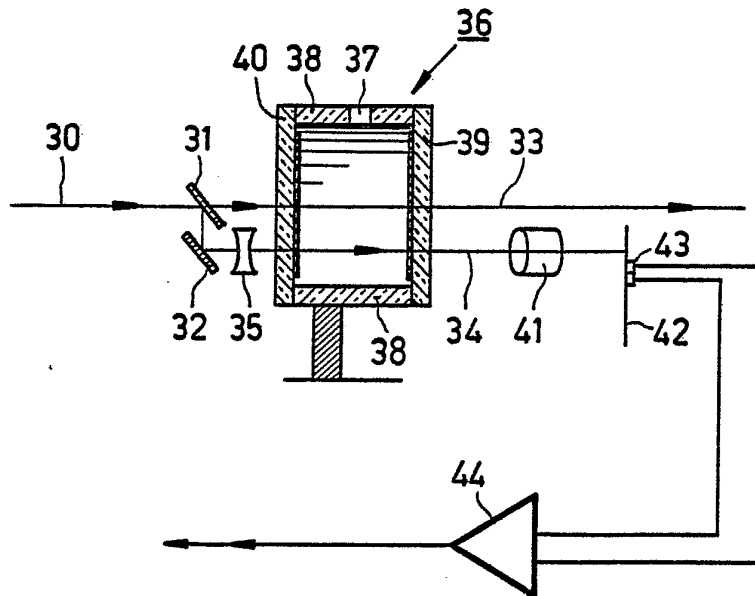


FIG. 2