

19



Octrooiraad
Nederland

11 192546

12 C OCTROOI

21 Aanvraag om octrooi: 8302585

51 Int.Cl.⁶
G11B11/10

22 Ingediend: 19.07.83

30 Voorrang:
20.05.83 JP 0087557/83
19.07.82 JP 0124317/82

43 Ter inzage gelegd:
16.02.84 I.E. 84/04

44 Openbaargemaakt:
01.05.97 I.E. 97/05

47 Dagtekening:
02.09.97

45 Uitgegeven:
03.11.97 I.E. 97/11

73 Octrooihouder(s):
Nippon Telegraph and Telephone Corporation te
Tokio, Japan (JP).

74 Gemachtigde:
Ir. P.N. Hoorweg c.s. te 2517 GK Den Haag.

54 Leeskop voor een met hoge dichtheid uitgevoerde magnetische registratie.

NL C 192546

Leeskop voor een met hoge dichtheid uitgevoerde magnetische registratie

De uitvinding heeft betrekking op een magnetische kop voor het weergeven van magnetische informatie op een magnetisch medium omvattende: detectiemiddelen in de vorm van optische middelen welke een optische bundel op een dunne C-vormige kern met een spleet die een lekflux opneemt uit een registratiemedium, richten voor het detecteren van de magnetische status van de kern.

Een dergelijke magnetische kop met dunne spleet is bekend uit het artikel van Morrison en anderen uit het IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 9, No. 2, juli 1966, blz. 124.

Deze bekende magnetische kop is niet geschikt voor het detecteren van een magnetische flux welke zwak is en welke heerst in een zeer smal begrensde gebied. Met name is deze bekende kop niet geschikt voor hoge registratiedichtheden, waarin de magnetische flux van elke magnetische cel, die gedetecteerd moet worden, tot een zeer klein gebied is begrensde. Zo kan bijvoorbeeld een klein bit (minder dan 1 μm) niet worden gereproduceerd.

Het is het doel van de uitvinding de bezwaren en beperkingen van de bekende magnetische kop te ondervangen door het verschaffen van een nieuwe verbeterde magnetische kop, die een magnetisch signaal kan registreren en reproduceren met een hoge registratiedichtheid en een hoge gevoeligheid.

Dit wordt volgens de uitvinding bereikt, doordat de grote lichaamsvlakken van de kern zodanig klein zijn, dat de kern een enkelvoudig magnetisch domein heeft en een gemakkelijke magnetisatie-as heeft loodrecht op de langsrichting van de spleet.

Figuur 1 tot en met 9 hebben betrekking op inrichtingen, die de in de conclusies omschreven magnetische kop niet nader verklaren. Een beschrijving daarvan is achterwege gelaten.

Figuren 10A tot 10C tonen de constructie volgens de onderhavige magnetische kop, figuren 10D en 10E tonen een modificatie van de magnetische kop uit figuur 10A tot 10C, figuur 11 een perspectivisch aanzicht toont van een andere uitvoeringsvorm van de magnetische kop volgens de uitvinding, figuur 12 het gehele aanzicht van de magnetische kop in figuur 11 toont, figuur 13 het perspectivisch aanzicht is voor de verklaring van de werking van de magnetische kop in figuur 11, figuur 14 een tekening is die verduidelijking geeft van de werking van de magnetische kop in figuur 11, figuur 15 experimentele krommen toont van de magnetische verdeling op de kop, figuur 16 experimentele krommen toont van de eigenschappen van de magnetische kop in figuur 11, figuren 17, 18, 19 en 20 modificaties zijn van de magnetische kop in figuur 11 en figuur 21 de operationele tijdvolgorde toont van de magnetische kop volgens de onderhavige uitvinding.

De figuren 10A tot 10C tonen de eerste uitvoeringsvorm van de onderhavige magnetische kop, waarin figuur 10A het dwarsdoorsnede-aanzicht van de magnetische kop, figuur 10B de dwarsdoorsnede op de lijn A-A uit figuur 10A en figuur 10C een gedeeltelijk perspectivisch aanzicht van de kop uit figuur 10A is.

In deze figuren wordt met het verwijzingscijfer 10-1 een polarisatie behoudende enkelvoudige golfgeleider omvattende een kerngedeelte 10-1a en een bekledingsgedeelte 10-1b aangegeven. Het verwijzingscijfer 10-2 is een magnetische dunne film van zacht magnetisch materiaal op het dwarsdoorsnedevlak van de golfgeleider 10-1 en de film 10-2 is vrijwel C-vormig zoals aangegeven is in de figuren 10B en 10C. Het verwijzingscijfer 10-3 is een andere polarisatie behoudende enkelvoudige optische golfgeleider met het kerngedeelte 10-3a en het bekledingsgedeelte 10-3b. Het verwijzingscijfer 10-4 is een optische bron die een optische bundel met enkelvoudige polarisatie verschaft, waarbij 10-5 een toevoerdraad is voor de voeding van de optische vermogensbron 10-4, en waarbij 10-0 en 10-6 respectievelijk een polarisator en een analysator zijn, terwijl 10-7 een fotodetector voor het omzetten van optische energie en elektrische energie, 10-8 een voedingsdraad voor het verschaffen van een uitgangssignaal voor de detector 10-7 en 10-9 een drager voor het steunen van de bovengenoemde organen is.

Aangenomen wordt, dat de uitwendige afmetingen van de magnetische film 10-2 enigszins groter is dan de dwarsdoorsnede van het kerngedeelte 10-2a volgens figuur 10C en dat de magnetische film 10-2 het kerngedeelte 10-2a volledig omsluit. De magnetische film 10-2 bezit een spleet 10-2b (zie figuur 10C), welke in contact verkeert met het bekledingsgedeelte 10-1b van de golfgeleider 10-1.

De aandacht wordt erop gevestigd, dat de afmeting van de magnetische film 10-2 even klein zijn als de dwarsdoorsnede van de enkelvoudige optische golfgeleider en bij voorkeur is de afmeting van de magnetische film even klein als de afmeting die nodig is om een enkelvoudig magnetisch domein in de film te hebben. Om een enkelvoudig magnetisch domein te hebben, moet de lengte of de afmetingen van de film

kleiner zijn dan 10 micron.

Tijdens bedrijf wordt de spleet 10-2b dicht op het registratiemedium geplaatst, dat beweegt ten opzichte van de kop en de lekflux van het magnetische medium opneemt. Anderzijds belicht de gepolariseerde bundel van de optische bron 10-4 de film 10-2 door de golfgeleider 10-1. Het polarisatievlak van de bundel roteert 5 wanneer de bundel beweegt door de magnetische film 10-2 door het Faraday-effect. De gepolariseerde uitgangsbundel van de film 10-2 wordt geleid naar de analysator 10-6 via de optische golfgeleider 10-3. De sterkte van de uitgangsbundel van de analysator 10-6 is dus afhankelijk van de rotatie van het polarisatievlak, dat de lekflux reflecteert. De fotodetector 10-7 verschaft dan het elektrische signaal dat afhankelijk is van de sterkte van de uitgangsbundel van de analysator 10-6. De aandacht wordt erop gevestigd, dat de 10 golfgeleiders 10-1 en 10-3 een polarisatie behoudende optische golfgeleider zijn en derhalve het polarisatievlak van de bundel niet gestoord wordt tijdens de transmissie in deze geleiders.

De polarisatie behoudende optische golfgeleiders worden verkregen door bijvoorbeeld een optische geleider waarvan het kerngedeelte ellipsvormig is of een optische geleider waarin de brekingsindex in een langs-richting van de kern verschilt van die in de richting van de korte as.

15 Het verdient de voorkeur dat de golfgeleiders 10-1 en 10-3 enkelvoudige golfgeleiders zijn, die slechts één enkele modus doorlaten, zodat geen ongewenste modus die ruis kan veroorzaken in de golfgeleiders wordt geïnduceerd. De voorwaarde van een enkelvoudige modusgolfgeleider is dat de genormaliseerde frequentie v kleiner dan 2,4 is, waarbij de genormaliseerde frequentie v voldoet aan de volgende vergelijking

$$v = \frac{2\pi na \sqrt{2\Delta}}{\lambda} \quad (1)$$

20 waarin (a) de straal van de golfen 10-1 en 10-3 (λ) de golflengte van de optische bundel, (Δ) het brekingsindexverschil tussen de kern en de bekleding en (n) de brekingsindex van de kern is. Teneinde te voldoen aan de voorwaarde van de enkelvoudige modus (v is kleiner dan 2,4) verdient de voorkeur dat (λ) = 0,6-1,2 μm , (Δ) = 0,5% en de diameter van de kern ($2a$) 3,1 ~ 6,3 μm is.

25 Figuren 10D en 10E tonen de voorkeursconstructie van de magnetische film 10-2, waarin een zeer dunne spleet 10-2b gemakkelijk kan worden gemaakt. In deze figuren heeft de film 10-2 de vorm van een wikkeling met één winding en is een dunne SiO_2 -film opgenomen tussen het gelamineerde deel van de enkele winding omvattende wikkeling.

De dunne film van SiO_2 fungeert vanzelfsprekend als een spleet. Met de bovengenoemde constructie 30 kan de dunne spleet kleiner dan 0,1 μm verkregen worden zonder de magnetische film zelf te beschadigen.

Figuur 11 toont een andere uitvoeringsvorm van de magnetische kop volgens de uitvinding en heeft als kenmerk dat de gevoeligheid van de kop aanzienlijk verbeterd is door het aanleggen van een magnetische voorspanningsflux in de kern. In figuur 11 is met het verwijzingscijfer 11.1 een C-vormige kern met een spleet G aangegeven en deze kern is gemaakt van een zacht ferromagnetisch materiaal. Een geleider 11.2 35 voor het induceren van een magnetische flux in de kern 11.1, is voorzien van de armen X, Y, Z en U. Het verwijzingscijfer 11.3 heeft betrekking op een ingangs optische bundel die een wand van de kern 11.1, verlicht, waarbij 11.4 een gereflecteerde bundel afkomstig van die wand is, terwijl 11.5 betrekking heeft op een drager voor het steunen van de bovengenoemde organen. Aangenomen wordt dat de optische bundels 11.3 en 11.4 worden geleid door een enkelvoudige modus optische geleider 10.1, die de polarisatie-richting 40 van de bundel in stand houdt. De kern 11.1 is zodanig geplaatst, dat een van de wanden daarvan in contact verkeert met het gebogen deel B van de geleider 10.1. Aangenomen wordt dat een magnetisch medium (niet getekend) zoals een magnetische band of een magnetische schijf beweegt ten opzichte van de kop in de richting A welke loodrecht is op de langsrichting van de spleet G. Het magnetisch medium staat vanzelfsprekend in contact met of is zeer dicht gelegen bij de spleet G.

45 Figuur 12 toont de gehele constructie van het kopsysteem met inbegrip van de magnetische kop uit figuur 11. In figuur 12 duidt het verwijzingscijfer 12.1 een optische bron, die geïmplementeerd wordt door een halfgeleider laser, 12.2 een voedingsdraad voor het voeden van de halfgeleiderlaser, 12.3 een polarisator, 12.4 een polarisatieanalysator, 12.5 een fotodetector geïmplementeerd door een fotodiode voor het omzetten van optische energie in een elektrisch signaal, 12.6 een uitgangsleding, 12.7 een voedings- 50 bron voor het verschaffen van een voorspanningsstroom en 12.8 een invoerdraad voor de toevoer van voorspanningsstroom naar de geleider 11.2 aan. Het registratiemedium 1.4 beweegt in de richting A loodrecht op de langsrichting van de spleet G van de kop. Aangenomen wordt, dat de afmeting van de kern 11.1 klein genoeg is om een enkelvoudig magnetisch domein te verkrijgen en dat de lengte van elke zijde van de kern bij voorkeur kleiner dan 10 μm is. De kern 11.1 is van zacht ferromagnetisch materiaal zoals 55 permalloy, kobalt-zirkoniumlegering of sendustlegering.

Tijdens bedrijf magnetiseert de lekflux van het geregistreerde signaal op het medium 1.4 de kern 11.1. Anderzijds wordt een optische bundel, die wordt gegenereerd door de optische bron 12.1 omgezet in een

lineaire polarisatiebundel door de polarisator 12.3 en verlicht de uitgangsbundel van de polarisator de wand van de kopkern 11.1 door de optische geleider 10.3. De invalshoek (α) van de bundel is bij voorkeur 60–70°. De aandacht wordt erop gevestigd, dat de polarisatierichting van de gereflecteerde bundel 11.1, die weerkaatst wordt door de kern 11.1 roteert overeenkomstig het magneto-optische effect (Kerr-effect)

- 5 afhankelijk van de magnetisatierichting in de kern 11.1. Dat wil zeggen dat de polarisatierichting van de gereflecteerde bundel 11.4 de informatie heeft betrekking hebbende op de richting van de magnetische flux in het registratiemedium. De gereflecteerde bundel 11.4 wordt geanalyseerd door de polarisatie-analysator 12.4, die de uitgangsbundel verschaft, waarvan de sterkte afhankelijk is van de polarisatierichting van de ingangsbundel. De uitgang van de analysator 12.4 wordt geleid naar een fotodetector 12.5, die het
- 10 elektrische signaal verschaft, dat afhankelijk is van de sterkte van de ingangs optische bundel en dat elektrische signaal wordt verkregen door de draad 12.6.

- Het belangrijke kenmerk van de uitvoering van de figuren 11 en 12 is de verbeterde gevoeligheid dankzij de toepassing van een voorspanningsflux door de geleider 11.2. De kop volgens de onderhavige uitvinding kan derhalve zwakke magnetische fluxen reproduceren en verschaft een magnetische registratie met hoge
- 15 dichtheid. De werking van de voorspanningsflux wordt in detail beschreven aan de hand van de figuren 13, 14 en 21.

- Figuur 13 is een perspectivisch aanzicht van de kop uit figuur 11 en het verwijzingscijfer 13.1 (symbool E) toont de magnetisatie-as van de kern 11.1, waarbij 13.2 de voorspanningsstroom, 13.3 (symbool F) de voorspanningsflux opgewekt in de kern 11.1 door de voorspanningsstroom 13.2, en het symbool G de
- 20 spleet van de kern 11.1 is. De voorspanningsstroom stroomt in de geleider 11.2 door de armen X, Y en Z. Wanneer de stroom in de arm Y vloeit, genereert deze stroom de corresponderende magnetische flux rond de lus F, die in de richting van de moeilijke magnetisatie-as ligt. Zoals blijkt uit figuur 13 is de gemakkelijke magnetisatie-as 13.1 loodrecht gelegen op de langsrichting van de spleet G.

- De gemakkelijke magnetisatie-as wordt in de kern verkregen door het verwarmingsproces van de kern, die ligt in het magnetische veld waarvan de richting samenvalt met de gewenste gemakkelijke
- 25 magnetisatie-as of door het kiezen van de lengte L in de gemakkelijke magnetisatie-as langer dan de breedte W. Aangenomen wordt, dat de gehele kern 11.1 een enkelvoudig magnetisch domein heeft, hetgeen geïmplementeerd wordt door het verschaffen van de kleine afmeting van de kern (bij voorkeur zowel de lengten L en W zijn kleiner dan 10 micron) en door het sluiten van een paar tegenover elkander
- 30 gelegen wanden van de kern, zodat die wanden magneto-statisch met elkaar gekoppeld zijn. De geleider 11.2 die van koper, aluminium of beryllium-koper is, met de armen X, Y en Z en U is geplaatst in de kern 11.1 zodanig, dat de arm Y geplaatst is tussen de tegenover elkander gelegen wanden van de kern. Alhoewel de geleider 11.2 niet ten opzichte van de kern 11.1 geïsoleerd behoeft te zijn, is een amorfe film zoals SiO, SiO₂ of SiN geplaatst tussen de arm Y van de geleider 11.2 en de wanden van de kern 11.1,
- 35 waardoor de zachte magnetische karakteristieken van de kern 11.1 zelf worden verbeterd. De aandacht wordt erop gevestigd, dat de stroom in de arm Y van de geleider 11.2 magnetische flux genereert in de moeilijke magnetisatie-as, die loodrecht staat op de gemakkelijke magnetisatie-as E.

- Het versterkingseffect tengevolge van de voorspanningsflux wordt thans beschreven aan de hand van de figuren 14 en 21. Figuur 14 toont de magnetische flux in de wand van de kern 11.1 gezien in de richting A
- 40 van figuur 13.

Figuur 14(a) toont de flux wanneer geen reproductiesignaal en evenmin een voorspanningsflux aanwezig is in de kern 11.1, en in dit geval heeft de flux de richting van de gemakkelijke magnetisatie-as. Figuur 14(a) toont, dat de flux in opwaartse richting in de tekening verloopt en deze richting kan natuurlijk ook omlaag gericht zijn.

- 45 Wanneer de voorspanningsflux groter dan het anisotropische veld van de kern in de richting van de moeilijke magnetisatie-as geleid wordt naar de kern, is de flux in de kern gericht in de moeilijke magnetisatie-asrichting volgens figuur 14(b). In dit geval zal het duidelijk zijn dat de flux aan het einde van de kern niet wordt gestoord aangezien de reactieflux aan het einde van de kern klein is tengevolge van de magnetische koppeling van een paar dicht tegenover elkaar gelegen wanden van de kern en de tegengestelde richting van de flux in de tegenover elkander gelegen wanden.
- 50

- Wanneer het registratiemedium 1.4 vervolgens dicht bij de spleet G komt en de flux verschaft in de richting P volgens figuur 14(c), is de flux in slechts het kleine deel dicht bij de spleet G gericht in de richting P, welke dezelfde is als de richting van de flux in het registratiemedium, maar is de flux in het hoofdgedeelte van de wand nog steeds in de moeilijke magnetisatie-asrichting (q) volgens figuur 14(c). De flux
- 55 kan naar het einde toe schuin gericht zijn.

Wanneer de voorspanningsflux afgeschakeld is, wordt de flux in de wand gericht in de gemakkelijke magnetisatie-asrichting met een coherente rotatie en wordt de richting bepaald door de flux(p) dicht bij de

speelt G. De flux in de gehele wand van de kern wordt dus gericht in de richting (p), welke richting dezelfde is als die van de geregistreeerde flux volgens figuur 14(d). De aandacht wordt erop gevestigd, dat de flux in de wand volledig in het gehele gebied van de wand samenvalt vanwege de coherente magnetisatie-rotatie van de moeilijke magnetisatie-as naar de gemakkelijke magnetisatie-as in het enkelvoudige magnetische domein. Het fluxpatroon volgens figuur 14(d) wordt optisch uitgelezen door het verlichten van de wand met de laserbundel en door het detecteren van de polarisatie-rotatie van de gereflecteerde bundel.

Wanneer de flux in opwaartse richting p' volgens figuur 14(e) verloopt, heeft de resulterende flux dezelfde richting p' volgens figuur 14(f).

Uit het bovenstaande zal duidelijk zijn, dat de schakelenergie voor het magnetiseren van de kern 11.1 zelf ontleend wordt aan de voorspanningsflux, die sterk genoeg kan zijn, en dat het signaal op het medium alleen de richting van de flux in de kern bepaalt. Het zeer zwakke signaal kan derhalve de gehele kern volledig magnetiseren en de gevoeligheid van de kern is aanzienlijk verbeterd.

Figuur 21 toont de tijdvolgorde van de werking van de onderhavige kop, waarin de krommen (a), (b) en (c) het geval tonen, dat de voorspanningsflux gesynchroniseerd is met het registratiesignaal en dezelfde frequentie heeft als die van het registratiesignaal. De krommen (d), (e) en (f) tonen het geval, dat de voorspanningsflux een hogere frequentie dan die van het geregistreeerde signaal heeft. De krommen (a) en (d) tonen de voorspanningsflux, terwijl de krommen (b) en (e) het geregistreeerde signaal tonen en de krommen (c) en (f) tenslotte het gereproduceerde signaal aangeven. In de krommen (a) tot (c) verschijnt tijdens de tijd (t_1) wanneer een voorspanningsflux bestaat, geen reproducerend signaal, maar juist nadat de voorspanningsflux is weggevallen, wordt het gereproduceerde signaal met dezelfde polariteit als dat van het geregistreeerde signaal verkregen, zie de figuren 21(c) en 21(f).

Het niveau van de flux voor het doen vallen van de flux op de gehele kernwand zal nu worden geanalyseerd. De flux kan niet nul zijn vanwege de verdeling van de magnetische anisotropie in de kern. De kritische flux H_s voor het schakelen van de gehele flux in de richting van de signaalflex voldoet aan de volgende vergelijkingen

$$(h_x)^{2/3} + (h_y)^{2/3} = 1 \quad (2)$$

$$h_y = (\cot \theta) h_x \quad (3)$$

De vergelijking (2) is de op zichzelf bekende asteroïde kromme, θ is de gemiddelde waarde van de anisotropiedispersiehoek, h_x en h_y zijn fluxen in de gemakkelijke magnetisatie-asrichting en in de moeilijke magnetisatie-asrichting, genormaliseerd door het anisotropieveld H_k . Wanneer de kern magnetisch verzadigd is in de moeilijke magnetisatie-asrichting, is de kritische flux H_s voor het schakelen van de fluxrichting naar de gemakkelijke magnetisatie-asrichting tweemaal de horizontale coördinaat h_x van het kruispunt van de bovengenoemde vergelijkingen (2) en (3). De kritische flux H_s voldoet aan de vergelijking (4) die verkregen wordt door de oplossing van de vergelijkingen (2) en (3):

$$H_s = 2 H_k \left(\frac{1}{1 + (\cot \theta)^{2/3}} \right)^{3/2} \quad (4)$$

Wanneer de dispersiehoek $\theta = 0,1^\circ$ en het anisotropieveld $H_k = 80$ A/m, wordt de kritische flux H_s berekend uit de bovengenoemde vergelijking (4) en is het resultaat $H_s = 0,32$ A/m.

De magnetisatiediepte in de kern in de bovengenoemde voorwaarde wordt voorts berekend door de vergelijking (1) in het geval van de $0,1 \mu\text{m}$ bitbreedte en het resultaat is $0,45 \mu\text{m}$. De aandacht wordt erop gevestigd, dat de magnetisatie in het gebied van slechts $0,45 \mu\text{m}$ vergroot wordt door de voorspanningsflux naar de gehele wand ($10 \mu\text{m}$) zoals in het voorgaande is beschreven.

Volgens een door aanvraagster uitgevoerd experiment draagt de flux alleen in het deel van $0,2-0,3 \mu\text{m}$ van het einde van de kern bij aan het binnenste deel van $10 \mu\text{m}$ van het kopeinde. Figuur 15 toont de krommen van het experimentele resultaat, waarin de kern 11.1 van permalloy film is met als afmeting $W=5 \mu\text{m}$, $L=10 \mu\text{m}$ en met de dikte van de kernwand $0,1 \mu\text{m}$, waarbij de afstand tussen de beide kernwanden $1 \mu\text{m}$ is en de geleider 11.2 van aluminium is, terwijl de drager 11.5 gemaakt is van glas, het registratiemedium van Co-Cr is gemagnetiseerd in de verticale richting (de richting loodrecht op de dikte van de registratiefilm), en de diameter van de laserbundel voor het uitlezen van de magnetische status $0,5 \mu\text{m}$ is. De kern is in een begintoestand verzadigd in de negatieve richting en nadat het Co-Cr registratiemedium dat gemagnetiseerd is in positieve richting, in contact is geweest met de kernspleet, wordt de gemagnetiseerde flux (M_x) in de kern gemeten. De kromme (a) in figuur 15 toont de magnetische flux in de kern, waarbij de horizontale as de lengte toont van het kopeinde (spleet) en de voorspanningsflux 800 A/m bedraagt. De aandacht wordt erop gevestigd, dat in de kromme (a) de flux in vrijwel het gehele gebied van de kern verzadigd is in de positieve richting (M_x), alhoewel het einddeel van de kern niet verzadigd is vanwege het demagnetisatie-effect. Anderzijds toont de kromme (b) uit figuur 15 de magnetische flux

wanneer geen voorspanningsflux wordt gebruikt en het blijkt dat alleen het kleine gedeelte dicht bij het kopeinde in positieve richting gemagnetiseerd is maar dat de kern als geheel nog steeds in negatieve richting is gemagnetiseerd.

Het zal uit figuur 15 duidelijk zijn dat de voorspanningsflux ervoor zorgt dat de flux over de gehele kern verspreid wordt en dat de gevoeligheid van de kop daardoor wordt verbeterd.

In het volgende wordt een tweede experimenteel resultaat beschreven. De optische geleider is gemaakt op een kwartsdrager door Ge in de SiO_2 film van 6 micron te dopen. Het brekingsindexverschil tussen de kern van de optische geleider en de kwartsdrager is 0,23%. Het patroon gemaakt van Ti van de optische geleider wordt op die film aangebracht waarna een spatproces uitgevoerd wordt in een gasatmosfeer van $\text{C}_2\text{F}_6 + \text{C}_2\text{H}_4$ voor het verwijderen van de drager buiten het van het patroon voorziene deel. Dan wordt het Ti patroon (masker) verwijderd om een optische geleider te verkrijgen waarna het gehele oppervlak bekleed wordt met SiO_2 film als bescherming. Het gebogen deel van de optische geleider wordt dan gepolijst en een kopkern wordt gemaakt op het gepolijste deel van de optische geleider door een dunne film-techniek (RF-spatten en ionenbundel-spatten), elektronische bundelbelichting en spatetsing. Het anisotropische veld H_k van de kern dat op deze wijze wordt verkregen is 480 A/m. De afmeting van de kern is dezelfde als bij het experiment volgens figuur 15. De optische bron is een AlGaAs laserdiode welke een 0,78 μm golflengte bundel vormt, terwijl de polarisator en de analysator een Glan Thomson-prisma zijn, en de fotodetector een Si-fotodiode is. De optische bron is gekoppeld met de optische geleider door gebruik te maken van een microlens. Het registratiemedium heeft de polyamide basisfilm van 30 μm dikte en de permalloy tussenfilm en de Co-Cr film op de genoemde basisfilm. De dikte van de permalloy-film is 0,3 μm en de dikte van de Co-Cr film bedraagt 0,3 μm .

Figuur 16 toont het gemeten resultaat (de kromme (a)) van de bovenbeschreven kop, waarin de horizontale as de registratiedichtheid (bits/mm) en de verticale as de genormaliseerde uitgang toont. De getrokken lijn van de kromme (a) toont dat D_{50} (de registratiedichtheid wanneer het uitgangsniveau 0,5 is in vergelijking met die van de kleinere registratiedichtheid) 8000 bits/mm is. In de kromme (a) is de voorspanningsflux 800 A/m.

De kromme (b) toont de eigenschappen van dezelfde kop, wanneer geen voorspanningsflux wordt gebruikt. De onderbroken lijnen in de krommen (a) en (b) tonen de karakteristieken wanneer SiO_2 film van 0,1 μm dikte aangebracht wordt op het registratiemedium en die onderbroken lijnen tonen de karakteristieken van de kop wanneer de lengte tussen de kop en het registratiemedium 0,1 micron bedraagt. De getrokken lijnen tonen de karakteristieken wanneer de kop direct in contact komt met het registratiemedium.

De SNR (signaal-ruisverhouding) van de kop waarmee het experiment werd uitgevoerd bedraagt 35 dB wanneer de genormaliseerde uitgang 1 is en het dynamische bereik ongeveer 20 dB bedraagt, hetgeen betrekkelijk klein is, en de Kerr-rotatiehoek van de permalloy film 0,2° is. Indien het magnetische materiaal met de grote Kerr-rotatiehoek gebruikt wordt, zou het dynamische bereik verbeterd worden.

Figuur 17 is de modificatie van de onderhavige kop, waarin de geleider 11.2 voor de voorspanningsstroom in de C-vormige ring geplaatst is tussen de kernwanden. De werking van de kern uit figuur 17 is dezelfde als die uit figuur 13.

Figuur 18 is een andere modificatie waarin een aantal koppen 11.1 aangebracht zijn om de meerkanalenkop te verkrijgen. Het parallelle proces van de meerkanalenkop is mogelijk aangezien de transmissiesnelheid van het optische signaal voldoende hoog is.

Figuur 19 is weer een andere modificatie waarin een optische bundel zich voortplant door de kern 11.1, terwijl een optische bundel in figuur 13 wordt gereflecteerd. Het Faraday-effect wordt in de modificatie van figuur 19 gebruikt, terwijl in figuur 13 het Kerr-effect toepassing vond. De geleider 11.2 voor de voorspanningsstroom in figuur 19 moet transparant zijn, zoals bijvoorbeeld tinoxide.

Figuur 20 is weer een andere modificatie van de magnetische kop, waarin 20.1 een spiegel is van zilver of aluminium en 20.2 een spleet is. De optische bundel die opgewekt wordt in de optische bron 12.1 in figuur 20 verlicht de kern 11.1 waarna de gereflecteerde bundel in de kern 11.1 wordt gereflecteerd door de spiegel 20.1, waarna vervolgens de bundel die gereflecteerd wordt in de spiegel 20.1 opnieuw de kern 11.1 verlicht. De retourbundel die gereflecteerd wordt door de kern 11.1 wordt dan weer gereflecteerd door de spleet 20.2, en wordt dan geleid naar de fotodetector 12.5 via de optische analysator 12.4. Het voordeel van de modificatie volgens figuur 20 is dat zowel de optische bron 12.1 als de optische detector 12.5 gelegen zijn in de gemeenschappelijke zijde van het kopsysteem, terwijl deze elementen in de uitvoering volgens figuur 13 gelegen zijn aan weerszijden daarvan. De modificatie van figuur 20 heeft nog als voordeel, dat de Kerr-rotatiehoek tweemaal zo groot is als die in figuur 13.

Het kopsysteem volgens de uitvinding omvattend een optische bron, een polarisator, een kern, een analysator en een fotodetector kan geïntegreerd worden op een kleine drager hetzij door een hybride

techniek of een monolitische techniek. In dit geval kan het kopsysteem, dat in een huis is dat kleiner is dan verschillende vierkante millimeters, een conventionele bewegende kop vervangen.

- Hoewel de bovenbeschreven uitvoeringsvormen de optische detectie van de flux beschrijven onder gebruikmaking van een polarisator en een analysator, kan een andere optische detectie mogelijk zijn. De
- 5 optische detectie door het delen van een optische baan in twee takken bijvoorbeeld en het doorzenden van één van de bundels naar de kern en het vervolgens combineren van de eerste bundel die door de kern wordt doorgelaten en de tweede bundel, welke niet door de kern wordt doorgelaten voor het verschaffen van de interferentie tussen de beide bundels is eveneens mogelijk. Alhoewel de faseverandering van de bundel door de doorlating van de kern klein is en kleiner dan 1° , is deze faseverandering detecteerbaar.
- 10 De onderhavige kop wordt niet alleen gebruikt voor de reproductie, maar ook voor de registratie. Bij registratie loopt de registratiestroom door de armen U en X (zie b.v. figuur 13), zodat de registratieflux over de spleet G wordt gegenereerd.

Zoals in het voorgaande in detail is beschreven, heeft de onderhavige kop ten minste de volgende kenmerken.

- 15 a) De afmeting van een kopsysteem is even klein als de vlekgrootte van een optische bundel en de kern is klein genoeg om één enkelvoudig magnetische domein te hebben.
- b) De gemakkelijke magnetisatie-as ligt loodrecht op de langsas van een spleet G.
- c) De voorspanningsflux wordt gebruikt in de moeilijke magnetisatie-asrichting.
- d) De kern is nagenoeg gesloten in de moeilijke magnetisatie-asrichting.
- 20 e) De magnetische status in de kern wordt gedetecteerd door gebruik te maken van een optische techniek.
- Door het fluxversterkingseffect tengevolge van de voorspanningsflux in de kern, heeft de kop een hoge gevoeligheid en kan deze het magnetische signaal van kleiner dan 8 A/m reproduceren. De hoge dichtheidsreproductie hoger dan 8000 bits/mm is dus mogelijk.

- Het magnetische kopsysteem wordt gebruikt voor het magnetisch registreren/reproduceren van een
- 25 magnetische band, een magnetische flexibele schijf en/of een stijve magnetische schijf. De kop kan de registratiedichtheid in een digitale videobandrecorder, een magnetische band voor omroepdoeleinden en/of de audiomagnetische band verbeteren en maakt eveneens de beperking van de grootte en de kosten van een magnetisch registratieapparaat mogelijk.

30

Conclusie

1. Magnetische kop voor het weergeven van magnetische informatie op een magnetisch medium omvat-
- tende: detectiemiddelen in de vorm van optische middelen welke een optische bundel op een dunne
- 35 C-vormige kern met een spleet die een lekflux opneemt uit een registratiemedium, richten voor het detecteren van de magnetische status van de kern, met het kenmerk, dat de grote lichaamsvlakken van de kern (10-2, 11-1) zodanig klein zijn, dat de kern een enkelvoudig magnetisch domein heeft en een gemakkelijke magnetisatie-as heeft loodrecht op de langsrichting van de spleet (G).

Hierbij 13 bladen tekening

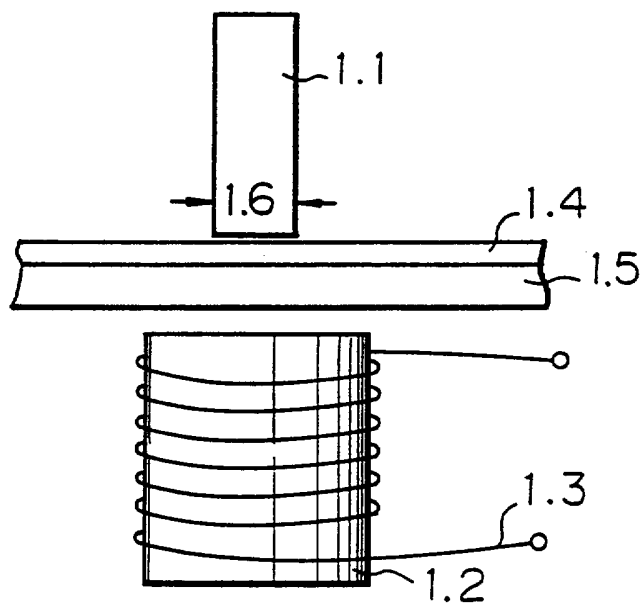
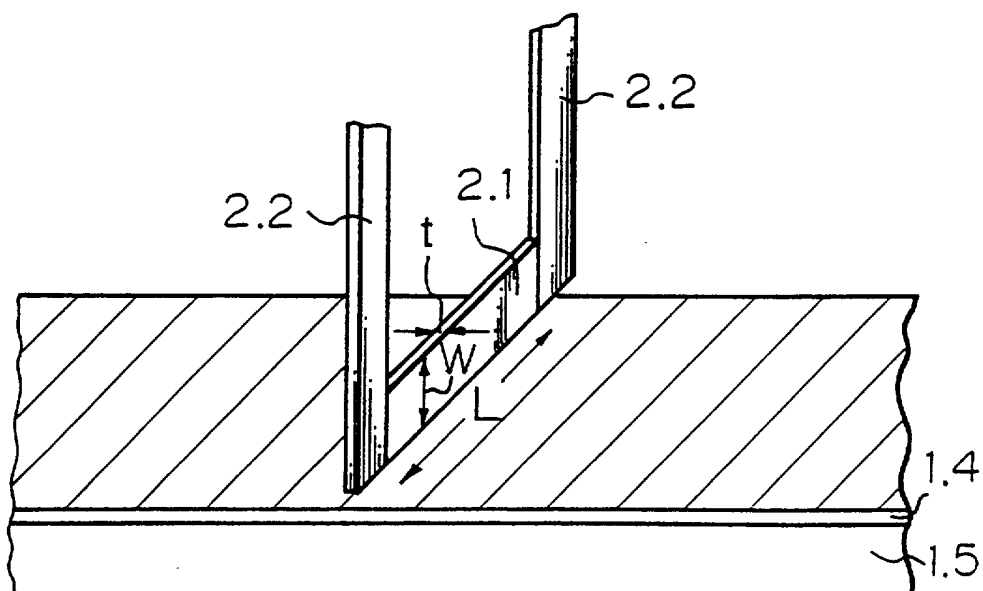
Fig. 1*Fig. 2*

Fig. 3

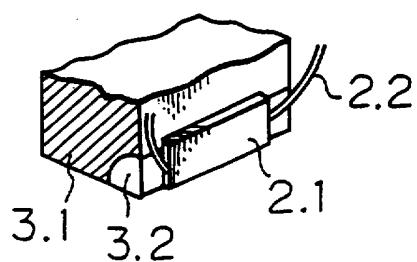


Fig. 4

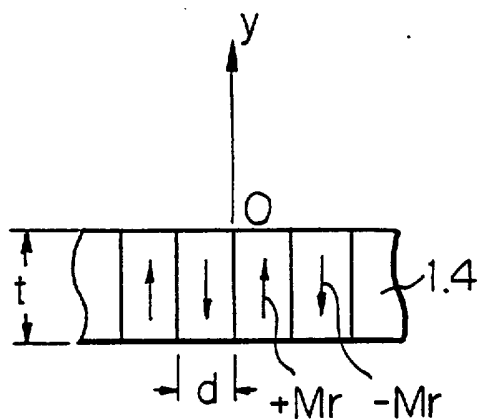


Fig. 6

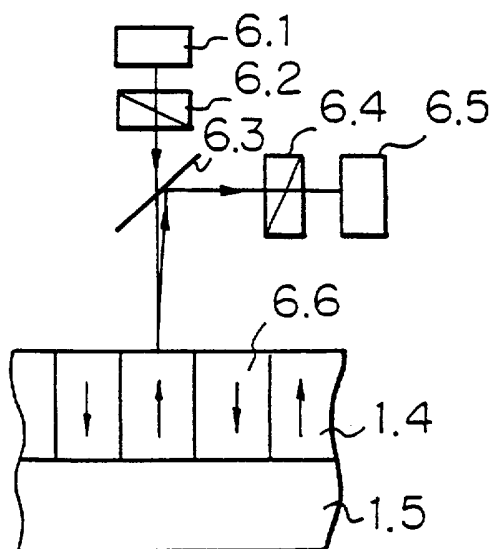
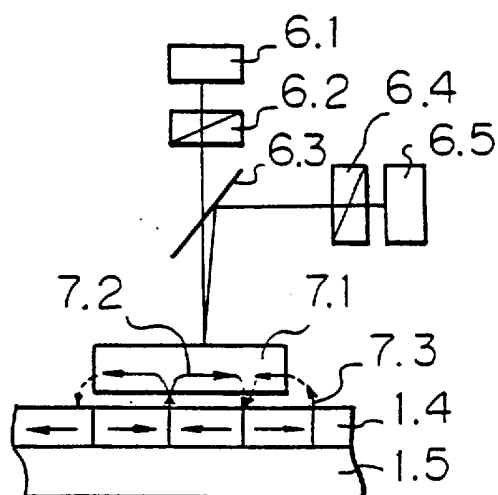


Fig. 7



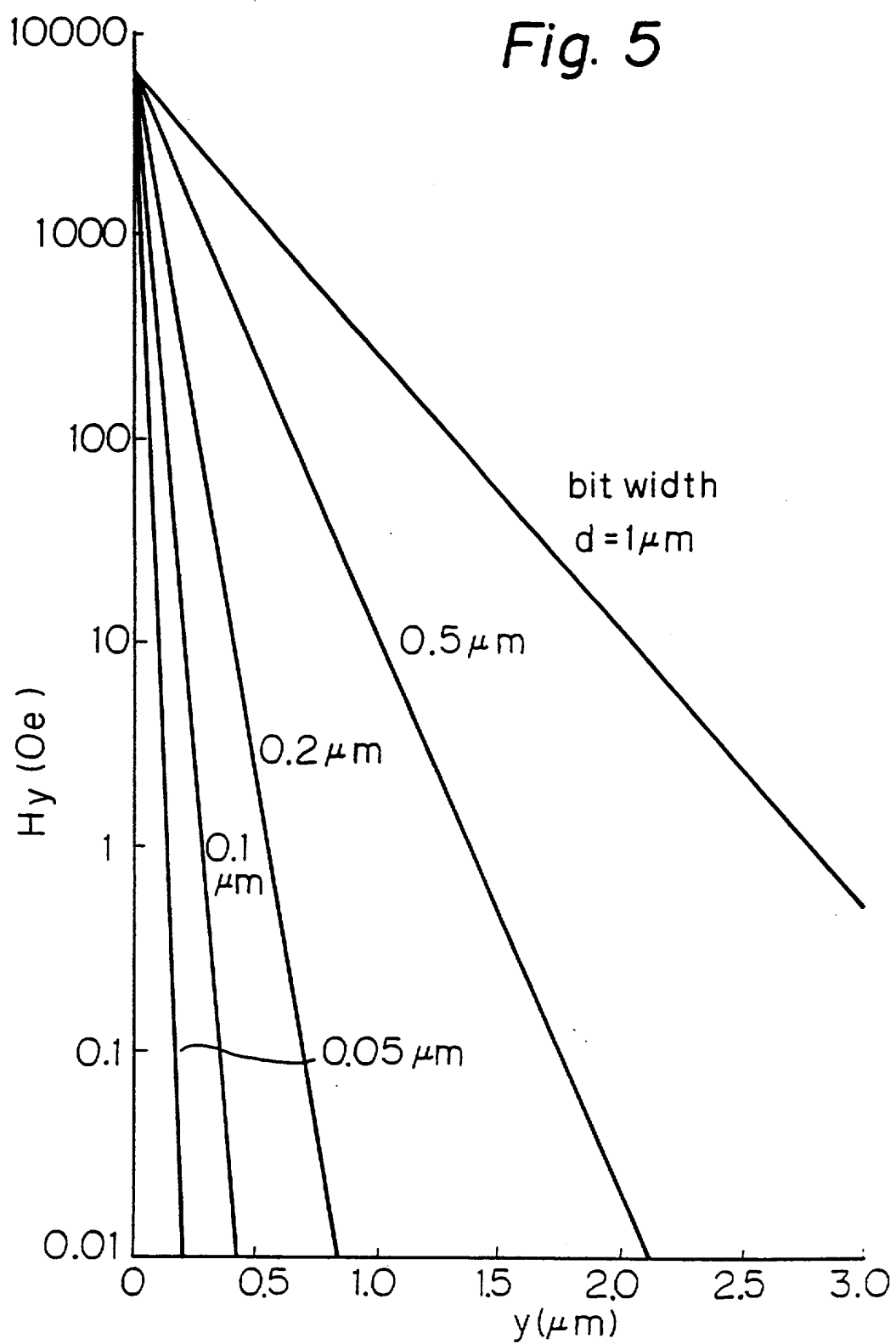


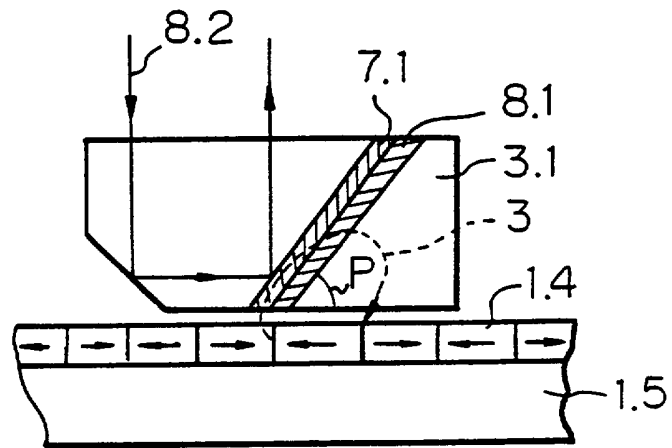
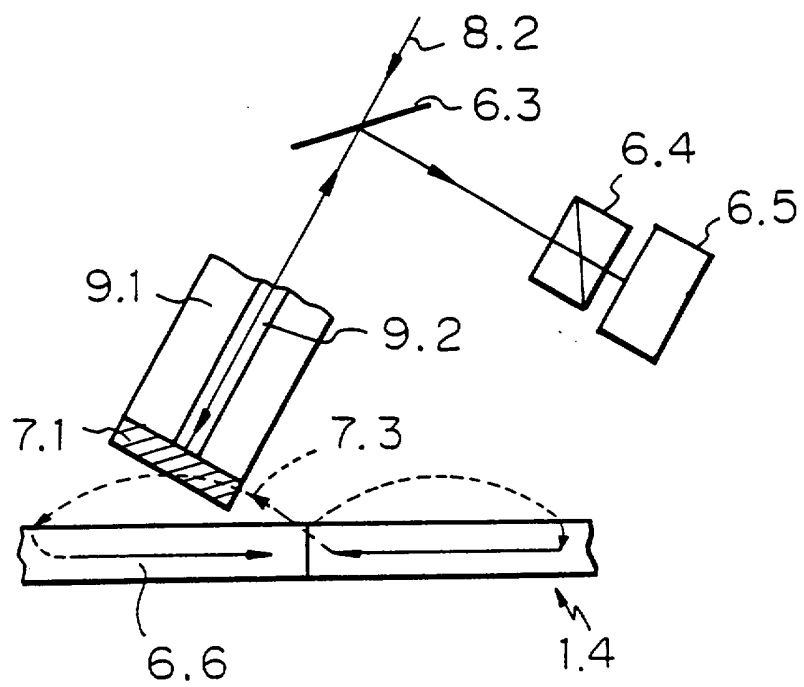
Fig. 8*Fig. 9*

Fig. 10A

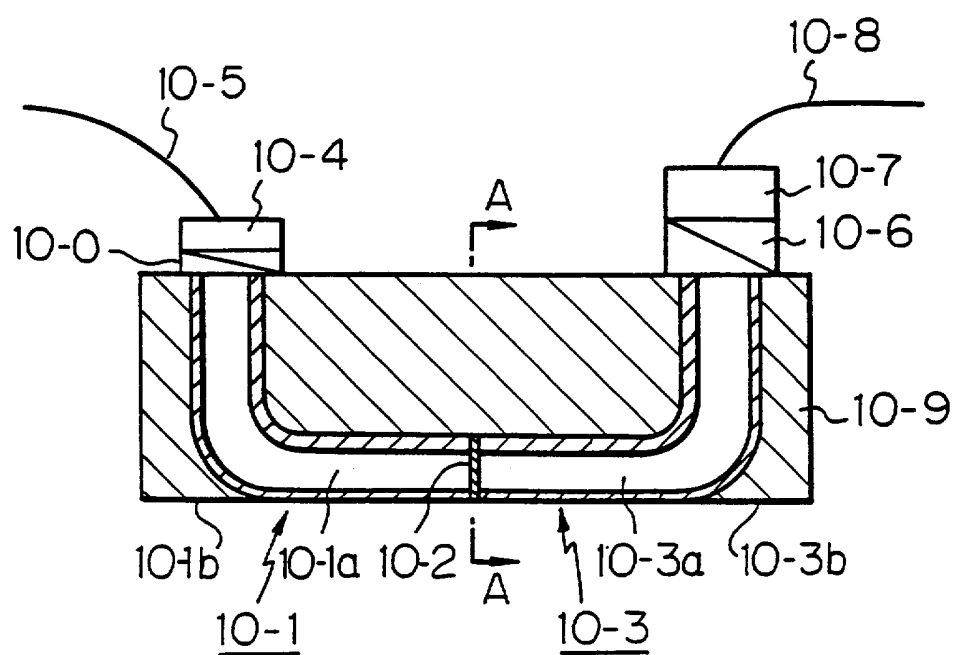


Fig. 10 B

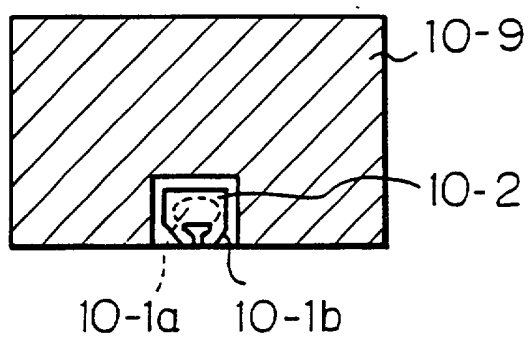


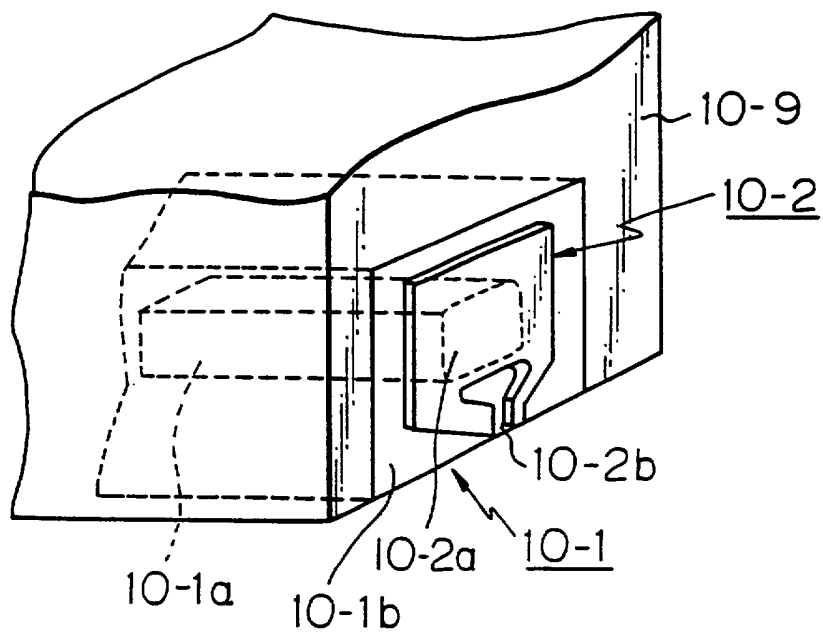
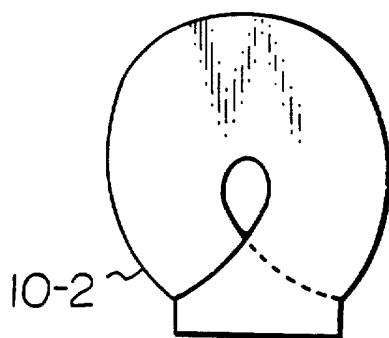
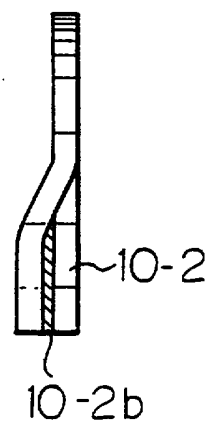
Fig. 10C*Fig. 10D**Fig. 10E*

Fig. 11

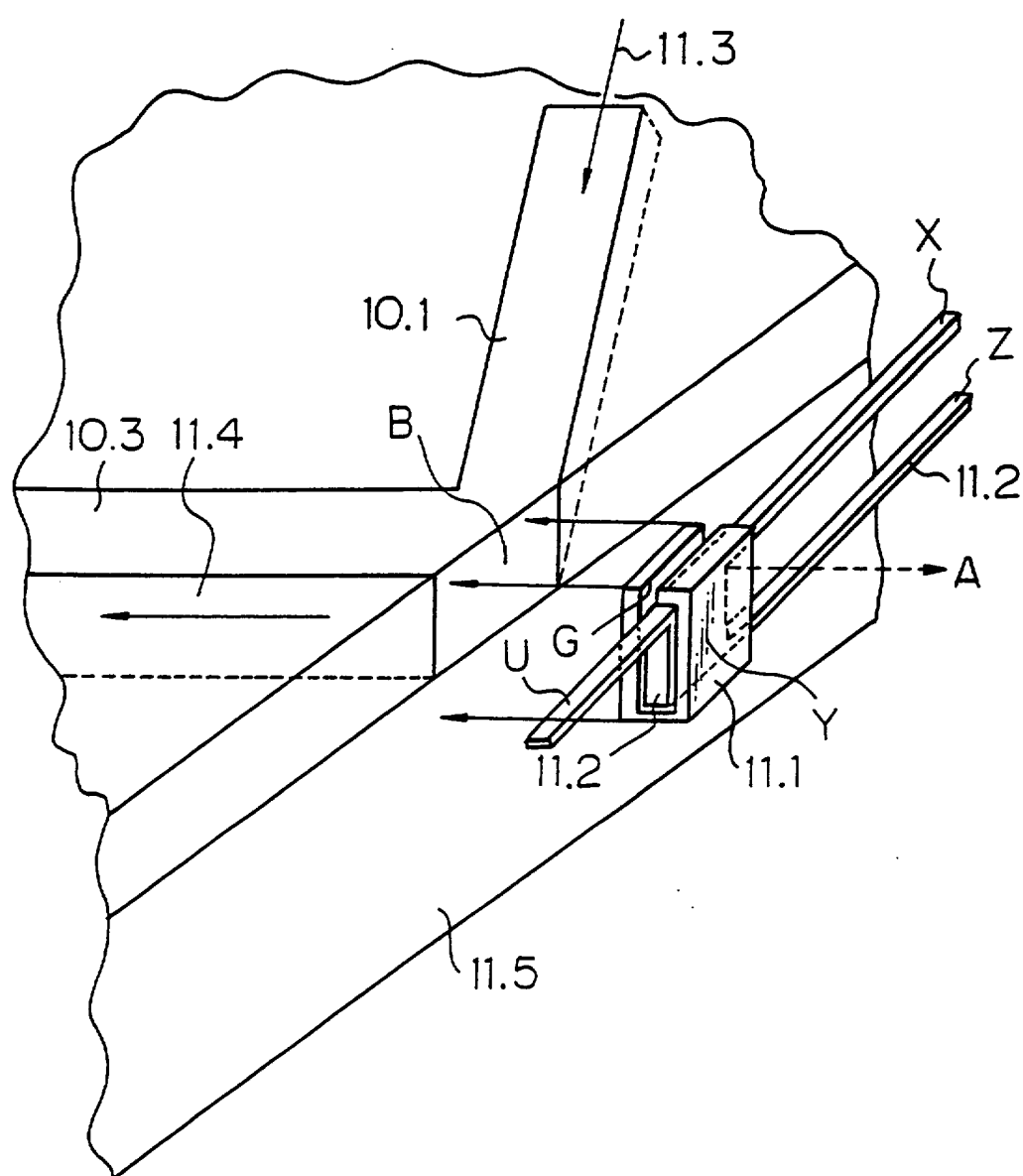


Fig. 12

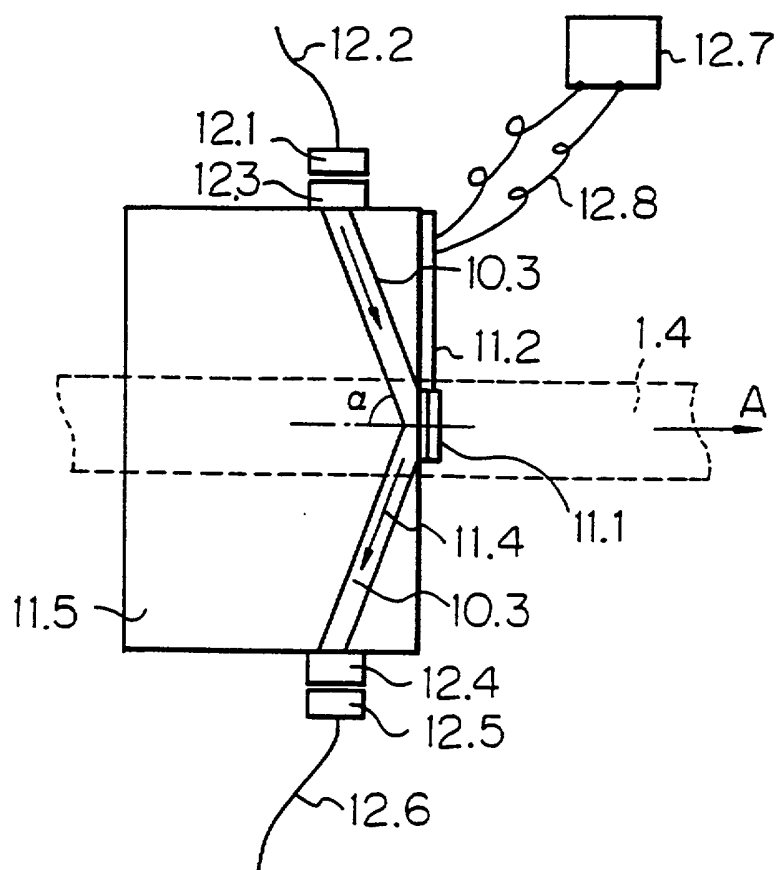


Fig. 21

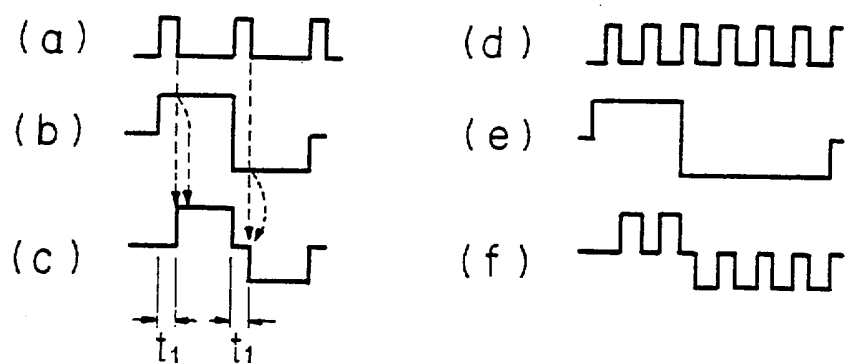


Fig. 14

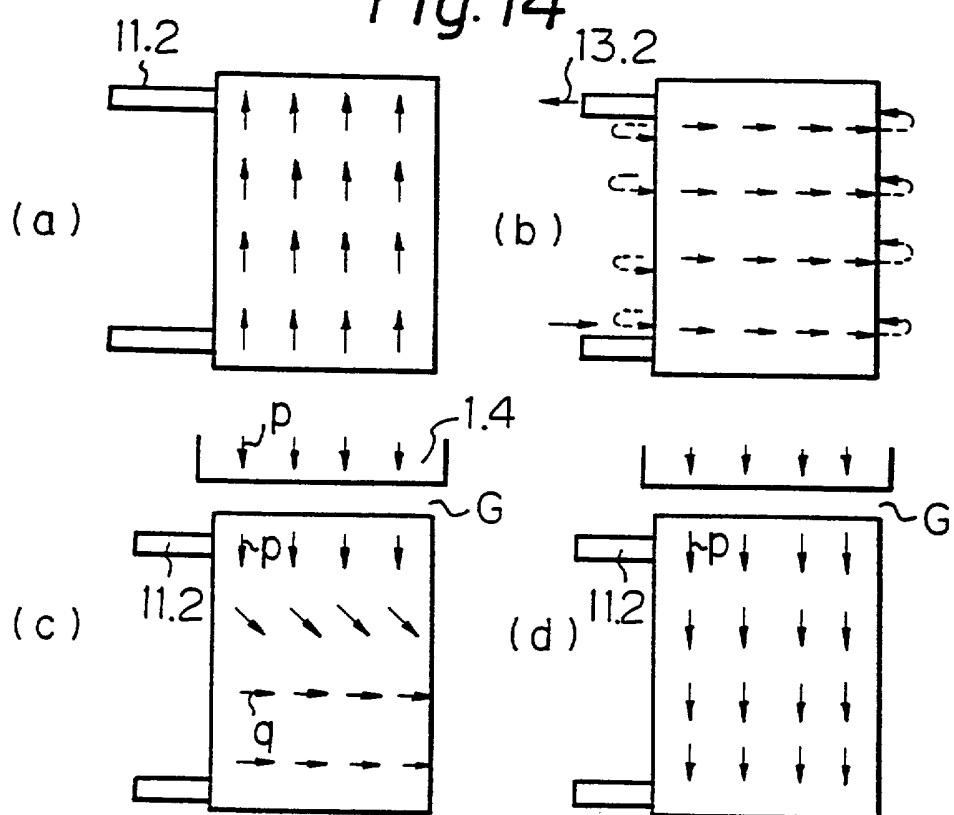


Fig. 13

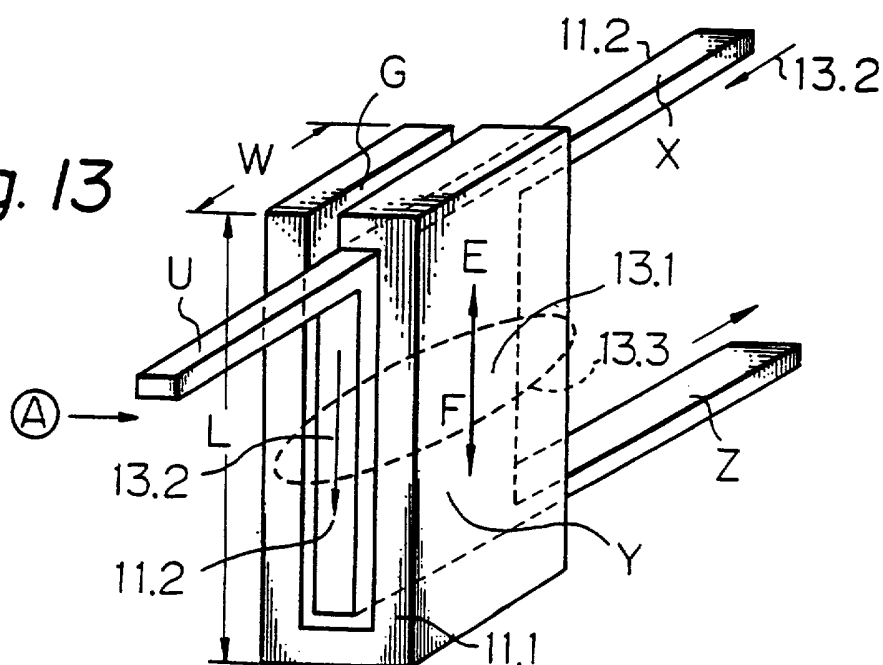


Fig. 14

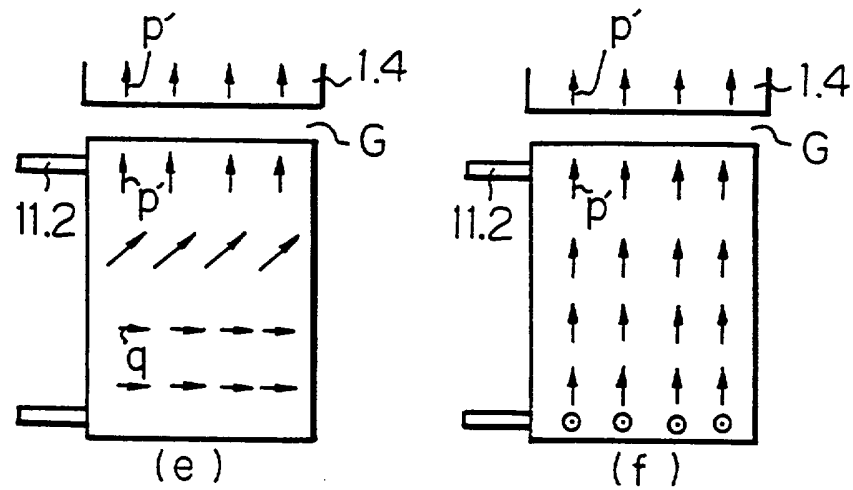


Fig. 15

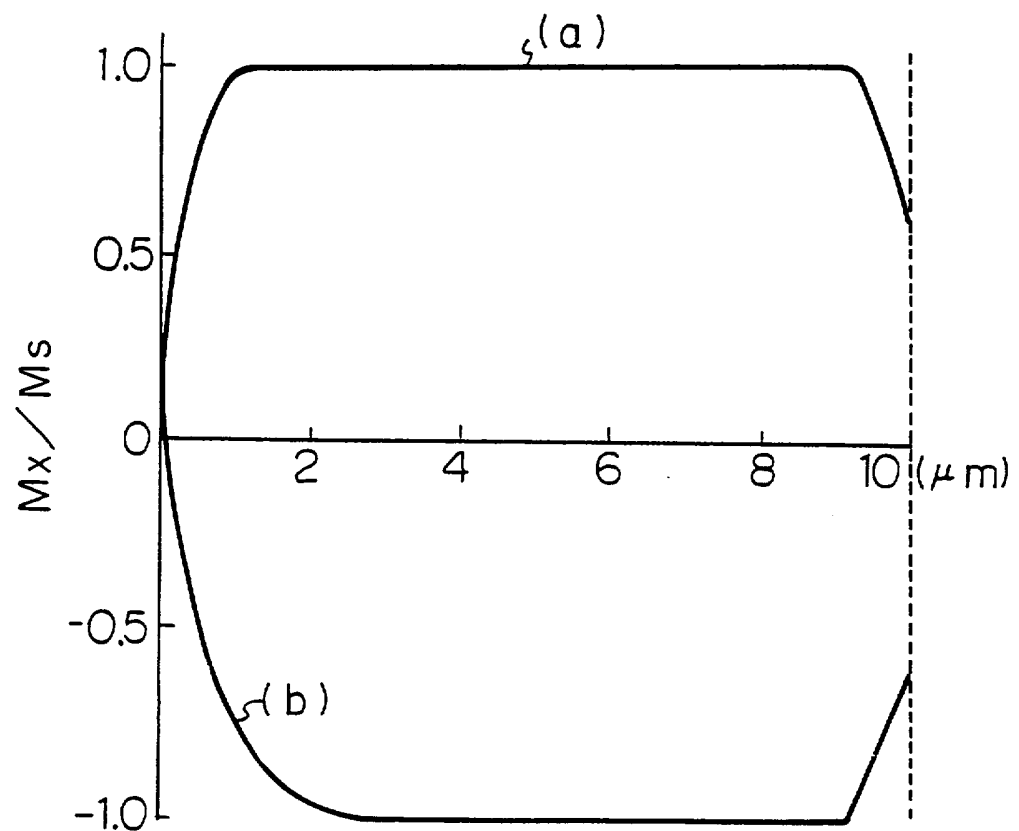


Fig. 16

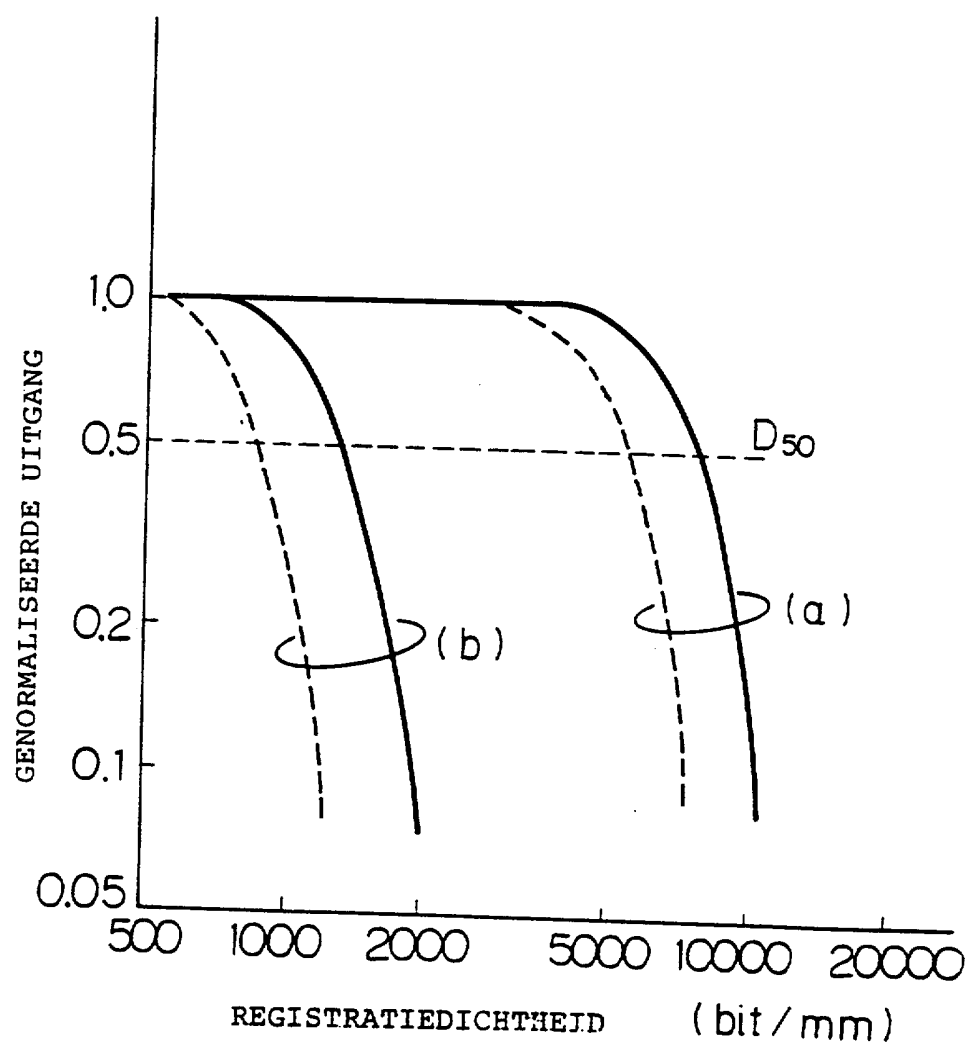


Fig. 17

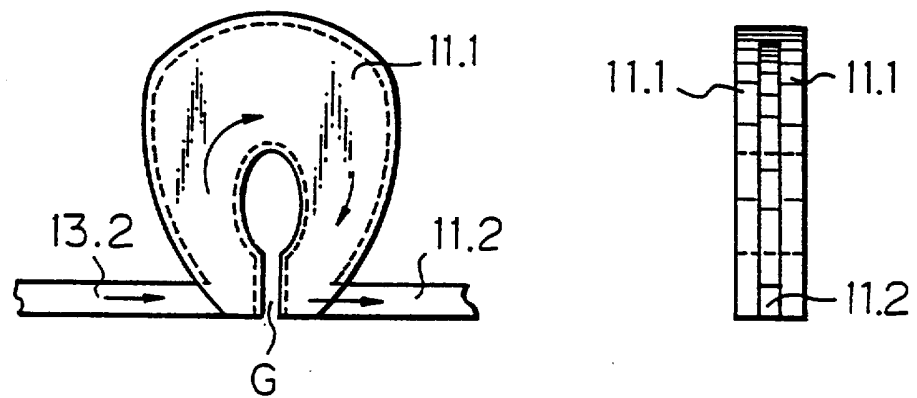


Fig. 18

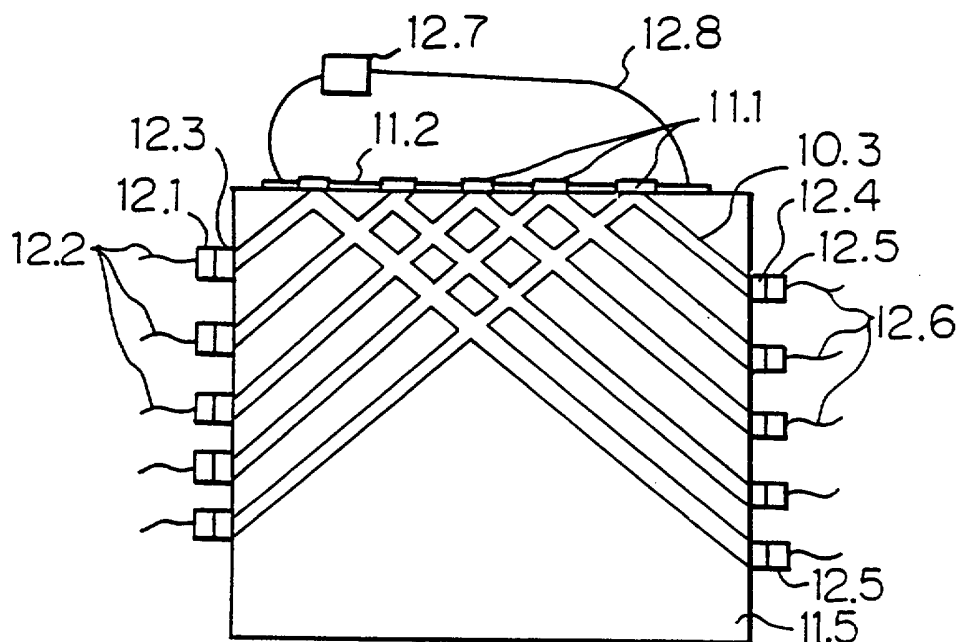


Fig. 19

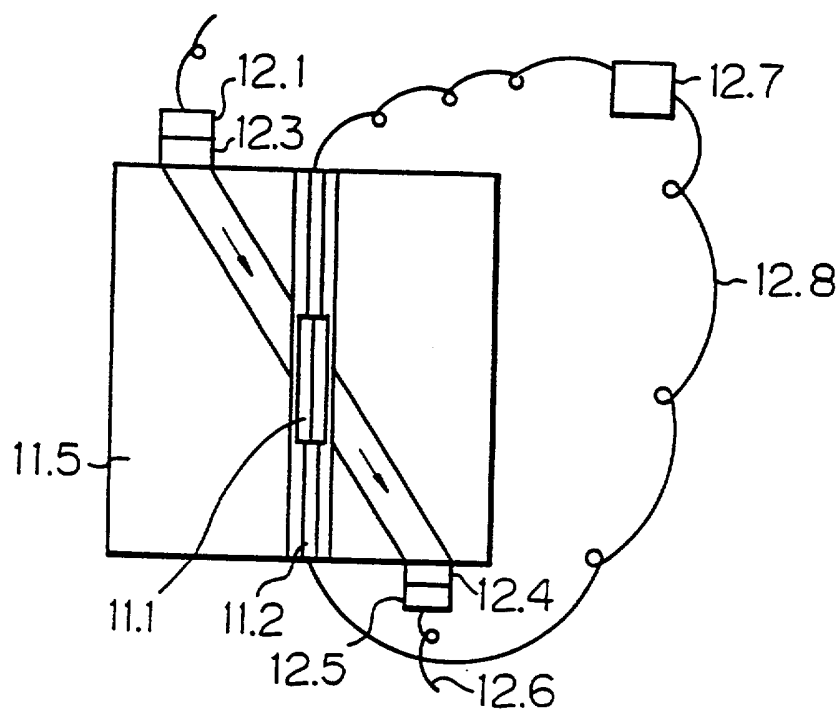


Fig. 20

