



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8001470**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Werkwijze en inrichting voor het registreren van informatie.**
- ⑤1 Int.Cl³: G11B7/26.
- ⑦1 Aanvrager: Craig Ireton Willis te Weston, Canada.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8001470.
- ②2 Ingediend 12 maart 1980.
- ③2 Voorrang vanaf 12 maart 1979.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 19443 .
- ②3 - -
- ⑥1 - -
- ⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 september 1980.

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

Werkwijze en inrichting voor het registreren van informatie.

De uitvinding heeft betrekking op inrichtingen voor het registreren van informatie, en meer in het bijzonder op een uitwisbaar en weer te gebruiken archiefgeheugen waarbij verhitting wordt toegepast en dat kan worden gebruikt tezamen met een registratiemedium onder 5 gebruikmaking van gefocusseerde straling, meer in het bijzonder een sterk gefocusseerde laserbundel, voor registreren, uitlezen en uitwissen.

De uitvinding verschaft een werkwijze voor het registreren van informatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van een registratiemedium 10 dat op omkeerbare wijze kan worden omgezet vanuit een stabiele, vaste, fysische toestand in een andere, welke fysische toestanden verbonden zijn met verschillende specifieke volumina. Deze werkwijze omvat het kortstondig verhitten van een plaatselijk scherp begremsd volume van het medium grenzend aan het oppervlak ervan, voor het omzetten van de 15 vaste stof vanuit een toestand in een andere, waarbij dit volume voldoende groot is met betrekking tot het oppervlaktedeel dat wordt verhit, om op het oppervlak van het medium een scherp begremsd gebied te verkrijgen met een veranderde oppervlaktekromming, waarbij de verhouding tussen de afmetingen in respectievelijk de verticale en de 20 transversale richting ten minste 1 : 10 bedraagt.

Bij een voorkeurs-uitvoering wordt een laserbundelimpuls of een andere vorm van gefocusseerde straling toegepast voor het injecteren van een impuls van warmte-energie in een registratiemedium met een glad oppervlak, voor het verkrijgen van een blijvend registratiemerk- 25 teken op het oppervlak van het registratiemedium in de vorm van een scherp begremsde verandering van de oppervlaktekromming, dat wil zeggen een scherp begremsde uitstulping of een scherp begremsd putje of krater.

Dit wordt bereikt door een medium toe te passen waarin een ver- 30 andering van de dichtheid kan worden opgewekt door het medium bloot te stellen aan een gestuurd programma van verhitting en afkoeling, welk medium voldoende transparant of doorlatend is voor de straling, zodat de straling naar beneden in het medium doordringt en tengevolge van het warmte-effekt van de straling tijdelijk een volume 35 smelt waarvan de diepte op typerende wijze groot is vergeleken met de diameter van de plek die is gesmolten aan het oppervlak van het medium.

Een belangrijk voordeel van de onderhavige werkwijze is, dat

800 1470

bij het uitlezen of reproduceren van de geregistreeerde informatie een grote signaal-ruisverhouding kan worden verkregen. Als een lichtvlek met een diameter die vergelijkbaar is met de breedte van het gebied met een gewijzigde oppervlaktekromming, dat wil zeggen de uit-
5 stulping of het putje, het oppervlak van het registratiemedium af-
tast, verkrijgt men een goede reflectie van de niet van merktekens
voorzien, vlakke of gladde gebieden van het registratiemedium, maar
als de lichtvlek valt op een putje of een uitstulping met een hoogte-
verhouding van ten minste 1 : 10, wordt het licht verstrooid tenge-
10 volge van de kromming van het oppervlak, en hierdoor kan een signaal
worden gedetecteerd in de vorm van een sterk uitgesproken afneming
van de intensiteit van het gereflekteerde licht, die kan worden ge-
meten met een geschikte optische sensor. Als bovendien een nieuwe
vorm van een optisch filter wordt toegepast, welk filter hieronder
15 meer gedetailleerd wordt beschreven en dat de hoeveelheid gereflek-
teerd licht vermindert dat wordt opgevangen van het oppervlak van het
medium, zodat het gehele of het grootste gedeelte van het licht dat
wordt ontvangen door de sensor, uitgekozen is uit een deel van de ge-
reflekteerde bundel die sterker is gemoduleerd dan de rest van de
20 bundel, kan een opmerkelijke vergroting van de amplitude van het ge-
detecteerde signaal worden verkregen, overeenkomende met een ver-
sterkt contrast tussen de intensiteit van respectievelijk de bundels
gereflekteerd door het gladde oppervlak van het medium en van die ge-
reflekteerd door de uitstulping of het putje.

25 Alhoewel bij de toepassingen van de onderhavige aanvraag die de
meeste voordelen bieden een lasernaald wordt gebruikt voor het smel-
ten van het scherp begrensde, plaatselijke volume van het registratie-
medium, bestaan er andere, alhoewel minder geschikte inrichtingen
voor het snel en gedurende korte tijd verhitten van een plaatselijk
30 beperkt volume van een smeltbaar medium, bijvoorbeeld elektronenbun-
dels of bundels van elektromagnetische straling die geen laserbun-
dels zijn, en dunne verhittingsdraden die in het medium zijn ingebed;
de toepassing van al dergelijke inrichtingen valt in het gebied van
de onderhavige uitvinding.

35 De uitvinding zal nu meer gedetailleerd worden besproken aan de
hand van de bijgevoegde tekening, waarin:

fig. 1 een weergave is van een fotografisch beeld, vervaardigd
met een transmissie-elektronenmicroscop met een groot oplossend ver-
mogen, van een dunne verticale doorsnede door een laag van een re-
40 gistratiemedium met een plaatselijke verandering van de oppervlakte-

800 1470

kromming in de vorm van een uitstulping,

fig. 2 op schematische wijze een voorbeeld weergeeft van een registratie- en terugleesinrichting volgens de uitvinding, en

fig. 3 een grafiek is die het verband aangeeft tussen de temperatuur en het specifieke volume van verschillende morfologische toestanden van een typerend vast registratiemedium.

In fig. 1 bevat een laag 11 een registratiemedium dat een vaste stof is met een eerste en een tweede toestand die zijn verbonden met verschillende respectievelijke specifieke volumina (hierbij kan worden opgemerkt dat het specifieke volume van een materiaal het omgekeerde is van de dichtheid ervan). Het medium 11 kan naar verkiezing in één van de beide toestanden worden gebracht door het medium te smelten en vanuit de gesmolten toestand af te koelen met een uitgekozen koelsnelheid. Het referentiegetal 12 geeft de begrenzing aan van een laserbundel die is gefocusseerd op het optisch gladde en homogene oppervlak 13 van het registratiemedium 11. Met "optisch glad en homogeen" wordt bedoeld, dat het oppervlak 13 wat betreft de vorm van dit oppervlak geen onregelmatigheden vertoont of plaatsen met afwijkende eigenschappen of insluitingen, zoals pigmentkorrels, enz., die in het materiaal zelf zijn verdeeld en het optisch onderscheiden zouden bemoeilijken tussen het gladde oppervlak 13 van het medium zonder registraties en de verhoogde, respectievelijk verlaagde registratie-uitstulpingen of putjes die op het oppervlak zijn aangebracht in overeenstemming met de techniek volgens de onderhavige uitvinding.

De laserbundel 12 wordt zodanig gefocusseerd, dat een lichtvlek met de kleinst mogelijke diameter wordt gevormd op het oppervlak 13 van het registratiemedium 11. De kleinst bereikbare afmeting van de lichtvlek wordt bij een laserbundel met een bepaalde golflengte beperkt door de diffraktiewetten tot een bepaalde afmeting die afhankelijk is van de genoemde golflengte, en deze kleinst mogelijke lichtvlek wordt derhalve genoemd de "door diffractie beperkte vlek". Men merke op, dat in de praktijk de kanten 12 van de laserbundel in de buurt van het gebied van de minimum-diameter op het oppervlak 13 niet recht zijn, maar gekromd en een getailleerde vorm vertonen. De kanten van de laserbundel in het deel 14 van de bundel onder het oppervlak 13 zijn eveneens gekromd, zoals te zien is in fig. 1.

Bij het in bedrijf zijn wordt de laag met een glad oppervlak van het registratiemedium 11 bestraald met impulsen van de gefocusseerde laserbundel 12, teneinde een hoeveelheid laserstraling te in-

jecteren die een voldoende intensiteit heeft voor het tot de smelttemperatuur verhitten van het kleine volume van materiaal in het medium 11 dat door de bundel wordt bestraald. Het volume 15 van het medium 11 dat door de laserbundel wordt verhit, bepaald door de laserbundel 14 waar deze door het medium 11 heen gaat, kan zeer klein worden gemaakt. In een typerend geval bedraagt de diameter van de vlek die aan het oppervlak 13 wordt gesmolten minder dan ongeveer 0,65 μm en de lengte van de verhittingsimpuls ligt in de grootte-orde van 100 nanoseconden. Tengevolge van de kleinheid van het bestraalde volume en de scherp begrensde eigenschappen van de laserbundel kunnen de hoeveelheid in het gesmolten volume 15 geïnjecteerde warmte en de temperatuur die wordt bereikt nauwkeurig worden gestuurd. Nadat de stralingsimpuls is afgelopen begint het gesmolten volume af te koelen met een koelsnelheid die sterk afhangt van de temperatuur waar- 15 toe het gesmolten materiaal is verhit. Als het materiaal tot nauwelijks boven de smelttemperatuur is verhit, blijft het omringende registratiemedium in de laag 11 betrekkelijk koud en koelt het gesmolten volume 15 na beëindiging van de laserstraling snel af. Als echter het gesmolten volume 15 tot een hogere temperatuur is verhit 20 wordt het omringende medium ook op overeenkomstige wijze verhit, zodat een geringere afkoelsnelheid optreedt als de laserbestraling wordt gestopt. Op deze wijze kan de afkoelsnelheid vanuit de gesmolten toestand worden geregeld, zodat het mogelijk is bij stolling van het gesmolten volume naar keuze de eerste danwel de tweede specifieke 25 volumetoestand te verkrijgen waarin het medium 11 kan bestaan.

Bovendien wordt opgemerkt, dat als eenmaal bij materialen die geschikt zijn voor het ondergaan van de hierboven beschreven, door warmte veroorzaakte overgang, een merkteken, bijvoorbeeld een putje of een uitstulping, op het oppervlak van het registratiemedium is 30 aangebracht, het merkteken desgewenst kan worden verwijderd door het bloot te stellen aan straling met een zodanige intensiteit, dat het vroeger gesmolten volume weer wordt gesmolten en wordt verhit tot een temperatuur vanwaar het, afhankelijk van de temperatuur waartoe daarbij het omringende medium is verhit, het materiaal met een zodanige 35 snelheid zal afkoelen, dat het althans in hoofdzaak wordt teruggebracht tot het oorspronkelijke specifieke volume, waarna er geen groot verschil meer bestaat tussen het specifieke volume van het weer gestolde volume en dat van de omringende massa van het registratiemedium en er dientengevolge een minder uitgesproken discontinuïteit 40 teit aan het oppervlak van het registratiemedium aanwezig is dan

voorheen het geval was.

Als tijdens het registreren het medium wordt omgezet van een toestand met een klein specifiek volume in een toestand met een groot specifiek volume, resulteert de volumetoeneming, aangezien het gesmolten volume 15 aan alle zijanten en bij de bodem wordt begrensd door niet gesmolten gedeelten van het registratiemedium 11, in een naar boven uitstulpen van een hoeveelheid van het gesmolten materiaal door de opening die in het oppervlak 13 van het registratiemedium is gesmolten, waardoor een gekromde uitstulping 16 wordt gevormd die na afkoeling van het materiaal blijft uitsteken boven het algemene vlak van het oppervlak 13. De randen van de uitstulping 16 vormen een scherpe discontinuïteit ten opzichte van het vlak van het oppervlak 13. De wijze waarop de uitstulping 16 wordt gevormd is enigszins analoog met de wijze waarop zich een uitstulping van bevroren melk 15 boven de hals van een melkfles vormt als de inhoud van deze fles bevriest. Er wordt op gewezen, dat dit "melkfleseffekt" wordt versterkt en dat de hoogte van de uitstulping toeneemt, als de diameter van de gesmolten plek aan het oppervlak van het materiaal 13, en derhalve de diameter van de hals waardoor het gesmolten materiaal naar boven 20 wordt geperst, zo klein mogelijk is met betrekking tot het volume van het materiaal dat in de laag van het registratiemedium 11 is gesmolten.

Het biedt derhalve voordelen als de bundel bij voorkeur wordt gefocusseerd tot de door diffractie beperkte vlek die samenvalt met 25 het oppervlak 13 van het registratiemedium 11, zodat een plek met een minimumdiameter aan het oppervlak 13 wordt gesmolten.

Teneinde te bereiken dat het registratiemerken gemakkelijk door optische middelen kan worden onderscheiden van de door het vlakke oppervlak 13 gevormde achtergrond, is het wenselijk dat de hoogte- 30 verhouding van de uitstulping 16 ten minste 1 : 10 bedraagt, dat wil zeggen dat de verhouding tussen de verticale afmeting van de uitstulping en de breedte ervan ten minste 1 : 10 bedraagt en bij voorkeur ten minste 1 : 5 en meer in het bijzonder ongeveer 1 : 2.

In de ideale omstandigheid waarin de door diffractie beperkte 35 vlek samenvalt met het oppervlak 13 van de laag 11, hangt de hoogteverhouding van de uitstulping die wordt verkregen af van drie factoren. Ten eerste neemt de hoogteverhouding toe als de convergentiehoek van de invallende bundel 12 toeneemt. Er zijn echter praktische grenzen voor de grootste waarde van de numerieke apertuur die kan worden 40 toegepast bij een laserregistratie-inrichting. In de praktijk is de

800 1470

grootste waarde van de numerieke apertuur die kan worden gebruikt ongeveer 0,85, overeenkomende met een convergentiehoek α van ongeveer 116° , zoals in fig. 1 is aangegeven.

Ten tweede neemt de hoogteverhouding van de uitstulping toe met
5 een toeneming van de verandering van het specifieke volume, die optreedt bij de overgang van het registratiemedium van de oorspronkelijke naar de veranderde toestand. Het is nuttig de verandering van het specifieke volume aan te geven als de procentuele verandering van het specifieke volume dV , die wordt gedefinieerd door

$$10 \quad dV = \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

waarin V_1 de grootte is van het verschil in specifiek volume tussen de eerste en de tweede toestand met verschillende specifieke volumina, en V_2 het oorspronkelijke specifieke volume van het medium 11.

Ten derde neemt de hoogteverhouding van de uitstulping toe met
15 een toeneming van het volume 15 van het gesmolten medium en deze is op zijn beurt afhankelijk van de diepte van het volume 15 dat wordt gesmolten door de laserbundel. De diepte tot waartoe het medium kan worden gesmolten wordt beheerst door de transparantie of de transmissie van het medium ten opzichte van de speciaal gebruikte laser-
20 straling. Er wordt opgemerkt, dat de transparantie of transmissie verandert met veranderingen van de golflengte, maar voor straling met een bepaalde golflengte wordt de transmissie van het medium met betrekking tot de laserstraling aangegeven door de formule

$$P(x) = P_0 e^{-x/L}$$

25 waarin P_0 het vermogen of de intensiteit van de laserstraling is bij het oppervlak 13, $P(x)$ het vermogen is op een diepte x onder het oppervlak, en L de afstand is waarover het vermogen van de bundel is afgenomen tot $\frac{1}{e}$ (36,8%) van de waarde aan het oppervlak. De waarde L , die genoemd wordt de materiaallengte waarbij een verzwakking tot $\frac{1}{e}$
30 optreedt, is een constante voor een bepaald registratiemedium en voor laserstraling met een bepaalde golflengte, en men heeft gevonden dat deze lengte in de praktijk ongeveer de diepte aangeeft tot waarop een bepaald registratiemedium door straling met een bepaalde golflengte kan worden gesmolten.

35 Als men derhalve een uitstulping wil verkrijgen met een hoogteverhouding van ten minste 1 : 10 door gebruik te maken van een gefocuseerde laserbundel, dient men een medium te gebruiken dat hierdoor is gekenmerkt dat het produkt $dV.L$ ten minste een bepaalde waarde bezit. Op grond van geometrische beschouwingen betreffende het peervor-

mige volume 15 van gesmolten materiaal, zoals aangegeven in fig. 1, kan gemakkelijk worden berekend dat het produkt $dV.L$ een waarde van ten minste ongeveer $2 \mu m$ moet bezitten, waarbij L in μm is uitgedrukt. Alhoewel theoretisch gesproken er geen bovenste grens behoeft te bestaan voor de maximale waarde van het produkt $dV.L$, is het niet waarschijnlijk dat in de praktijk een maximale procentuele verandering van het specifieke volume wordt gevonden die groter is dan ongeveer 50%, en op grond van redenen die hieronder meer gedetailleerd zullen worden besproken, is het ook gewenst dat de verzwakkingslengte L groter is dan ongeveer $3 \mu m$. In de praktijk zal derhalve de maximale waarde van $dV.L$ niet groter zijn dan ongeveer $150 \mu m$. Het is gewenst dat het produkt $dV.L$ ten minste ongeveer $4 \mu m$ bedraagt. Bij een voorkeurs-uitvoering van de uitvinding is de waarde van dit produkt ongeveer $7 \mu m$.

De hierboven gegeven beschouwing heeft grotendeels betrekking op lagen van registratiemedia die een vergroting van het specifieke volume kunnen ondergaan, dat wil zeggen een afneming van de dichtheid. De onderhavige registratiewerkwijze is echter ook toepasbaar op lagen van registratiemedia die een vermindering van het specifieke volume ondergaan als zij worden gesmolten en met een bepaalde snelheid worden afgekoeld. In zulk een geval wordt de vereiste hoeveelheid energie in het gesmolten volume 15 geïnjecteerd, zodat na het einde van de laserstralingsimpuls het gesmolten volume afkoelt met een koelsnelheid die zodanig is gekozen dat er een overgang naar de andere fysische toestand optreedt. Men verkrijgt hierdoor een overeenkomstige afneming van het volume van de gesmolten zone 15, zodat een putje ontstaat, zoals in fig. 1 met een stippellijn bij het referentiegetal 17 is aangegeven. Evenals bij de hierboven besproken werkwijze voor de vorming van een uitstulping, kan door het instellen van de intensiteit van de laserstralingsimpuls die in het registratiemedium wordt geïnjecteerd, het lager gelegen gebied weer worden gesmolten en tot een zodanige temperatuur worden verhit, dat een koelsnelheid wordt bereikt die tengevolge heeft dat het weer gesmolten volume stolt in de oorspronkelijke toestand met het bijbehorende specifieke volume, zodat het putje wordt uitgewist en het oppervlak van het medium weer zijn oorspronkelijke gladde toestand verkrijgt.

Bij het kiezen van materialen die als registratiemedia voor de werkwijze volgens de uitvinding zullen worden gebruikt, kunnen conventionele technieken voor het meten van de $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte op gewenste wijze worden aangepast voor het meten van de kleine waarden

van deze lengte L μm . Er kunnen bijvoorbeeld dunne films worden ver-
vaardigd van het te onderzoeken materiaal, welke films wat betreft
hun dikte naar één kant taps toelopen, zodat direkt metingen kunnen
worden uitgevoerd met betrekking tot de verandering van de transmis-
5 sie van het medium bij verschillende dikten van de film. In het geval
van voorgestelde registratiemedia die in een geschikt oplosmiddel
kunnen worden opgelost, kunnen voorts metingen worden verricht met
betrekking tot de absorptie van de laserstraling door oplossingen
met verschillende concentraties, waarbij een waarde die overeenkomt
10 met de $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte van de zuivere vaste stof door extrapo-
latie kan worden verkregen.

De gewenste registratiemedia die voldoen aan de vereisten van
een betrekkelijk korte verzwakkingslengte met betrekking tot laser-
licht, en het bezitten van een optisch glad en homogeen oppervlak,
15 zullen normaliter zwart en glanzend zijn en alle zulke materialen
zullen in eerste instantie geschikt lijken voor toepassing als re-
gistratiemedia bij de werkwijze volgens de uitvinding.

Het vermogen van een bepaald materiaal voor te komen in twee
toestanden met verschillende specifieke volumina, waarbij het mate-
20 riaal van de ene toestand in de andere kan worden overgebracht door
smelten en afkoelen met een uitgekozen snelheid, kan het gemakke-
lijkst worden onderzocht door het materiaal te beproeven met een la-
serstraalbeitel, bijvoorbeeld door toepassing van een pulserende la-
serbundel waarvan de impulsen een duur bezitten in de grootte-orde
25 van 100 nanoseconden en waarvan de intensiteit kan worden gestuurd,
waarbij deze laserbundel wordt gefocusseerd tot een door diffractie
beperkte vlek op het oppervlak van het te onderzoeken registratieme-
dium, of door middel van een andere werkwijze waarmee kortstondig
een klein volume van het te onderzoeken medium kan worden gesmolten
30 en dit volume kan worden afgekoeld onder zodanige omstandigheden, dat
het gesmolten materiaal snel wordt afgeschrikt, danwel langzamer af-
koelt. Het is bijvoorbeeld mogelijk door warmte veroorzaakte verande-
ringen van het specifieke volume te onderzoeken bij kleine monsters
van het voorgestelde registratiemedium, door deze monsters te smelten
35 en vervolgens aan verschillende koelsnelheden te onderwerpen, bijvoor-
beeld door het gesmolten materiaal langzaam te laten afkoelen door het
bloot te stellen aan de omgevingstemperatuur, of het gesmolten mon-
ster af te schrikken door het onder te dompelen in een bad van een
geschikte, inerte koelvloeistof, zoals koud water, en vervolgens ver-
40 anderingen van het specifieke volume waar te nemen.

Voorbeelden van registratiemedia zijn hoogsmeltende, bitumineuze stoffen, zoals natuur-asfalt, bijvoorbeeld gilsoniet, albertiet en trinidad pek, en petroleumasfaltene of residuen van in petroleum-raffinaderijen uitgevoerde destillaties, en fracties van al deze 5 stoffen, bijvoorbeeld fractiesverkregen door chromatografie of door gefractioneerd oplossen.

Het registratiemedium dat volgens de tot nu toe verrichte onderzoeken de voorkeur verdient is een film van een in de handel verkrijgbare zegellak, een glanzend zwart, vast materiaal, een residu 10 van een bij de petroleum-raffinage uitgevoerde destillatie, dat verkrijgbaar is bij Shell International Chemicals Co. Ltd. te Londen, Engeland SE1 7PG, enwel onder de merknaam APIEZON W. De fysische eigenschappen van APIEZON W, zoals beschikbaar esteld door de fabrikant, zijn in de hierna volgende tabel weergegeven. Films van dit ma- 15 teriaal worden bij voorkeur vervaardigd door een substraat met behulp van een mes of door onderdompeling te bedekken met een oplossing van het APIEZON W materiaal in een organisch oplosmiddel, bijvoorbeeld tolueen of trichloorethaan, en het oplosmiddel vervolgens te verdampen, aangezien op deze wijze vervaardigde films betere registratie-eigenschappen bezitten dan niet op deze wijze behandeld APIEZON 20 W materiaal. Het is gewenst de oplossing zo viskeus mogelijk te maken. Een geconcentreerde oplossing van APIEZON W in het oplosmiddel moet bij voorkeur een viscositeit van ten minste ongeveer 700 cP bezitten, aangezien met zulke geconcentreerde oplossingen films worden 25 verkregen met betere registratie-eigenschappen. Films vervaardigd van deze geconcentreerde oplossingen geven een uitstekend registratiemedium, waarvan kleine volumina gemakkelijk kunnen worden gesmolten en omgezet in een toestand met een vergroot specifiek volume, door toepassing van een beitelvormige laserimpuls. Het materiaal kan 30 derhalve snel worden gesmolten en afgeschrikt en uitstulpingen van het verhoogde oppervlakreliëf kunnen worden verkregen op het oppervlak van het registratiemedium.

Tabel

Benaderd verwekingspunt, °C	85
Toepassingstemperatuur, °C	100
Dampdruk bij 20°C, torr	10^{-8}
Dampdruk bij 100°C, torr	5×10^{-6}
Dichtheid bij 20°C/15,5°C	1,055
Dichtheid bij 30°C/15,5°C	1,048
Gemiddeld moleculair gewicht	1214
Volume-uitzettingscoëfficiënt per °C, over het traject 20°C - 30°C	$6,2 \times 10^{-4}$
Thermische geleidbaarheid, w/m °C	0,189
Specifieke warmte bij 25°C, joule/g	1,8
Tangens van de verlieshoek	0,015
Permissiviteit	2,8
Specifieke weerstand, ohm.cm	$6,31 \times 10^{15}$

Door weer opsmelten van de delen van het registratiemedium met een verhoogd reliëf, door gebruik te maken van een laserbundel met een grotere intensiteit, kunnen de uitstulpingen worden afgevlakt en de registratie hierdoor worden uitgewist, aangezien het gesmolten
5 materiaal met een kleinere snelheid afkoelt, zodat het terugkomt in zijn oorspronkelijke toestand met een kleiner specifiek volume.

Men neemt aan, dat deze veranderingen van het specifieke volume gepaard gaan met een verandering van een kristallijne toestand, overeenkomend met een klein specifiek volume, naar een amorf toestand, overeenkomende met een groot specifiek volume, en dat door
10 smelten en vervolgens snel afkoelen of afschrikken de amorf toestand wordt verkregen, terwijl door langzaam afkoelen het gesmolten materiaal rekristalliseert en de oorspronkelijke, grotere dichtheid en het kleine specifieke volume van de kristallijne toestand worden
15 verkregen.

Men heeft in elk geval gevonden, dat als een registratie wordt aangebracht op een uit een oplossing neergeslagen film van APIEZON W materiaal, zoals aangegeven in fig. 1, het in deze figuur getekende, peervormige, gesmolten volume 15 in een foto gemaakt met een trans-
20 missie-elektronenmicroscop, lichter verschijnt dan de omringende,

800 14 70

donkerder, niet-gesmolten gebieden, en dit is een aanwijzing dat hier sprake is van een toestand met een kleinere dichtheid en een groter specifiek volume. Alhoewel het schijnt dat er geen rapporten zijn verschenen over de kristalvorm van APIEZON W lak, bevat-
5 ten foto's gemaakt met een transmissie-elektronenmicroscop door dunne secties van het betreffende materiaal, aanwijzingen die duiden op de aanwezigheid van een fijne microkristallijne korrelstructuur, waarbij de korrels afmetingen bezitten die klein zijn vergeleken met de golflengte van licht en derhalve niet inter-
10 fereren met de optische gladheid van het oppervlak van het medium. Hier komt dan nog bij, dat de zones van het medium die aan het registratieproces zijn onderworpen geweest en zijn getransformeerd in een toestand met een groter specifiek volume, fysisch minder bros zijn dan de ongewijzigde zones, hetgeen een aanwijzing is
15 van een overgang naar een grotere veerkracht die verbonden is met de amorfie toestand.

Met het de voorkeur verdienende APIEZON W materiaal uitgevoerde proeven hebben aangetoond, dat voor laserlicht verkregen met een typische laserbron, bijvoorbeeld een blauwe uitstraling
20 met een golflengte van 488,0 nm verkregen van een laser met argon-ionen, het APIEZON W materiaal een $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte bezit van ongeveer 1,0 μ m. Bij overgang van de toestand met een klein specifiek volume naar die met een groot specifiek volume treedt er een procentuele verandering van het specifieke volume dV (zoals hier-
25 boven gedefinieerd) op van ongeveer 7 %, zodat het hierboven besproken produkt dV.L een waarde bezit van ongeveer 7 μ m.

Andere voorbeelden van registratie-media zijn organische materialen die door warmte-behandeling^{een} donkerder kleur verkrijgen en door een geschikte behandeling bij verhoogde temperatuur
30 donkerder zijn gemaakt. Een voorbeeld van een registratiemedium waarbij verhoogde registratiemerkttekens in de vorm van uitstulpingen kunnen worden verkregen door blootstelling aan een beitelvormige laserbundel, is het glimmend zwarte residu (caramel) dat wordt verkregen door sucrose gedurende lange tijd te verhitten.
35 Evenals met het APIEZON W materiaal het geval is, kan door blootstelling aan een impuls van laserlicht met een betrekkelijk geringe intensiteit een merktteken in de vorm van een uitstulping worden verkregen, en door blootstelling van de uitstulping aan een impuls met een grotere intensiteit kan de uitstulping worden

afgevlakt en de registratie worden uitgewist. De responsie van caramel is echter veel minder goed, doordat de hoogte van de uitstulpingen die kunnen worden verkregen, veel kleiner is en daarom verdient dit materiaal niet de voorkeur.

5 Andere voorbeelden van registratiemedia zijn gedoopte polymere harsmaterialen, bij voorkeur een gehard epoxyharsmateriaal, verkregen door een polymeer harsmateriaal met een licht-absorberende doopstof te impregneren totdat een bepaalde mate van licht-absorptie is verkregen.

10 Een voorbeeld van een materiaal dat bij verhitting met een beitelvormige laserbundel een vermindering van het specifieke volume vertoont, zodat putjes worden verkregen, zoals aangegeven door de stippellijn 17 in fig. 1, is een verhard epoxyharsmateriaal dat is hard gemaakt door doping met jodium. Dit materiaal
15 wordt verkregen door een conventioneel, twee-componenten epoxyhars kleefmiddel, bijvoorbeeld het 5 minuten twee-componenten epoxyharsmateriaal van LEPAGE, te mengen ter verkrijging van een film van geharde epoxyhars. De film wordt dan in aanraking gebracht met jodiumdamp, bijvoorbeeld door de film in een afgesloten
20 ruimte te plaatsen waarin jodiumkristallen zijn gebracht, totdat de film zoveel damp heeft geabsorbeerd dat hij hierdoor zwart is geworden. Door het oppervlak van deze film bloot te stellen aan impulsen (met een duur van 100 - 200 nanoseconden) van blauw laserlicht (golflengte 488,0 nm) gefocusseerd tot een door diffrac-
25 tie beperkte vlek op het oppervlak van de film, met een intensiteit van ongeveer 2-3 mW aan het oppervlak van de film, kan een registratie in de vorm van een kratervormig putje worden verkregen, dat ontstaat aan het oppervlak van de film. De geregistreeerde informatie

kan worden gereproduceerd door de lichtvlek het oppervlak van de film en de putjes te laten aftasten, waarbij de laser continu werkt op een lager intensiteitsniveau (bijvoorbeeld ongeveer 300 μ W). Men verkrijgt een reflectie van het oppervlak van de film in de vorm van 5 impulsen. De registratie kan worden uitgewist door de genoemde, door diffractie bepaalde lichtvlek over de registratie te laten bewegen, waarbij de laser continu werkt en de intensiteit van de lichtvlek ongeveer 3 mW bedraagt. Na uitwissing verkrijgt men niet langer een reflectie in de vorm van impulsen als een laserlichtvlek met een ge- 10 ringe intensiteit de baan van de vroegere registratie aftast.

Naast de registratiemedia die naar keuze kunnen worden omgezet vanuit een amorf in een kristallijne toestand en omgekeerd, zijn er andere materialen die een verandering van het specifieke volume ondergaan bij blootstelling aan een speciale wijze van verhitting. 15 Men kan bijvoorbeeld bepaalde materialen dichtheidsveranderingen laten ondergaan door afschrikken en verhitten bij ontlaattemperaturen, zelfs als het materiaal in de amorf toestand blijft, en zulke materialen, die naar believen kunnen worden getransformeerd van een toestand naar een andere met een andere dichtheid of specifiek volume, 20 door middel van injectie van een gestuurde hoeveelheid warmte-energie in een beperkt volume van het materiaal, onder toepassing van een beitelvormige laserbundel, kunnen worden gebruikt bij de registratiewerkwijze volgens de uitvinding. Voor een nadere beschrijving van amorf materialen met een variabele dichtheid wordt men verwezen 25 naar Turnbull en anderen, "Structure of Amorphous Semiconductors", J. Non-Crystalline Solids, 8-10 (1972), bladz. 19 - 35.

De thans de voorkeur verdienende registratiemedia zijn echter materialen die een transformatie ondergaan van de kristallijne naar de amorf toestand, welke transformatie gepaard gaat met een grote 30 toeneming van het specifieke volume. De gewenste eigenschappen van de de voorkeur verdienende registratiemedia ten gebruike bij de onderhavige uitvinding zullen nu worden besproken voor materialen die zich oorspronkelijk in een toestand met een klein specifiek volume (grote dichtheid) bevinden en die kunnen worden getransformeerd naar 35 een toestand met een groter specifiek volume, waardoor een uitstulping ontstaat, maar men diene te begrijpen, dat soortgelijke principes ook van toepassing zijn op materialen ten gebruike bij registratiewerkwijzen waarbij een afneming van het specifieke volume optreedt, hetgeen leidt tot het ontstaan van putjes in het oppervlak 40 van het registratiemedium.

800 1470

Bij de de voorkeur verdienende materialen dient de glasovergangstemperatuur T_g ruim boven kamertemperatuur te liggen, zodat de amorfe toestand met een geringe dichtheid stabiel en permanent is in het gehele traject van omgevingstemperaturen. T_g moet bij voorkeur 5 niet veel lager zijn dan ongeveer 50°C .

Bovendien moet het thermisch geleidingsvermogen (of wat daarmee equivalent is, de thermische "diffusiviteit") vanwege een aantal belangrijke redenen laag zijn: dit lage geleidingsvermogen voorkomt de laterale verspreiding van thermische energie tijdens de vorming 10 van de uitstulping, waardoor een groot oplossend vermogen bij het registreren wordt verkregen; het verlaagt de drempelenergieniveaus voor het registreren en uitwissen tot economische niveaus; en het maakt de plaatselijke afkoelingstijd gevoelig voor de hoeveelheid geïnjecteerde warmte, zodat zowel afschrikken (registreren) als ontla- 15 den (uitwissen) thermisch kunnen worden gestuurd.

Het is wenselijk dat het thermisch geleidingsvermogen kleiner is dan ongeveer $5 \text{ mW/cm}^\circ\text{K}$, en bij voorkeur kleiner dan ongeveer $3 \text{ mW/cm}^\circ\text{K}$.

De kenmerkende ontlaadtijd moet kort zijn, zodat een volume ge- 20 smolten materiaal kleiner dan $1 \text{ } \mu\text{m}^3$ zijn maximale dichtheid binnen enige microseconden bereikt. Dit is een vereiste voor een snelle thermische omkeerbaarheid. Voorts moet, ter verkrijging van een hoge gevoeligheid, voor het smeltproces zo min mogelijk warmte van de registrerende laser benodigd zijn. Voor het thermisch rendement moet 25 derhalve aan een aantal vereisten worden voldaan. In het geval van een kristallijn materiaal is het noodzakelijk de stof te verhitten tot boven de glasovergangstemperatuur van de amorfe fase tot de werkelijke thermodynamische smelttemperatuur T_m , teneinde bij afschrikken een volledig amorfe toestand te verkrijgen. Dit moet worden ge- 30 daan, omdat de laatste resten van de kristalstructuur pas verdwijnen als de smelttemperatuur is bereikt. De smelttemperatuur mag daarom niet buitengewoon hoog zijn. Omdat echter kristallisering kinetisch de voorkeur moet verdienen tijdens het ontlaaatproces, moeten T_g en T_m enige tientallen graden uit elkaar liggen. Als derhalve T_g in de 35 buurt van 100°C ligt moet T_m ten minste 150°C bedragen. De twee voornaamste factoren die bepalen hoeveel warmte nodig is voor smelting, zijn de specifieke warmtecapaciteit en de latente smeltwarmte. Het is derhalve wenselijk materialen te kiezen waarbij deze twee grootheden lage waarden bezitten. Het materiaal moet ook in de kris- 40 tallijne toestand een duidelijk bepaalde smelttemperatuur bezitten

800 14 70

en een betrekkelijk goed bepaalde verwekingstemperatuur in de glasachtige of amorse toestand.

De optische verzwakkingslengte van het materiaal voor de gekozen lasergolflengte moet lang genoeg zijn voor het verkrijgen van
5 een doordringingsdiepte die voldoende is voor het veroorzaken van een netto-volume-uitzetting vereist voor het vormen van een gemakkelijk te detecteren uitstulping aan het oppervlak met een hoogteverhouding van ten minste 1 : 10. Ter verkrijging van een uitleessig-
naal met een sterk contrast, onder gebruikmaking van een uitleesbun-
10 del die is gefocusseerd in een door diffractie beperkte (dat wil zeggen de afmeting van de golflengte) vlek, moeten de hoogte en de breedte van de uitstulping vergelijkbaar zijn met de golflengte van de uitleesbundel. Zoals hierboven is uiteengezet, is, als het materiaal een betrekkelijk grote procentuele specifieke volumeverande-
15 ring of uitzetting ondergaat bij het afschrikken, de doordringingsdiepte die nodig is voor het verkrijgen van de gewenste totale uitzetting evenredig kleiner. Voor een doeltreffende registratie met een hoog reliëf en met blauw licht met een golflengte van $\lambda = 488,0 \text{ nm}$ bedraagt bijvoorbeeld de verzwakkingslengte bij voorkeur ongeveer
20 1 micrometer, terwijl de procentuele specifieke volumeverandering ongeveer 5 - 10% bedraagt. Bij een voorkeurs-uitvoering waarin de laserbundel is gefocusseerd tot een door diffractie beperkte vlek op het oppervlak van het registratiemedium, ligt de $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte normaliter in het gebied van ongeveer $\frac{1}{10}$ tot ongeveer het dubbele
25 van de breedte van het gebied dat wordt gesmolten aan het oppervlak van het registratiemedium. Bij kortere verzwakkingslengten is het onwaarschijnlijk dat voldoende materiaal wordt gesmolten voor het vormen van een uitstulping met een adequaat geprononceerde hoogteverhouding en bij langere verzwakkingslengten wordt een buitensporig
30 groot volume van het medium verhit en is een lichtimpuls met een zeer grote intensiteit nodig voor het smelten van het registratiemedium. Tengevolge van de hoge kosten van laserenergie worden hierdoor de kosten van de registratiewerkwijze tot boven een acceptabel niveau verhoogd. De $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte bedraagt bij voorkeur onge-
35 veer de helft tot het dubbele van de breedte van de smeltplaats aan het oppervlak, en in de onderhavige voorkeurs-uitvoering is de $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte ongeveer het dubbele van de waarde van de genoemde breedte.

De de voorkeur verdienende materialen moeten niet alleen de
40 hier boven genoemde thermische, morfologische en optische eigenschap-

8001470

pen bezitten, maar bovendien de vervaardiging van grote gebieden van registratiemedia mogelijk maken met een optische gladheid en homogeniteit, zonder dat van kostbare procédés, zoals het neerslaan in vacuo, gebruik behoeft te worden gemaakt.

5 De laser-registratiewerkwijze en de werkwijze voor het registreren en uitlezen zijn meer gedetailleerd in fig. 2 weergegeven.

Meer in het bijzonder bestaat een doelplaat 21 uit een geschikt stijf of flexibel substraat 22, waarop zijn neergeslagen de laag 11 van een registratiemedium, een transparante, elastische, samendruk-
10 bare laag 23, bijvoorbeeld van lucht of van een samendrukbare vaste stof, bijvoorbeeld heldere siliconenrubber, en een harde transparante stofbekleding 24, bijvoorbeeld een glazen dekplaat. De ingangs- en uitgangsapparatuur voor de laserbundel omvat een bron 26 van gepolariseerd continu of uit impulsen bestaand laserlicht met een va-
15 riabele intensiteit, een bundelverwijder-collimator 27, een polariserende straa splitser 28, een kwart-golflengteplaat 29, een microscoop-objektieflens 31 met een grote numerieke apertuur (bijvoorbeeld 0,65), een ^{be}weegbaar irisdiafragma 32 met een variabele apertuur, dat dienst doet als een ruimtelijk filter, en een optische detector
20 33. Deze elementen dienen voor het opwekken en focuseren van de laserlichtbundel 12 op de doelplaat 21, voor het opvangen van verschillende hoeveelheden van het gereflecteerde licht aangegeven door de pijlen 34 en voor het richten van dit licht naar de detectie-inrichting 32, 33. De polarisatietoestanden van de laserstraling van de
25 bron 26 en van de invallende en gereflecteerde bundels zijn in fig. 2 met de conventionele notatie aangegeven.

De invallende gefocusseerde laserbundel dringt door het oppervlak van het registratiemedium 11 heen en wordt geabsorbeerd over een diepte die bijvoorbeeld twee optische golflengten bedraagt. Deze
30 doordringende laserbundel wordt omgezet in warmte die het medium 11 verhit en een plaatselijk smelten veroorzaakt als de energiedichtheid groter is dan een bepaalde drempelwaarde.

Tijdens een in het begin uitgevoerde schrijfbewerking wordt de intensiteit van de laserbundel 12 gedurende een korte impulstijd
35 (bijvoorbeeld 100 nsec) gebracht boven de hierboven genoemde smeltdrempelwaarde, teneinde een plaatselijk smelten te veroorzaken op uitgekozen plaatsen voor bits in de laag 11 van het registratiemedium van het doel 21. Het plaatselijk smelten dient voor het amorf maken van kleine, zakvormige volumina van de laag 11, waardoor in het geval
40 van het vormen van uitstulpingen amorfe gebieden ontstaan met een

8001470

geringere dichtheid, zoals het amorge volume 15. Tengevolge van de mechanische spanning die door het omringende, niet gesmolten materiaal 11 wordt uitgeoefend, resulteert de vermindering van de dichtheid in het amorge gebied 15 in een scherp gedefinieerde uitstulping 16 aan het oppervlak van de laag 11, of als een scherp gedefinieerd putje in het geval dat het materiaal een vermindering van het specifieke volume ondergaat.

Tijdens het uitlezen wordt de intensiteit van de laserbundel verminderd tot onder de smeltdrempelwaarde van het registratiemateriaal, en de bundel, of het doel 21, wordt bewogen, zodat het oppervlak van de laag 11 wordt afgetast door de vlek van gefocuseerd laserlicht. Als de uitleesvlek over het registratie-oppervlak beweegt, wordt ongeveer 7 % van het opvallende licht gereflecteerd naar de lens en door de bundelsplitser 28 naar de optische detector 33 geleid, die de intensiteit van het gereflecteerde licht meet. Als de bundel op een vlak gebied valt wordt al het gereflecteerde licht opgevangen door de lens 31 en geleid naar de detector 33 die een betrekkelijk grote intensiteit meet. Als echter de bundel op een uitstulping 16 valt, of op een putje met een naar beneden gekromd oppervlak, verstrooit de zeer plaatselijke kromming van het koepelvormige oppervlak van de uitstulping, of van het kraterachtige oppervlak van het putje, het gereflecteerde licht 34 over een veel grotere hoek dan wordt bestreken door de opening van de lens 31. Het grootste deel van het gereflecteerde licht valt derhalve buiten de opening van de lens en de detector 33 meet een veel geringere intensiteit. Als de uitleesvlek het registratie-oppervlak aftast, signaleert een plotselinge afneming van de gereflecteerde intensiteit de aanwezigheid van een uitstulping of een putje, overeenkomende met een informatiebit.

Men kan de amplitude van deze afneming van de intensiteit aanzienlijk vergroten door een variabele irisopening 32 aan te brengen tussen de lens 31 en de detector 33. Het is een kenmerk van de responsie opgewekt door licht gereflecteerd door de genoemde uitstulpingen of putjes, dat er een klein deel is van het gereflecteerde bundelpatroon 34 dat een grotere intensiteitsverandering ondergaat dan de rest van het patroon, als een uitstulping of een putje in de aftastende vlek komt. Door een irisopening 32 met een variabele afmeting zodanig mechanisch op te stellen, dat instelling mogelijk is in een vlak loodrecht op de gereflecteerde bundel, en door de stand en de afmeting van de opening in te stellen, is het mogelijk dat

deel van de bundel uit te kiezen dat het sterkst wordt gemoduleerd als de aftastende vlek over de uitstulping of het putje heen beweegt. Deze werkwijze geeft een verbetering van bijvoorbeeld een factor twee of drie van het contrast in het uitgangssignaal, en
5 als het registratie-energieniveau hoger wordt ingesteld dan de registratie-drempelwaarde, kan deze techniek gemakkelijk een uitgangssignaal opleveren waarvan de modulatie diepte de 100 % benadert. Dat wil zeggen, als de opening 32 goed is ingesteld, vermindert de aanwezigheid van een uitstulping de door de detector 33 waargenomen
10 intensiteit tot een niveau dat zou worden waargenomen als de laserbundel zou worden uitgeschakeld. Er wordt aangenomen dat de toepassing van een instelbaar ruimtelijk filter, zoals de iris 32, nieuw is en leidt tot een contrastniveau van het uitleessignaal dat met de bekende stand van de techniek niet is bereikt.

15 In het geval dat materialen worden gebruikt die tijdens het registreren een uitstulping vormen, wordt uitgewist door de intensiteit van de laserbundel 12 te vergroten met een factor twee boven de drempelwaarde voor registreren, en de vlek de uitgezochte delen te laten aftasten. Deze maatregel dient voor het laten rekristal-
20 liseren van de amorfe, gesmolten en weer gestolde volumina 15, waardoor de ermede verbonden uitstulpingen worden afgevlakt. Als een registratie-opervlak van APIEZON W met een snelheid wordt bewogen die klein genoeg is, zodat het oppervlak niet veel beweegt als het aan een impuls wordt blootgesteld, bedraagt de registratiedrempel-
25 waarde bijvoorbeeld ongeveer 1,5 mW voor een diameter van 0,5 μ m van een vlak van blauw licht ($\lambda = 488,0$ nm) van een argon-ionenlaser. De drempelwaarde voor uitwissen onder gelijke omstandigheden bedraagt ongeveer 3 mW.

In fig. 1 wordt de grens van de convergerende laserbundel voor-
30 gesteld door de gebogen lijnen CD en EF, die het oppervlak aangeven van een omwentelingshyperboloïde waarin de intensiteit van het licht groter is dan de smeltdrempelwaarde van het registratiemateriaal 11. De symmetrische kromme 36 in de vorm van een piek stelt het Airy-patroon voor en geeft de relatieve radiale intensi-
35 teitsverdeling weer van de bundel in de nabijheid van het registratie-opervlak 13. De radiale positie waar de intensiteitsdichtheid van de bundel is afgenomen tot de helft van de piekwaarde, wordt aangegeven door het halve-intensiteitspunt 37, dat de halve-intensiteitsdiameter van de laserbundel bij het registratie-opper-
40 vlak aangeeft. Tengevolge van de scherp bepaalde smeltdrempelwaarde

van het registratiemateriaal is er een straal waarbuiten geen smelting optreedt, tengevolge van de afnemende van de intensiteitsverdeling tot een hoogte overeenkomende met de smelttemperatuur van het registratiemateriaal. Als de totale intensiteit van de laserbundel verlaagd of verhoogd wordt, schuift deze horizontale lijn respectievelijk naar boven of naar beneden op de verdelingskromme, waarbij de snijpunten van deze lijn met de verdelingskromme de radiale begrenzing aangeven van de ontstane uitstulping. Door vermindering van de intensiteit van de bundel tot het geschikte niveau, vergeleken met de smeltdrempelwaarde, is het derhalve mogelijk een uitstulping te vormen die nauwer is dan de vlekafmeting met halve intensiteit, en omgekeerd is het mogelijk door vergroting van de intensiteit van de bundel een grotere uitstulping te vormen. Fig. 1 geeft een speciaal geval weer waarbij de smeltdrempelwaarde overeenkomt met het halve-intensiteitspunt, waarbij een uitstulping wordt verkregen met een diameter die precies gelijk is aan de halve-intensiteitsbreedte van de bundel.

Het is nuttig de "effectieve vlekafmeting" van de bundel te definiëren als de diameter (bij het oppervlak 13) van de gesmolten zone 15. Natuurlijk zal bij een bepaald materiaal met een bepaalde smelttemperatuur de effectieve vlekafmeting toenemen als de totale intensiteit van de bundel wordt vergroot. Dit feit heeft op de navolgende wijze een sterke invloed op het registratieproces. Door geometrische oorzaken koelt een kleiner gesmolten volume sneller af dan een groter volume. Aangezien het proces waarbij amorf materiaal ontstaat, dat leidt tot de vorming van de uitstulping 16, afhangt van een hoge koelsnelheid waardoor de zone 15 wordt afgeschrikt, dient de effectieve vlekafmeting bij het registreren zo klein mogelijk te worden gehouden. Dit is natuurlijk in overeenstemming met het doel een maximale pakkingsdichtheid voor de bits te verkrijgen. De totale intensiteit van de laserbundel moet derhalve beneden een bepaald kritisch niveau worden gehouden om de beste resultaten bij het registreren te verkrijgen. Dit kritische niveau is de drempelwaarde voor uitwissen.

Zoals hierboven reeds is vermeld, is het met registratiemedia met een zeer gering thermisch geleidingsvermogen mogelijk de koelsnelheid van een typische registratie "cel" 15 te regelen door de hoeveelheid warmte te variëren die door de laserbundel tijdens het smeltproces wordt geïnjecteerd. Het materiaal vertoont de neiging bij een grotere koelsnelheid te stollen in een stabiele toestand

8001470

met een laag specifiek volume, tenzij het wordt afgeschrikt met een nog grotere koelsnelheid, in welk geval het vast vriest in een permanente, metastabiele toestand met een groter specifiek volume. De laatste toestand komt overeen met het registratieproces en deze
5 toestand wordt alleen verkregen als het kleinst mogelijke volume wordt blootgesteld (overeankomende met een kleine effectieve vlekafmeting) en juist genoeg warmte wordt afgegeven voor het smelten van het materiaal in het volume 15. In dit geval diffundeert de smeltenergie snel weg en vindt afschrikking tot een toestand met
10 een groot specifiek volume plaats, hetgeen gepaard gaat met de vorming van een uitstulping. De eerder genoemde toestand, die overeenkomt met het uitwisproces, treedt echter op als de afkoeltijd van een gesmolten cel wordt verlengd door injectie van een extra grote hoeveelheid warmte gedurende het smeltproces. De extra
15 warmte verandert de toestand van de thermische begrenzing van de cel, waardoor de afkoeltijd wordt verlengd tot het punt waarbij het materiaal kan stollen in de toestand met een klein specifiek volume, en dit heeft tengevolge dat het oppervlak van de cel weer terugkeert naar de vlakke toestand. Het afgeven van een grotere
20 warmte-injectie wordt uitgevoerd door het verhogen van de intensiteit van de bundel boven het registratieniveau, en dit heeft voorts tengevolge dat de effectieve vlekafmeting enigszins toeneemt. Als het volume van het gesmolten gebied wordt vergroot tengevolge van de grotere vlekafmeting, wordt ook hierdoor de afkoelsnelheid ver-
25 kleind.

Men zal begrijpen, dat met materialen die in de vorm van optisch gladde lagen in de amorfe toestand zijn neergeslagen, juist de omgekeerde registratie- en uitwismechanismen optreden door injectie van een grotere hoeveelheid warmte resulterende in de over-
30 gang naar een kristallijne toestand met een klein specifiek volume, waardoor een registratiemerken in de vorm van een putje wordt gevormd, en de injectie van een kleinere hoeveelheid warmte voor het weer omzetten van het materiaal in de amorfe toestand met een groter specifiek volume, waardoor de registratie wordt uitgewist.

35 De werkwijze waarbij tijdens het registreren plaatselijk beperkte volumina van het registratiemedium van de kristallijne toestand in de amorfe toestand worden omgezet, verdient de voorkeur boven de werkwijze waarbij omzetting van de amorfe naar de kristallijne toestand plaats vindt, aangezien de eerst-genoemde werkwijze
40 beter is wat betreft de veiligheid van de gegevens in een

archiefgeheugensysteem, doordat het een uitwis-registreermechanisme is waarbij de uitwisbewerking ten minste een even grote vermogensdichtheid vereist als de registratiebewerking. Dit geeft een maximale beveiligingsmarge tegen abusievelijk uitwissen door een uit-
5 leesbundel met lagere energie. In tegenstelling hiermede wordt bij registratiewerkwijzen gebaseerd op de omzetting van de amorfe naar de kristallijne toestand, uitgewist door de gebieden met registraties bloot te stellen aan een laserbundel met een continue intensiteit die ligt boven het uitleesnivea, maar aanzienlijk beneden
10 het niveau dat noodzakelijk is voor registreren. Bij elk geheugensysteem dat op^{de} laatstgenoemde werkwijze is gebaseerd, staat derhalve de mogelijkheid, dat tengevolge van een verschuiving gedurende een lange periode of fouten van de inrichting, de intensiteit van de uitleesbundel toeneemt tot de uitwisdrempelwaarde en een catastro-
15 faal verlies van gegevens veroorzaakt.

De voorkeursuitvoeringen van de onderhavige uitvinding, waarbij het registratiemedium APIEZON W is of een gedoopt epoxymateriaal, vertonen het opmerkelijke verschijnsel dat moet worden uitgewist bij een energieniveau dat hoger ligt dan dat noodzakelijk voor
20 eenvoudig registreren met de drempelwaarde en gelijk is aan het niveau voor registreren met een piekamplitude. Bovendien is de uitwiswerkwijze zuiver thermisch, zodat de uitwissnelheid uitsluitend wordt beperkt door het door de laser geleverde vermogen.

Fig. 3 geeft de verandering van het specifieke volume aan als
25 een functie van de temperatuur, voor een de voorkeur verdienend registratiemedium dat een overgang van de kristallijne naar de amorfe toestand ondergaat. Punt A geeft de (bijvoorbeeld kristallijne) toestand met een klein specifiek volume (grote dichtheid) van het registratiemateriaal aan bij de omgevingstemperatuur T_a
30 en vóór het registreren. Tijdens het registreren injecteert een lichtimpuls juist genoeg warmte voor het laten bewegen van het werkpunt langs de smeltcurve 38 naar het punt B, of een punt een beetje hoger gelegen op de lijn 39, dat de vloeibare toestand aangeeft. Hierdoor ontstaat een snel smelten in de gekozen registratiecel 15.

Na beëindiging van de lichtimpuls beweegt bij snel afkoelen of afschrikken het werkpunt langs de kromme 41 van B naar C bij de glasovergangstemperatuur T_g , en langs de kromme 42 naar het punt D. Als de temperatuur van de cel lager wordt dan T_g bevriest het ma-
40 teriaal in een metastabiele amorfe toestand bij het punt D. Deze

8001470

metastabiele toestand is permanent bij de omgevingstemperatuur T_a (kamertemperatuur), mits de glasovergangstemperatuur T_g ver genoeg boven T_a ligt, zodat het materiaal hard en stabiel is bij T_a .
Uit fig. 3 is het duidelijk, dat als het materiaal van cel 15 over-
5 gaat van de kristallijne toestand bij A in de amorfe toestand bij D, er een permanente netto volume-uitzetting plaatsvindt. Deze uit-
zetting, die plaats vindt door het gehele blootgestelde volume 15, vormt de uitstulping 16 aangegeven in fig. 1. Het uitwissen wordt
10 uitgevoerd door de blootgestelde en uitgezette cel aan een sterkere warmte-impuls bloot te stellen, waardoor het werkpunt van D beweegt naar een punt E voorbij het punt B op de vloeistofkromme 39. Na be-
eindiging van de impuls gaat het werkpunt langzaam terug naar B en dan naar beneden langs de kristallisatiekromme 38 terug naar de
oorspronkelijke toestand A. De resulterende netto volume-afneming
15 in de hele cel 15 heeft tengevolge dat de uitstulping verdwijnt, waardoor de bovenkant van de cel bij benadering in hetzelfde vlak komt te liggen als de bovenkant van het omringende materiaal.
De procentuele volumeverandering die plaats vindt bij overgang van de toestand A met grote dichtheid naar de toestand B met kleine
20 dichtheid, hangt zeer sterk van het materiaal af, maar bij registratiemedia die microkristallijne polymeren zijn ligt de verandering bijvoorbeeld tussen 5 en 10 %.

Het moet worden benadrukt, dat het wezenlijke van de voorkeurs-
uitvoering van de registratiewerkwijze is gelegen in de thermisch
25 geïnduceerde omschakeling van een stabiele toestand met grote dichtheid naar een stabiele toestand met lage dichtheid, gepaard gaande met een netto volumetoeneming die tot uiting komt in de vorming van een uitstulping. De omgekeerde omzetting, die eveneens thermisch wordt geïnduceerd, is de basis van het uitwisproces. Het voorbeeld
30 van fig. 1 geeft een uitvoeringsvorm weer waarbij zulk een bistabiele dichtheidsverandering in een sterk kristallijn materiaal wordt opgewekt. Dat wil zeggen dat de volumetoeneming noodzakelijk voor de registratiewerkwijze gepaard gaat met een omzetting van een sterk geordende, kristallijne toestand in een niet-geordende of amorfe
35 toestand. Maar, zoals hierboven reeds is betoogd, zijn er ook materialen zonder structurele orde die toch zulk een bistabiele dichtheidsverandering vertonen. Sterk kristallijne materialen verdienen echter de voorkeur, omdat van deze materialen kan worden verwacht dat zij scherper bepaalde uitstulpingen vormen tengevolge van
40 de scherper bepaalde smeltovergang van een kristallijn materiaal.

Zolang de dikte van de registratielaag 11 groter is dan de vereiste diepte van het te smelten materiaal voor de vorming van een detecteerbare uitstulping met een hoogte-verhouding van ten minste 1 : 10, is de dikte van de laag niet belangrijk, tenzij het
5 gewenst is de afkoelsnelheid van het gesmolten volume 15 te versnellen door gebruik te maken van een substraat met een groot thermisch geleidingsvermogen als warmteafvoer. Deze maatregel is noodzakelijk als het gewenst is een grote vlek (bijvoorbeeld een vlek van $1/\mu\text{m}$ afkomstig van een diode-laser) te gebruiken voor het re-
10 gistreren op een materiaal, zoals APIEZON W, dat de beste responsie geeft bij een vlekafmeting kleiner dan $0,7/\mu\text{m}$. In dit geval dient de actieve laag 11 niet dikker te zijn dan de diepte van een registratiecel 15, zodat de bodem van de cellen 15 goed thermisch contact maken met het substraat. Aangezien echter de diepte van een
15 cel ongeveer 20 - 30 % kan afwijken van de voorkeursdiepte van ongeveer $1/\mu\text{m}$ zonder dat hierdoor de responsie op opmerkelijke wijze wordt beïnvloed, behoeft deze dunnere laag niet stringent te worden gecontroleerd.

Men merke op, dat een belangrijk voordeel van de onderhavige
20 geheugeninrichting, welk voordeel deze inrichting gemeen heeft met de meeste andere registratie-inrichtingen met een adresseerbare laserbundel, hierin is gelegen dat het actieve deel van het registratiemedium geen structuur bezit in die zin, dat de plaatsen van de bits niet van te voren door in de structuur van de film door
25 de mens aangebrachte veranderingen zijn bepaald. Hierdoor is het geheugen veel economischer, uitgaande van de kosten per bit, dan elektronische vaste-stofsystemen, zoals de magnetische bellengeheugens.

Geheugeninrichtingen gebaseerd op de onderhavige registratiewerkwijze moeten, evenals alle bekende geheugens met een adresseerbare bundel, middelen bevatten voor het teweeg brengen van een relatieve beweging tussen de gefocusseerde vlek laserlicht die als
30 ingangs/uitgangs-orgaan werkt, en het oppervlak van het registratiemedium. De laserbundel kan dus relatief stationair zijn en het medium kan worden bewogen in de vorm van een schijf, een trommel,
35 of een band, of het medium kan betrekkelijk onbewegelijk zijn en de plaatsen van de bits kunnen toegankelijk worden door aftasting van het oppervlak van het medium door de laservlek.

Het verschaffen van geschikte inrichtingen voor het opwekken
40 van een aftastende beweging van de laservlek ten opzichte van het

oppervlak van het registratiemedium ligt binnen het bereik van de vakman en vormt derhalve geen deel van de onderhavige uitvinding.

Alhoewel het hierboven geopenbaarde de vakman voldoende inlichtingen verschaft voor het toepassen van een registratie-werkwijze volgens de uitvinding, wordt nu ter vermindering van twijfel een gedetailleerd uitvoeringsvoorbeeld gegeven van de werking van een registratiewerkwijze en een daarbij gebruikte inrichting.

In dit voorbeeld is de laser 26 een model 165/265 Argon-Ionenlaser van Spectra-Physics, die een sterke blauwe uitstraling heeft met een golflengte $\lambda = 488,0\text{nm}$ van de argon-ionenlaser, en met de volgende kenmerken:

Uitgangspolarisatie: vertikaal

Bundeldiameter bij $1/e^2$ punten: 1,5 mm bij 514,5 nm

Bundeldivergentie: 0,5 milliradiaal

Ruisverhouding (nominaal): met vermogensstabilisator in werking: 10 Hz tot 2 MHz - gemiddeld 0,2 % effectief
Maximaal vermogen beschikbaar bij $\lambda = 488,0\text{nm}$: ongeveer 1,5 watt.

De laser wordt bedreven bij een gemiddeld uitgangsvermogensniveau van 10 mW, zodat als men de verliezen in aanmerking neemt die optreden tussen de laser en het registratie-oppervlak, het vermogen bij dit oppervlak in de buurt van 3 mW zal liggen. Van de laser 26 gaat de bundel naar een modulator die in dit voorbeeld een model 20 elektro-optische modulator is, afkomstig van Coherent Associates. Deze inrichting is een Pockels-effect modulator met ingangs- en uitgangspolarisatoren die zijn gekruist, zodat het uitgaande licht een elektrisch veld bezit dat in het horizontale vlak is georiënteerd. Dit maakt het mogelijk het gemoduleerde laserlicht doeltreffend te koppelen met het registratie-oppervlak en ook het teruggekaatste licht doeltreffend op de detector te richten onder gebruikmaking van een polariserende straaal splitter die hieronder nader zal worden beschreven. De modulator wordt aangedreven met een aandrijving van het type Coherent Associates model 30, die een nominale bandbreedte bezit die loopt van gelijkstroom tot 10 MHz. De aandrijving van de modulator wordt geregeld door een snelle-impuls generator, namelijk van het type model 2101 van Tektronix (nominale tijd voor toeneming van de impuls van 10 tot 90 %, 5 nsec.). Deze inrichting kan worden ingesteld voor het afgeven van impulsen met een breedte van 40 nsec. tot 40 msec.

Een meester-slaaf JK flip-flop, te weten de CD 4027AE CMOS flip-flop van RCA, wordt gebruikt als een "one and only one"

800 1470

startbron voor de impulsgenerator en een monostabiele multivibrator van het type CD 4047AE CMOS van RCA, wordt in werking gesteld door de JK flip-flop voor het opwekken van de impuls die impuls-generator afsluit of in werking stelt. Het uitgangssignaal van de
5 laser 26 kan dus impulsen opwekken met een lengte die wordt geregeld door de impulsduur van de impulsgenerator.

Van de modulator gaat de bundel naar een verbreder-collimator 27. Deze verbreedt de bundel tot een diameter die iets groter is dan de diameter van de lens 31, bijvoorbeeld tot ongeveer
10 0,7 cm. De verbreder-collimator bestaat uit twee objectief-lenzen van een microscoop, waarvan de ene de bundel van de modulator focusseert in de opening van een ruimtelijk filter. Het ruimtelijke filter bestaat uit een koper-plaatje met een speldeprik-opening van 10 micrometer, afkomstig van Optimation Ltd. De opening van het ruimtelijke filter is iets kleiner dan de bundel die
15 op de opening is gefocusseerd. De andere lens van een objectief voor een microscoop vangt het licht op dat uit de speldeprik in het koperen plaatje treedt en convergeert deze bundel weer tot een gecollimeerde bundel met een diameter van ongeveer 0,7 cm. Het effect van de verbreder-collimator 27 is, dat met een vermogensverlies van circa 40 % de hogere Fourier-componenten uit het bundelprofiel worden geëlimineerd, waardoor een vlakkere verdeling wordt verkregen.

Van de verbreder-collimator 27 gaat de bundel naar een polariserende, straal splitsende kubus 28 van Perkin-Elmer:
25

De straaalsplitser bezit de volgende eigenschappen:

Maximale transmissie T naar "P" polarisatietoestand: $95 \pm 5 \%$

Maximale reflectie R naar "S" polarisatietoestand: $99 \pm 1 \%$

(het ingangs- en uitgangsvlak zijn gecoat voor een minimale R)

30 Golflengte-gebied: 488,0 - 514,5 nm

Opvanghoek : normale inval $\pm 1^\circ$

Opening : centraal 12 mm

Het straaalsplitsende vlak van deze inrichting heeft een speciale, uit vele lagen bestaande coating, zodat licht dat is gepolariseerd met het elektrische veld evenwijdig aan de verticale as
35 van dit vlak (in de "S" toestand) voor 99 % ($\pm 1 \%$) wordt gereflecteerd, terwijl licht met het polarisatievlak loodrecht op deze as (in de "P" toestand) voor 95 % ($\pm 5 \%$) wordt doorgelaten.

De bundel gaat naar een kwart-golflengteplaat 29 dat een
40 glas-rhomboëder is met evenwijdige ingangs- en uitgangsvlakken

8001470

(een rhomboëder van Fresnel). In deze inrichting wordt door twee inwendige reflecties vlak gepolariseerd licht bij de ingang omgezet in circulair gepolariseerd licht bij de uitgang.

De lens 31 is een no. 462097, L.D. Epiplan 40/0,60 lens van
5 Carl Zeiss Canada Ltd., met de volgende eigenschappen:

Numerieke apertuur α : 0,60

Werkafstand: 4,4 mm

Vergroting: 40 x

Oplossing: ongeveer 0,5 μ m bij $\lambda = 488,0$ nm.

10 Aangezien de laser 26 effectief een oneindige bron is, is het noodzakelijk tezamen met de lens 31 een negatieve compensatielens toe te passen ter verkrijging van een virtuele bron op ongeveer 160 mm. De negatieve lens is een no. 95.425 lens (diameter: 12 mm; brandpuntsafstand: - 148 mm) van Edmund Scientific Products.

15 De lens 31 focuseert de bundel tot een door breking beperkte vlek op het oppervlak van een laag 11 van APIEZON W lak, die vanuit een geconcentreerde, viskeuze oplossing ervan in tolueen op een glazen plaatje is aangebracht door de oplossing te laten drogen tot een dikte groter dan 1 μ m was gevormd.

20 Degrove brandpuntsinstelling in de vorm van een micrometer-apparaat wordt gebruikt voor het bewegen van de lens 31 langs zijn as voor het bij benadering brengen van het brandvlak op het registratie_oppervlak. Er wordt ook een fijne focusseringsregeling toegepast. Dit is een piëzoëlektrische omzetter, model ED-25, van
25 Jodon Engineering Associates, Inc., Ann Arbor, Michigan (1,3 μ m uitzetting per 100 volt, 32 μ m totale uitzetting), welke omzetter wordt gebruikt voor het zeer fijn regelen van de stand van het brandvlak van de lens 31, zodat de bundel 12 nauwkeurig op het oppervlak 13 van de laag 11 wordt gefocusseerd. Een bron van hoogspanningsenergie (een instelbare energiebron van 500 volt, type
30 Kepco model ABC425M) wordt gebruikt voor het aandrijven van de piëzoëlektrische fijne focusregeling. Deze energiebron werd opgesteld op een wijze dat programmering door weerstand mogelijk was, en een Bourns 10 Ω k potentiometer werd gebruikt voor het veranderen van de programmerende weerstand en het hierdoor regelen van
35 de fijne focussering.

Het doel 21 dat de laag van registratiemedium 11 omvat, is aangebracht op een draaitafel die het doel ten opzichte van de stationaire laserbundel 12 kan draaien met een oppervlaktesnelheid
40 van ongeveer 2 meter per seconde, waarbij de laserbundel 12 langs

800 14 70

een spoor op de laag 11 beweegt. Dit is bij benadering de minimum oppervlaktesnelheid die nodig is voor het registreren van twee megabits per seconde met een serie van impulsen van 200 nsec., waarvan er elke halve microseconde een wordt afgegeven. Dat wil
5 zeggen, dat in de 300 nsec. tussen de impulsen het doel over een iets grotere afstand is bewogen dan de breedte van $0,5\text{ }\mu\text{m}$ van de door breking bepaalde registratievlek die zich bevindt op een verse zone, dat wil zeggen een zone zonder registraties.

Onder deze omstandigheden ontstaan dicht ^{naast} elkaar langs het
10 registratiespoor, maar met weinig of geen vermenging, kleine registratie-merktekens in de vorm van uitstulpingen met een hoogte van ongeveer $0,25\text{ }\mu\text{m}$ en een breedte van ongeveer $0,5\text{ }\mu\text{m}$. Het vermogensniveau van het licht in de door breking bepaalde vlek aan het registratieoppervlak, nodig voor het verkrijgen van een registra-
15 tie met een grote amplitude bij deze oppervlaktesnelheid, bedraagt ongeveer 3 mW (overeenkomende met een intensiteit van ongeveer 15 mW per vierkante μm).

Als de laser continu werkt en de door breking bepaalde vlek aftast langs het registratiespoor, waarbij het vermogensniveau op
20 ongeveer 3 mW wordt gehouden (overeenkomende met ongeveer 15 mW per vierkante μm), worden de uitstulpingen uitgewist en vervangen door een lage richel met een hoogte van ongeveer $0,1\text{ }\mu\text{m}$ en een breedte van ongeveer $0,5\text{ }\mu\text{m}$. Op het uitgewiste spoor kan weer informatie worden geregistreerd door, evenals voorheen, de laser
25 impulsen te laten afgeven, waarbij weer uitstulpingen kunnen worden gevormd met een hoogte van ongeveer $0,2\text{ }\mu\text{m}$ ten opzichte van het oppervlak van de richel. De cyclus van uitwissen en weer registreren kan een groot aantal malen worden herhaald.

De detector-inrichting voor het verschaffen van een uitgangssignaal bestaat uit de polariserende straaal splitter 28, vanwaar de
30 bundel 34, gereflecteerd door het oppervlak, gaat door een ruimtelijk uitgangsfILTER met een variabele iris-opening 32, afkomstig van Edmund Scientific (opening: 1 mm tot 1 cm). De inrichting 32 is opgesteld met de opening in het verticale vlak op twee lood-
35 recht op elkaar gemonteerde rails, zodat zowel de afmeting van de opening als de positie in de gereflecteerde bundel 34 nauwkeurig kunnen worden ingesteld.

De optische detector 33 is een speciale-lijn fotomultiplicatorbuis van RCA, van het type 8644/2B met 10 trappen en de volgen-
40 de eigenschappen:

800 14 70

	Spectrale responsie:	S-20
	Golflengte van maximale responsie	420,0 nm
	Gevoeligheid ($\mathcal{C}$ 1500 volt kathode-anode):	
	kathode:	65 mA/W
5	anode:	$5,1 \times 10^3$ A/W
	Stroomversterking ($\mathcal{C}$ 1500 volt):	8×10^4
	Donker-stroom aan de anode ($\mathcal{C}$ 1380 volt):	1,5 nA
	Kwantum-rendement ($\mathcal{C}$ 1500 volt), $\lambda = 488,0$ nm):	14 %
10	Toenemingstijd ($\mathcal{C}$ 1500 volt):	10 nsec.
	Bandbreedte:	ongeveer 35 MHz
	Deze optische sensor met grote versterking zet de intensiteitsverandering ^{en} van de zwakke lichtbundel die het ruimtelijke uitgangsfiler 32 (gemiddeld $1/\mu\text{W}$ tijdens het uitlezen) is gepasseerd,	
15	om in een aantal stroomimpulsen die dan worden omgezet in spanningsimpulsen door een snelle videoversterker die is geschakeld als een stroom-spanningsomvormer. Als de detectorinrichting in bedrijf is (dat wil zeggen de geregistreeerde informatie leest), kan de laser continu werken bij een zodanig vermogensniveau, dat de intensiteit van de door breking bepaalde vlek op het oppervlak van de	
20	film ten minste $300/\mu\text{W}$ bedraagt, zodat een uitgangssignaal met een grote signaal/ruis-verhouding worden verkregen.	
	De toegepaste video-versterker is een operationele versterker van Teledyne Philbrick van het type 1430 FET, met de hierna volgende eigenschappen:	
25	Versterking-bandbreedte-produkt	100 MHz
	Insteltijd tot 1 % voor een stap van 10 volt	70 nsec.
	Draaisnelheid	$500 \text{ V}/\mu\text{sec.}$
	Uitgangsstroom- gebied	$\pm 50 \text{ mA}$
30	Ingangsvoorstroom ($\mathcal{C}$ 25°C)	-500 pA
	Ingangsimpedantie ($\mathcal{C}$ gelijkstroom)	$10/\mu\Omega$ 3pG
	Ruis (betrokken op ingang):	
	middenbandstroom (1,6 tot 160 Hz)	2 pA
	breedbandspanning (1,6 Hz tot 16 MHz)	$9/\mu\text{V}$
35	Het uitgangssignaal wordt verkregen als een plotselinge vermindering van het uitgangssignaal van de video-versterker, als de laserbundel valt op een uitstulping 16, vergeleken met het uitgangssignaal dat wordt verkregen als de bundel wordt gereflecteerd door het gladde oppervlak 13 van de laag 11. Men verkrijgt een	
40	modulatie-diepte van het uitgangssignaal in een gebied van 25-100 %.	

800 14 70

Zoals hierboven reeds is opgemerkt, kunnen registratiemerktens als putjes met een kratervorm worden aangebracht in het oppervlak van een met jodium gedoopt en gehard epoxyharsmateriaal, onder gebruikmaking van de inrichting en de werkwijzen die hierboven
5 gedetailleerd zijn beschreven aan de hand van fig. 2 van de tekening, waarbij de laag van APIEZON W moet worden vervangen door een laag van gehard epoxyhars dat is gezwart door doping met jodiumdamp. Deze putjes met een kratervorm kunnen worden aangebracht onder gebruikmaking van impulsen van een lichtbundel die is gefocusseerd
10 tot een door breking bepaalde lichtvlek met een vermogensniveau van ongeveer 3 mW aan het oppervlak van het epoxyhars, en met een impulsduur van ongeveer 100 - 200 nanoseconden, en deze putjes kunnen worden uitgewist door de lichtvlek over het registratiespoor te laten bewegen, waarbij de laser continu werkt op hetzelfde vermogens-
15 niveau.

De hierboven genoemde registratiemedia die de voorkeur verdienen, zoals hoogsmeltende, bitumineuze substanties, gedoopte polymere harsen en tot caramel verhitte sucrose, worden gekenmerkt door een hoge kleurintensiteit en zijn daarom ook geschikt om te worden ge-
20 bruikt als nieuwe registratiemedia bij bekende uitvoeringen van met een laser werkende thermische registratiewerkwijzen, bijvoorbeeld die waarbij op niet-omkeerbare wijze putjes in het oppervlak van het registratiemedium worden gevormd door erosie of onder invloed van oppervlaktespanning, of waarbij zones worden gevormd met een
25 gewijzigde brekingsindex.

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het registreren van informatie onder toe-
passing van een registratiemedium dat omkeerbaar kan worden omge-
zet van een stabiele, vaste, fysische toestand in een andere, welke
5 werkwijze bestaat uit het kortstondig verhitten van een aan het
oppervlak gelegen, plaatselijk begremsd volume van het medium, voor
het omzetten van de vaste stof van een toestand in de andere,
m e t h e t k e n m e r k, dat de twee toestanden verbonden
zijn met verschillende specifieke volumina en dat een scherp be-
10 gremsd volume van het medium (15) wordt verhit, waarbij het volume
met betrekking tot het verhitte gebied van het oppervlak voldoende
groot is om op het oppervlak van het medium (11) een scherp be-
gremsd gebied met een veranderde oppervlaktekromming (16) te ver-
krijgen met een verhouding tussen de verticale en de transversale
15 afmetingen van ten minste 1 : 10.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t k e n -
m e r k, dat de omzetting van de ene toestand in de andere wordt
verkregen door het verhitte volume met een uitgekozen snelheid te
laten afkoelen.

20 3. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, m e t
h e t k e n m e r k, dat wordt verhit door gebruik te maken van
een op het registratiemedium gefocusseerde straling.

4. Werkwijze volgens conclusie 3, m e t h e t k e n -
m e r k, dat de straling een laserstraling is.

25 5. Werkwijze volgens conclusie 3 of 4, m e t h e t
k e n m e r k, dat de straling wordt gefocusseerd tot een vlek met
een minimum diameter die grotendeels samenvalt met het oppervlak
van het medium en divergeert in het medium onder de vlek, waarbij
een volume met een naar beneden toenemende doorsnede wordt verhit
30 in het medium onder de vlek.

6. Werkwijze volgens conclusie 5, m e t h e t k e n -
m e r k, dat de vlek een vlek is waarvan de afmeting door buiging
is beperkt.

7. Werkwijze volgens één van de conclusies 3 - 6, m e t
35 h e t k e n m e r k, dat het registratiemedium een kenmerkende
waarde van

$dV.L$

bezit van ongeveer $2\mu m$ tot ongeveer $150\mu m$ (waarin L is de $\frac{1}{e}$ ver-
zwakkingslengte van de straling in het registratiemedium in micro-
40 meter) en

800 1470

$$dV = \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

(waarin V_1 de grootte is van het verschil in specifiek volume tussen de eerste en de tweede toestand van het registratiemedium en V_2 het oorspronkelijke specifieke volume van het medium is).

8. Werkwijze volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het produkt $dV.L$ ten minste $4 \mu m$ bedraagt.

9. Werkwijze volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het produkt $dV.L$ ten minste $7 \mu m$ bedraagt.

10. Werkwijze volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de verzwakkingslengte L ongeveer $1/10$ tot ongeveer het dubbele van de breedte bedraagt van het gebied van het oppervlak van het medium dat wordt verhit.

11. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de verzwakkingslengte ongeveer $1/2$ tot ongeveer het dubbele van de genoemde breedte bedraagt.

12. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de verzwakkingslengte hoofdzakelijk gelijk is aan de genoemde breedte.

13. Werkwijze volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de procentuele verandering van het specifieke volume dV ten minste ongeveer 4 % bedraagt.

14. Werkwijze volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de procentuele verandering van het specifieke volume dV ten minste ongeveer 6 % bedraagt.

15. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het thermische geleidingsvermogen van het medium kleiner is dan ongeveer $5 \text{ mW/cm}^2 \text{ K}$.

16. Werkwijze volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat het thermische geleidingsvermogen van het medium kleiner is dan ongeveer $3 \text{ mW/cm}^2 \text{ K}$.

17. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de twee toestanden respectievelijk de kristallijne en de amorf toestand zijn.

18. Werkwijze volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat het medium een overgangstemperatuur voor de overgang van de amorf naar de kristallijne toestand bezit van ten minste ongeveer 50°C .

19. Werkwijze volgens conclusie 17 of 18, met het

800 1470

k e n m e r k, dat het grootste deel van het registratiemedium kristallijn is en een vergroting van het specifieke volume vertoont bij overgang in de amorfe toestand, waarbij een scherp gedefiniëerde uitstulping (16) op het oppervlak van het registratiemedium
5 wordt verkregen.

20. Werkwijze volgens conclusie 19, m e t h e t k e n - m e r k, dat het medium bestaat uit een bekleding van APIEZON W lak vanuit een geconcentreerde oplossing ervan neergeslagen op een substraat.

10 21. Werkwijze volgens conclusie 19, m e t h e t k e n - m e r k, dat het medium tot caramél omgezette sucrose bevat.

22. Werkwijze volgens conclusie 17 of 18, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium een amorfe vaste stof is die een verkleining van het specifieke volume ondergaat bij omzetting in
15 de kristallijne toestand, waarbij een scherp bepaald putje wordt verkregen aan het oppervlak van het medium.

23. Werkwijze volgens conclusie 22, m e t h e t k e n - m e r k, dat het medium een laag bevat van gedoopt en gehard epoxyhars, verkregen door gehard epoxyharsmateriaal te impregneren met
20 een licht-absorberende doopstof, teneinde dit materiaal een van tevoren bepaalde mate van lichtabsorptie te verschaffen.

24. Werkwijze volgens één van de conclusies 1 - 18, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium een gedoopt polymeer harsmateriaal is, verkregen door polymeer harsmateriaal te impregneren
25 met een licht-absorberende doopstof en voldoende doopstof door de hars te laten absorberen voor het verkrijgen van een van tevoren bepaalde mate van lichtabsorptie van de hars.

25. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium via de gesmolten toestand
30 van de ene in de andere vaste toestand wordt omgezet.

26. Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat geregistreeerde informatie wordt uitgewist door het oppervlak van het registratiemedium bloot te stellen aan een continue bundel van gefocusseerde straling met een vermogensniveau dat geschikt is voor het uitwissen van het veranderde
35 oppervlaktereliëf.

27. Structuur voor het registreren van informatie bestaande uit een lichaam van een registratiemedium dat selectief en omkeerbaar kan worden omgezet van één naar een tweede stabiele fysische
40 toestand, door het oppervlak ervan bloot te stellen aan een vlek van

800 1470

gefocusseerde straling, m e t h e t k e n m e r k, dat het oppervlak van het medium (11) optisch glad en homogeen is en de eerste en de tweede toestanden niet-poreuze, vaste toestanden zijn die zijn verbonden met verschillende respectievelijke specifieke volumina.

28. Registratiestructuur volgens conclusie 27, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium een procentuele specifieke volume-verandering dV ondergaat van ten minste ongeveer 4 %.

29. Registratiestructuur volgens conclusie 28, m e t h e t k e n m e r k, dat dV ten minste 6 % bedraagt.

30. Registratiestructuur volgens conclusie 27, m e t h e t k e n m e r k, dat de beide toestanden respectievelijk kristallijn en amorf zijn.

31. Structuur volgens conclusie 30, m e t h e t k e n m e r k, dat het grootste deel van het medium (11) in de kristallijne toestand verkeert en een toeneming van het specifieke volume vertoont bij overgang in de amorfe toestand.

32. Structuur volgens conclusie 31, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium een bekleding van APIEZON W lak bevat die uit een geconcentreerde oplossing ervan op een substraat is neergeslagen.

33. Structuur volgens conclusie 31, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium bestaat uit door verhitting van sucrose verkregen caramel.

34. Structuur volgens conclusie 30, m e t h e t k e n m e r k, dat het grootste deel van het medium in de amorfe toestand verkeert en een afneming van het specifieke volume ondergaat bij overgang in de kristallijne toestand.

35. Structuur volgens conclusie 34, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium een met jodium gedoopt polymeer harsmateriaal bevat.

36. Structuur volgens conclusie 35, m e t h e t k e n m e r k, dat het medium een met jodium gedoopt epoxyhars bevat.

37. Structuur volgens één van de voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat een beschermende barrièrelaag (24) is aangebracht op het oppervlak van het medium, welke barrièrelaag kan worden verwijderd, of transparant is voor de toegepaste straling.

38. Inrichting voor het registreren van informatie met een registratiemedium dat reversibel kan worden omgezet van een stabiele, vaste, fysische toestand in een andere, met een verhittingsinrichting

voor het kortstondig verhitten van een aan het oppervlak van het medium gelegen, plaatselijk begrensd volume, met het kenmerk, dat de twee stabiele toestanden van de genoemde vaste stof (11) zijn verbonden met verschillende respectievelijke specifieke
5 dichtheden, en dat de verhittingsinrichting (26) een scherp begrensd volume (15) van het medium verhit, welk volume voldoende groot is met betrekking tot het verhitte gebied van het oppervlak zodat er aan het oppervlak van het medium een scherp begrensd gebied ontstaat met een veranderde oppervlaktekromming (16) en met
10 een verhouding tussen de verticale en transversale afmeting van ten minste 1 : 10.

39. Inrichting volgens conclusie 38, met het kenmerk, dat de verhittingsinrichting bestaat uit een stralingsenergie uitstralende inrichting (26) en middelen (27, 31) voor het
15 focuseren van de stralingsenergie op het oppervlak (13) van het medium (11).

40. Inrichting volgens conclusie 39, met het kenmerk, dat de genoemde inrichting een laser (26) bevat.

41. Inrichting volgens conclusie 39 of 40, met het kenmerk, dat het registratiemedium (11) een waarde van
20

$$dV.L$$

bezit van ongeveer $2/\mu\text{m}$ tot ongeveer $150/\mu\text{m}$ (waarin L is de $\frac{1}{e}$ verzwakkingslengte van de stralingsenergie in het registratiemedium in microns) en

25

$$dV = \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

waarin V_1 de grootte is van het verschil in specifiek volume tussen de twee stabiele toestanden en V_2 het oorspronkelijke specifieke volume van het medium.

30 42. Inrichting volgens conclusie 41, met het kenmerk, dat het genoemde produkt $dV.L$ ten minste $4/\mu\text{m}$ bedraagt.

43. Inrichting volgens conclusie 41, met het kenmerk, dat het produkt $dV.L$ ten minste $7/\mu\text{m}$ bedraagt.

44. Inrichting volgens een van de conclusies 39 - 43, met
35 het kenmerk, dat de genoemde stralingsenergie bestaat uit een bundel (12) gefocusseerd tot een vlek met een minimum diameter, welke vlek hoofdzakelijk samenvalt met het oppervlak (13) van het medium (11), welke bundel (12) in het medium onder de genoemde vlek met een minimum diameter divergeert.

45. Inrichting volgens één van de conclusies 41 - 44, met het kenmerk, dat de verzwakkingslengte L ongeveer $1/10$ tot ongeveer het dubbele bedraagt van de breedte van het verhitte gebied.

46. Inrichting volgens conclusie 45, met het kenmerk, dat de verzwakkingslengte ongeveer de helft tot ongeveer het dubbele van de genoemde breedte bedraagt.

47. Inrichting volgens conclusie 46, met het kenmerk, dat de verzwakkingslengte in hoofdzaak gelijk is aan de genoemde breedte.

10 48. Inrichting volgens één van de conclusies 41 - 47, met het kenmerk, dat de procentuele verandering van het specifieke volume dV ten minste ongeveer 4 % bedraagt.

49. Inrichting volgens conclusie 48, met het kenmerk, dat de procentuele verandering van het specifieke volume
15 dV ten minste ongeveer 6 % bedraagt.

50. Inrichting volgens conclusie 49, met het kenmerk, dat het registratiemedium een warmtegeleidingsvermogen bezit kleiner dan ongeveer 5 mW/cm K.

51. Inrichting volgens conclusie 50, met het kenmerk, dat het warmtegeleidingsvermogen kleiner is dan ongeveer
20 3 mW/cm K.

52. Inrichting volgens een van de conclusies 38 - 51, met het kenmerk, dat het registratiemedium kan worden omgezet van de kristallijne in de amorfe toestand, en omgekeerd.

25 53. Inrichting volgens conclusie 52, met het kenmerk, dat het medium een glasovergangstemperatuur bezit tussen de genoemde amorfe en kristallijne toestanden van ten minste ongeveer 50°C .

54. Inrichting volgens conclusie 52 of 53, met het kenmerk, dat het medium kristallijn is en een toeneming van
30 het specifieke volume vertoont bij overgang in de amorfe toestand, waarbij een scherp bepaalde uitstulping aan het oppervlak van het registratiemedium wordt gevormd.

55. Inrichting volgens een van de conclusies 38 - 54, met het kenmerk, dat het medium een bekleding bevat van
35 APIEZON W lak dat uit de geconcentreerde oplossing ervan is neergeslagen op een substraat.

56. Inrichting volgens één van de conclusies 38 - 54, met het kenmerk, dat het medium door verhitting van sucrose
40 verkregen caramel bevat.

8001470

57. Inrichting volgens één van de conclusies 38 - 53, met het kenmerk, dat het medium een vermindering van het specifieke volume vertoont, waarbij een scherp bepaald puntje wordt gevormd aan het oppervlak van het medium.

5 58. Inrichting volgens conclusie 57, met het kenmerk, dat het medium een met jodium gedoopt polymeer harsmateriaal is verkregen door een polymeer harsmateriaal bloot te stellen aan jodiumdamp en het voldoende jodiumdamp te laten absorberen voor het verkrijgen van een zwarte kleur.

10 59. Inrichting volgens conclusie 57 of 58, met het kenmerk, dat het medium een laag van met jodium gedoopte, geharde epoxyhars bevat, welke laag is verkregen door een gehard epoxyharsmateriaal bloot te stellen aan jodiumdamp en de hars voldoende damp te laten absorberen voor het verkrijgen van een zwarte
15 kleur.

60. Inrichting volgens een van de conclusies 38 - 59, met het kenmerk, dat het medium via de gesmolten toestand van de ene in de andere stabiele vaste toestand overgaat.

61. Inrichting voor het uitlezen van informatie van een registratiemedium met een glad oppervlak waarop zich afzonderlijke gebieden bevinden met een oppervlakte-reliëf met een voorafbepaalde, uniforme breedte, welke inrichting bestaat uit middelen voor het af-
20 tasten van het oppervlak van het medium met een lichtvlek, een optische sensor voor het detecteren van intensiteitsveranderingen van het door het oppervlak gereflecteerde licht als de genoemde
25 lichtvlek een gebied van het oppervlakte-reliëf aftast, gekenmerkt door een filter (32) aangebracht tussen de sensor (33) en het oppervlak (13), welk filter naar de sensor een uitgekozen deel van het door het oppervlak gereflecteerde licht (34) doorlaat,
30 welk deel een grotere modulatie vertoont dan het totaal van het door het oppervlak gereflecteerde licht.

62. Werkwijze voor het op thermische wijze registreren van informatie, waarbij een lichtbundel wordt gefocusseerd op het oppervlak van een registratiemedium, met het kenmerk, dat
35 het registratiemedium een bitumineuze stof met een hoog smeltpunt is, een gedoopt epoxyharsmateriaal of een door warmte-behandeling donker gekleurd organisch materiaal.

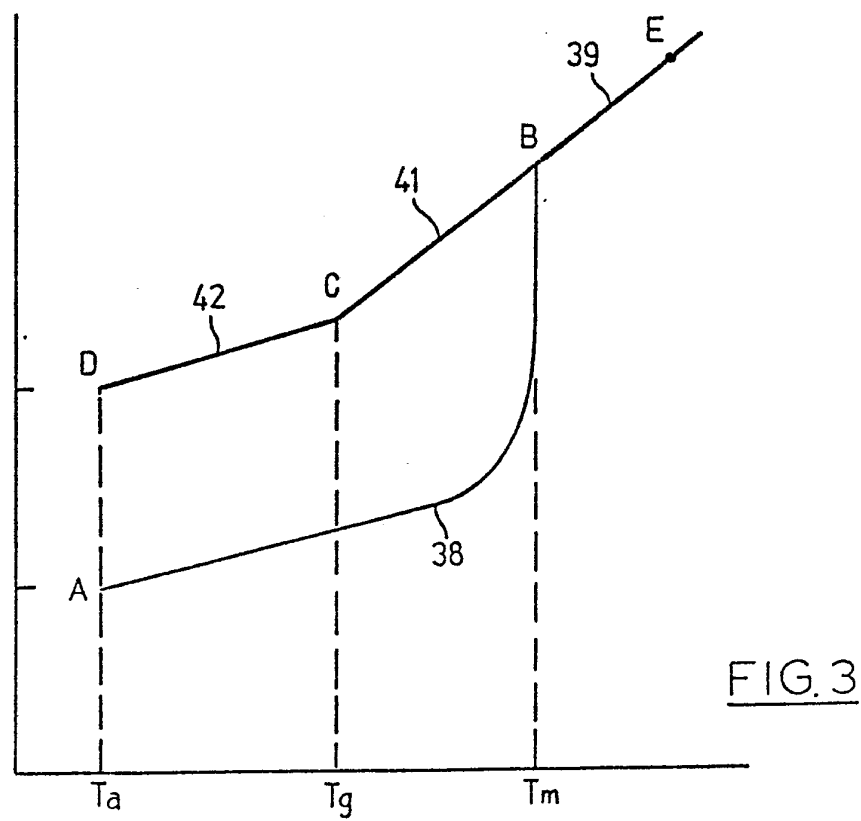
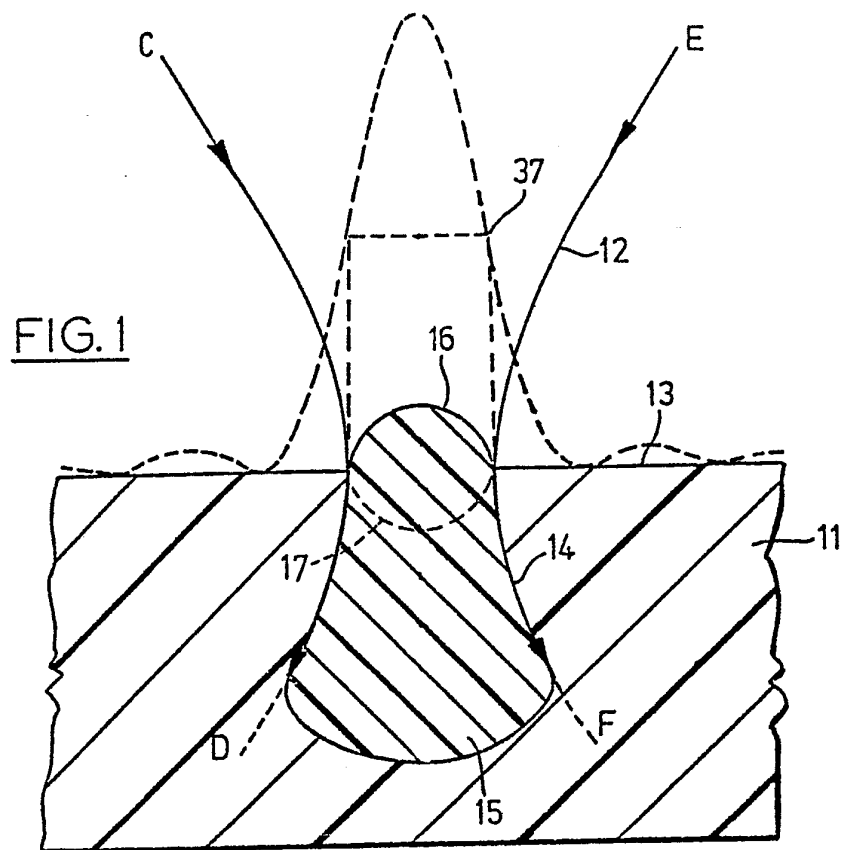
63. Werkwijze volgens conclusie 62, met het kenmerk, dat het medium een bitumineuze stof is met een hoog smeltpunt.

40 64. Werkwijze volgens conclusie 63, met het ken-

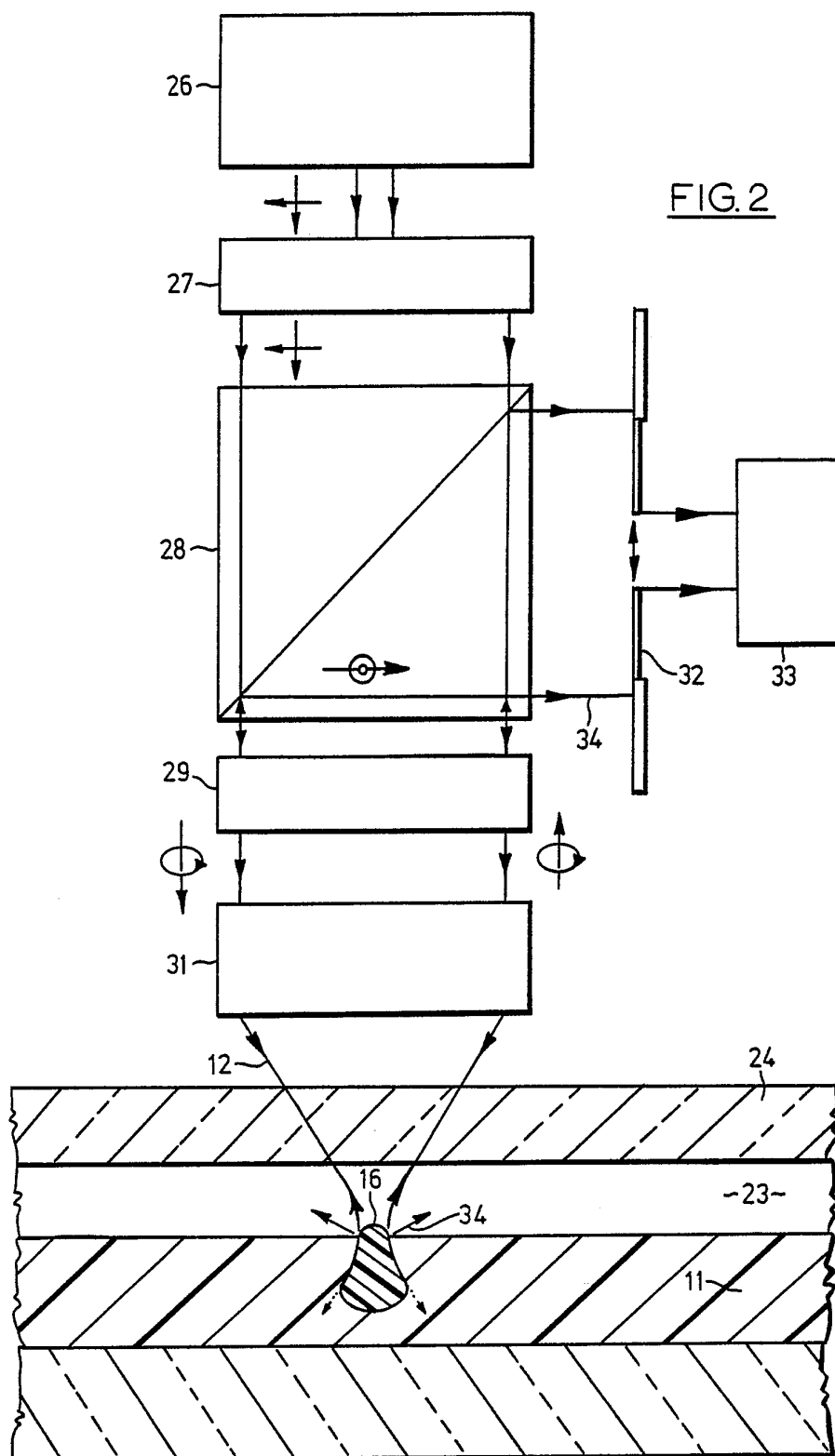
8001470

m e r k, dat het medium een fractie is verkregen uit een bitumi-
neuze stof met een hoog smeltpunt.

=====



800 1470



800 14 70