



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8401116

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤4 Magnetische leeskop met een meervoudige spleet.
⑤1 Int.Cl.: G11B 5/23.
⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8401116.
②2 Ingediend 9 april 1984.
③2 --
③3 --
③1 --
⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 november 1985.

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

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven

"Magnetische leeskop met een meervoudige spleet"

De uitvinding heeft betrekking op een magnetische overdrachtskop voor het aftasten van een magnetisch registratiemedium dat een magnetiseerbaar oppervlak bezit voor het vasthouden van informatie in de vorm van een vooraf bepaald magnetisatiepatroon dat gekenmerkt wordt door een beperkte golflengteband, bevattende: een paar kerndelen van een magnetiseerbaar materiaal met een relatief hoge magnetische permeabiliteit, welke kerndelen een overdrachtsspleet definiëren tussen een paar tegenover elkaar geplaatste kernvlakken; waarbij electromagnetische middelen met tenminste één van de kerndelen gekoppeld zijn voor het produceren van een electricisch signaal als een veranderende magnetische flux door de kerndelen vloeit.

Magnetische leeskoppen worden gebruikt om magnetische signalen in electricische signalen om te zetten. Bepaalde typen leeskoppen bestaan uit een electromagnetisch koppelingsmiddel, zoals een spoel, dat gekoppeld is met een lusvormige kern van magnetiseerbaar materiaal, die een door een paar tegenover elkaar liggende kernvlakken gedefinieerde spleet heeft. Een magnetiseerbaar opslagmedium zoals een van een magnetiseerbaar oppervlak voorziene band of schijf wordt op een zodanige afstand van de leeskop geplaatst dat een koppeling van magnetische flux met het spleetgebied mogelijk is. In een magnetische koppeling tussen de kop en het medium wordt voorzien door magnetische strooiflux van het medium. Bij de conventionele leeskoppen is er één overdrachtsspleet die gevuld is met één niet-magnetisch afstandstuk: de spleet heeft een hoge magnetische reluctantie. De aanwezigheid hiervan maakt dat de strooiflux van het medium een weg met lagere magnetische reluctantie door de kern volgt. Fluxveranderingen in de kern worden door het electromagnetische koppelmiddel (de spoel) omgezet in electricische signalen die de magnetische signalen die op het medium zijn opgeslagen representeren.

Bij de moderne (digitale) systemen voor het opslaan en weergeven van informatie kan het voordelen bieden om de informatie zodanig te coderen dat slechts een beperkte frequentieband wordt benut. De informatie op het medium heeft dan de vorm van een beperkte

golflengteband. I.h.b. zal deze golflengteband in het gebied van zeer korte golflengtes liggen ($< 0,5 \mu\text{m}$). Tot nu toe was een beletsel om dergelijke systemen toe te passen de omstandigheid dat om deze informatie te kunnen lezen een leeskop met een zeer korte spleet
5 nodig is. Leeskoppen met een zeer korte spleet hebben echter het nadeel van een laag rendement en een hoge impedantie.

Het is het doel van de uitvinding een magnetische leeskop aan te geven die geschikt is om zeer kortgolvlige signalen met een beperkte, vooraf bepaalde golflengteband te lezen en toch
10 een goed rendement en lage impedantie heeft.

Volgens de uitvinding heeft een magnetische leeskop van de in de eerste alinea vermelde soort het kenmerk, dat de overdrachtsspleet wordt gevuld door een spacer die bestaat uit n zich evenwijdig aan de kernvlakken uitstrekken-
15 de, subspletten vormende, lagen van een materiaal met een lage magnetische permeabiliteit, waarbij tussen elke twee opeenvolgende lagen met lage permeabiliteit een laag met hogere permeabiliteit is gevoegd en $n \geq 4$.

De uitvinding berust op het inzicht, dat door het gedefinieerd opbouwen van de spleet van een leeskop uit een aantal
20 magnetische lagen, onderling en van de kernvlakken gescheiden door magnetische isolatoren (resp. de slechte magnetische overgang tussen twee magnetische lagen, of tussen een magnetische laag en een kernvlak) een van een meervoudige spleet voorziene leeskop ontstaat met een van te voren te bepalen gewenste amplitude en fasekarakteristiek.
25 Het verrassende daarbij is dat het rendement toeneemt met het aantal spletten. Tevens bepaalt de breedte van de totale splettenconfiguratie de scherpte van de bandfilterkarakteristiek. De interferentie die optreedt tussen de signalen die door de afzonderlijke subspletten worden gelezen is essentieel. De spleetafstanden (en eventueel-lengtes)
30 worden bij een eenvoudige uitvoeringsvorm van de leeskop volgens de uitvinding allen gelijk gekozen en zodanig ingesteld dat voor een signaal met een golflengte gelijk aan de centrale golflengte in de gewenste golflengteband z.g. constructieve interferentie optreedt. Bij een gecompliceerdere uitvoeringsvorm worden de afstanden tussen
35 de subspletten in geringe mate gevarieerd teneinde een leeskop te realiseren die een bredere golflengteband doorlaat dan de leeskop in het vorige geval. Dit gaat weliswaar ten koste van een wat geringere gevoeligheid bij de centrale golflengte, doch het rendement blijft

gelijk (bij een gelijk aantal spleten).

De leeskop volgens de uitvinding is zowel geschikt voor het uitlezen van registratiemedia waar het informatiesignaal in de longitudinale mode als in de loodrechte mode op is opgetekend.

- 5 Een magnetische overdrachtssystem waarin een aantal leeskoppen volgens de uitvinding achter elkaar is geplaatst, waarbij elke kop is "afgestemd" op een andere golflengte, zal als voordeel hebben dat, met behoud van het hoge rendement en de lage impedantie - dus zeer lage signaal/ruisverhouding - een bredere frequentieband overgedragen kan worden. Zeer goede resultaten blijken te worden verkregen wanneer de
- 10 leeskop volgens de uitvinding voldoet aan de relatie:

$$\frac{1}{4} \ll \frac{\sum g}{g_e} \ll \frac{3}{4},$$

- waarin $\sum g$ is de som van de diktes van de lagen materiaal met
- 15 lage magnetische permeabiliteit;
- g_e is de effectieve breedte van de subspleten configuratie zoals gedefinieerd in de beschrijving.

De uitvinding wordt bij wijze van voorbeeld nader toegelicht aan de hand van de bijgaande tekening, waarvan

- 20 figuur 1-3 verschillende uitvoeringsvormen van magnetische leeskoppen met een vijf-voudige spleet voorstellen;
- figuur 4 een experimenteel gemeten frequentie-karakteristiek van een magnetische leeskop met een drievoudige spleet voorstelt;

- 25 figuur 5 berekende frequentiekarakteristieken van magnetische leeskoppen met een n-voudige spleet (n is resp. 1, 3, 5, 9 en 19) voorstelt;

- figuur 6 de berekende frequentiekarakteristieken van twee verschillende leeskoppen met een 19-voudige spleet voorstelt;
- 30 en

figuur 7 drie verschillende sub-spleet configuraties in diagramvorm voorstelt.

- Figuur 1 toont (in doorsnede) een magnetische leeskop 1 met een magneetkern die wordt gevormd door twee kerndelen 2 en 3, b.v. van ferriet. Kerndeel 2 is van een wikkelopening 4 voorzien
- 35 waar doorheen een spoel 5 is gewikkeld. Aan weerszijden van de wikkelopening 4 bevinden zich tegenover elkaar liggende kernvlakken 6, 7 resp. 8, 9. Tussen de kernvlakken (6,7) is een overdrachtsspleet 10

gedefinieerd. Overdrachtsspleet 10 is gevuld met een spacer die in het getekende geval uit vijf lagen 11 van een materiaal met relatief lage magnetische permeabiliteit bestaat, welke lagen van elkaar gescheiden zijn door lagen 12 van een materiaal met een
5 relatief hoge magnetische permeabiliteit. Tussen de kernvlakken 8 en 9 is een achterspleet 13 ("rear gap") gedefinieerd. Achterspleet 13 is gevuld met een spacer die dezelfde lagenstructuur heeft als de spacer van de overdrachtsspleet 10. De spacer in achterspleet 13 kan op alternatieve wijze uit één enkele laag bestaan. Deze laag kan van een
10 materiaal zijn met een relatief lage magnetische permeabiliteit (hoge magnetische reluctantie), waardoor het rendement van de kop 1 iets afneemt, of van een materiaal met een relatief hoge magnetische permeabiliteit (lage magnetische reluctantie). In het laatste geval zal het rendement van de kop 1 iets toenemen.

15 De lagen 12 kunnen bijv. uit een - opgesputterde - Fe-Al-Si legering, "Sendust" genoemd, bestaan met 83,2% Fe, 6,2% Al en 10,6% Si (gew. procenten) of uit legeringen op basis van NiFe, CoFe, CoMn, AlFe.

De lagen 11 kunnen bijv. uit glas of uit een niet-
20 magnetisch metaal bestaan. De lagen 11 die aan de kernvlakken 6 en 7 grenzen kunnen ook gevormd worden door aan de kernvlakken grenzende overgangsgebieden van de kerndelen 2 en 3 die een verminderde magnetische permeabiliteit vertonen. In het geval van een kop met een drievoudige spleet waarbij de buitenste subspleten een lengte hadden van 0,07 μm ,
25 de middelste spleet een lengte van 0,2 μm en de twee hoog permeabele laagjes tussen de spleten diktes van 2,03 resp. 2,16 μm is de frequentiekaracteristiek experimenteel gemeten. Daarbij werd de kop in kwestie gebruikt om een signaal uit te lezen dat m.b.v. een conventionele (éénspleets) schrijfkop op een medium zoals de magnetische
30 band 14, bestaande uit een drager 15 en een magnetische coating 16, geschreven was. De band 14 werd met een snelheid van 3,14 m/sec in de richting v langs de kop bewogen. De resulterende frequentiekaracteristiek is in figuur 4 weergegeven. Verticaal is de uitgangsspanning V van de kop 1 uitgezet, waarbij de hoogste gemeten uitgangsspanning met 100% is aangegeven. Horizontaal is de frequentie f in
35 MHz uitgezet. Duidelijk is te zien dat in de uitgangsspanning er dips optreden die hoogstens 10% van de piekwaarden bedragen. Een leeskop met een meervoudige spleet is dus gevoelig voor signalen die in beperkte,

vooraf te bepalen, frequentiebanden liggen. In de doorgelaten frequentie-
(golflengte) band is het rendement van de kop in kwestie, die een
3-voudige spleet heeft, hoger dan het rendement van een enkelspleets-
kop met één enkele spleet van zodanig (zeer korte) spleetlengte
5 dat hij geschikt is om de signalen met zeer korte golflengtes in kwestie
te lezen. Een leeskop met een drievoudige overdrachtsspleet dient
in deze slechts als voorbeeld van de effecten die zijn te bereiken.
Voor in de praktijk praktisch bruikbare effecten blijkt het aantal
subspalten vier of hoger te moeten zijn. Naarmate het aantal sub-
10 spalten toeneemt neemt het rendement toe. B.v. is het rendement van
een leeskop met een 9-voudige overdrachtsspleet (soms lengtes over-
drachtsspalt 0,5 μm) bij het lezen van kortgolvlige signalen met
een golflengte van 0,2 μm ongeveer vier keer zo hoog als het rendement
van een leeskop met een enkelvoudige overdrachtsspleet met een lengte
15 van 0,08 μm .

Figuur 2 toont (in doorsnede) een alternatieve
uitvoeringsvorm van een magnetische leeskop volgens de uitvinding. Het
gaat hier om een dunne film kop 21 die op dezelfde wijze als leeskop
1 van fig. 1 van een overdrachtsspleet 10 is voorzien die uit een
20 aantal door magnetische lagen 12 van elkaar gescheiden subspalten
11 is opgebouwd. De dunne film kop 21 bestaat verder uit een eerste
en een tweede laag (22 en 23) van magnetiseerbaar materiaal die
op een plaats verwijderd van de overdrachtsspleet 10 met elkaar
verbonden zijn. De lagenstructuur wordt gecompleteerd door een
25 spoel 25 die als electromagnetisch koppelmiddel fungeert. Een alter-
natief electromagnetisch koppelmiddel is een magnetowerstand element.
Figuur 3 toont een uitvoeringsvorm van een magnetische leeskop volgens
de uitvinding die voorzien is van een magnetowerstandelement 35.
De in fig. 3 getoonde (dunne film) kop wordt gevormd door een eerste
30 en een tweede laag (32 en 33) van magnetiseerbaar materiaal waartussen
een overdrachtsspleet 10, opgebouwd uit door magnetische lagen 12
van elkaar gescheiden subspalten 11 is gedefinieerd. In laag 33 is
een opening 40 aangebracht. Magnetowerstandelement 35 is zodanig
t.o.v. de opening 40 gepositioneerd dat het een weg van lagere
35 magnetische reluctantie dan opening 40 biedt voor door de dunne
film kop 31 vloeiende magnetische flux. Magnetowerstandelement 35 is
voorzien van elektrische contacten 41 en 42 voor verbinding ervan
met een elektrische uitleesschakeling.

Voor elk van de koppen 1, 21 en 31 geldt dat hij een hoger rendement heeft dan een leeskop met een enkelvoudige spleet met een spleetlengte g_0 die zo kort is dat de kop gevoelig is voor dezelfde golflengtes als de koppen 1, 21 en 31. Hoe meer subspleten
 5 de spleten 10 tellen hoe hoger het rendement wordt. Indien de spleetlengtes gelijk zijn geldt in goede benadering de volgende relatie:

$$\eta_n = \frac{n \eta_1}{1 + \eta_1^{(n-1)}/\eta_{int}}$$

10

waarin: η_n het rendement van een leeskop met een n-voudige spleet is,
 en η_{int} het interne rendement is.

Dit is het eindige rendement (0,7 ~ 0,9) van een kop met een zeer grote spleetlengte en wordt veroorzaakt door de magnetische
 15 potentiaalval in de kop t.g.v. de erdoor vloeiende lekflux.

Bij ongelijke lengtes van de subspleten geldt de algemenere relatie:

20

$$\eta_{\Sigma} = \frac{(\sum g) \eta_0}{g_0 + \eta_0((\sum g) - g_0)/\eta_{int}}$$

waarin: η_{Σ} het rendement van een leeskop met een totale lengte van de subspleten $\sum g$ is.

η_0 het rendement van een leeskop met de spleetlengte g_0 is.
 25 Een rekenvoorbeeld aan leeskoppen met resp. 1, 3, 5,

9 en 19-voudige overdrachtsspleten geven de in fig. 5 getoonde frequentiekaracteristieken. Slechts het relevante deel van elke frequentiekaracteristiek is weergegeven.

Het bandfilter karakter wordt duidelijker naarmate
 30 het aantal subspleten toeneemt.

Voor de berekeningen gebruikte parameters:

35

TABEL I

	lokaties [μm]	spleetlengten in [μm] voor aantal spleten $n =$				
		1	3	5	9	19
5	-1.8					0.01
	-1.6					0.02
	-1.4					0.03
	-1.2					0.04
	-1.0					0.05
10	-0.8				0.02	0.06
	-0.6				0.04	0.07
	-0.4			0.033	0.06	0.08
	-0.2		0.05	0.066	0.08	0.09
	0.0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
15	0.2		0.05	0.066	0.08	0.09
	0.4			0.33	0.06	0.08
	0.6				0.04	0.07
	0.8				0.02	0.06
	1.0					0.05
20	1.2					0.04
	1.4					0.03
	1.6					0.02
	1.8					0.01
25	$\sum g$ [μm]	0.10	0.20	0.30	0.50	1.00
	η_{Ferrite}^*	0.133	0.23	0.30	0.40	0.53
	Verbetering η_{Ferrite} t.o.v. Ferrite- kop met $g_0 = 0.08$, in. [dB]		6.4	8.7	11	13.6
30	η_{TFH}^+	0.038	0.07	0.100	0.150	0.24
	Verbetering η_{TFH} t.o.v. TFH met $g_0 = 0.08$, in. [dB]		7.4	10.5	14	18

35 Opmerkingen:

* Bij de rendementsberekeningen is ervan uitgegaan dat de ferritekop bij 15 MHz nog slechts een rendement $\eta_{\text{ref}} = 0.3$ heeft als de spleetlengte $g_{\text{ref}} = 0.3 \mu\text{m}$ is, en een intern rendement van 0.8 heeft.

+ Voor de dunne filmkop (TFH) uitvoering is van een lager rendement uitgegaan bij 15 MHz. Daar is $\eta_{\text{ref}} = 0.1$ gesteld als $g_{\text{ref}} = 0.3 \mu\text{m}$ en is $\eta_{\text{int}} = 0.6$ gesteld.

5 In fig. 5 komt -80 dB op de verticale as overeen met 100 μV .

In het rekenmodel is verder van de volgende gegevens uitgegaan:

Schrijfkop van sendust, of van ferriet met spleet-
10 vlakken die met sendust bekleed zijn, schrijfspleetlengte 0,15 μm .
Kop-bandafstand zowel bij schrijven als bij lezen
0,02 μm .

Registratiemedium: opgedampte metaalband met
 $H_c = 66 \text{ KA/m}$, $B_s = 0,38 \text{ T}$, $\mu_r = 1,75$ en coating dikte is 0,16 μm .
15 Het model waarmee de bandfilterkarakteristieken
van fig. 5 berekend zijn levert voor $n = 3$ een curve op die althans
nagenoeg samenvalt met de experimenteel gemeten curve van fig. 4.

Zoals hiervoor al werd aangegeven is de vorm van de bandfilter karakteristiek naar wens in te stellen.

20 I.h.b. is de afval in de amplitude karakteristiek
t.g.v. kop-band afstandsverliezen tijdens lezen én schrijven en
t.g.v. spleetverliezen te compenseren.

In figuur 6 is d.m.v. een geschikte keuze van spleet-
lengte variaties en spleetafstandsvariaties bij een leeskop met
25 19-voudige spleet een filterwerking verkregen met een rechthoekiger
doorlaatband dan in de voorbeelden van fig. 5, waarbij tevens de
ca. 1.5 dB/MHz afval t.g.v. spleet- en afstandsverliezen is ge-
compenseerd. Ter vergelijking is met een gestippelde lijn de frequentie-
karakteristiek weergegeven van een leeskop met 19-voudige spleet
30 met vaste spleetafstanden. Deze karakteristiek is in fig. 5 terug te
vinden. De afplatting is verkregen door het "filter" op te bouwen
uit, in wezen, 3 filters met centrale frequenties op 13.9, 14.7 en
15.7 MHz. Dit is bereikt door de afstanden tussen de spleten van de
afzonderlijke filters 0.68, 0.64 respectievelijk 0.60 μm te kiezen.

35 De parameters zijn zoals in de tabel bij figuur 5
aangegeven. De spleten-configuratie is aangegeven in de volgende
tabel:

TABEL II

	Spleetlengte [μm]	Lokatie [μm]	
5	0.010	-1.800	
	0.012	-1.813	
	0.027	-1.493	
	0.040	-1.200	
10	0.030	-1.333	
	0.054	-0.853	
	0.070	-0.600	
	0.048	-0.453	
	0.081	-0.213	
15	0.100	0.000	(middenspleet)
	0.054	0.227	
20	0.072	0.427	
	0.070	0.600	
	0.036	0.907	
	0.045	1.067	
	0.040	1.200	
	0.018	1.587	
	0.018	1.707	
25	0.010	1.800	

In figuur 7 is de spletenconfiguratie van de zo samengestelde bandfilterkop in de 3 afzonderlijke filters gesplitst. De hoogten van de lijnen geven de spleetlengten aan. De frequenties van 13.9, 14.7 en 15.7 MHz komen overeen met de derde "harmonischen" van de afzonderlijke filters.

Zo zal bij een bandfilterkop bestaande uit in wezen n zulke afzonderlijke filters de doorlaatband bij voorkeur op de n^{de} "harmonische" van de afzonderlijke filters staan afgestemd, overeenkomend met de eerste "harmonische" van het samengestelde filter.

In figuur 6 is met een stippellijn de niet afgeplatte curve aangegeven van een 19-voudige spletenconfiguratie met spleten op onderling gelijk afstanden $a = 0.213 \mu\text{m}$.

De rendementen van beide koppen zijn nagenoeg gelijk

($\eta_{\text{Ferrite}} \approx 0.5; \eta_{\text{TFH}} \approx 0.2$) en zijn dus in dezelfde mate verbeterd als het rendement van de 19-voudige spleetkop in figuur 5, die nagenoeg overeenstemt met de hier gestippeld getekende curve. De afvalcompensatie van ca. 1.5 dB/MHz is verkregen door het hoogst
 5 afgestemde filter (met $a_1 = 0.60 \mu\text{m}$) zowel het grootste aantal spleten (7 i.p.v. 6) als de grootste spleetlengtes te geven, zie figuur 7. Het middelste filter heeft ook wat grotere spleetlengtes.

In dit voorbeeld is voor een rechte fasekarakteristiek gekozen, welke verkregen is door de kop, zoals figuur 7 duidelijk
 10 toont, een symmetrische spletenconfiguratie te geven. Asymmetrische spletenconfiguraties leiden tot niet-lineaire fase-karakteristieken.

Een ander aspect is dat de scherpte van de bandfilter karakteristiek, bij een constante afstand a tussen de subspleten, in belangrijke mate wordt bepaald door de effectieve lengte
 15 g_e van de spletenconfiguratie. Deze wordt gedefinieerd als

$$g_e = a \left(\sum g \right) / g_{\text{max}}, \text{ waarin}$$

a de afstand tussen de subspleten,
 20 $\sum g$ de som van de spleetlengtes, en
 g_{max} de grootste spleetlengte voorstelt.

Het blijkt dat magnetische leeskoppen volgens de uitvinding een bijzonder bruikbare filterwerking vertonen indien de spleetlengtes in een bepaald gebied gekozen worden. Dit gebied kan
 25 worden aangegeven als

$$\frac{1}{4} \leq \frac{\sum g}{g_e} \leq \frac{3}{4}.$$

30

35

CONCLUSIES

1. Magnetische overdrachtskop voor het aftasten van een magnetisch registratiemedium dat een magnetiseerbaar oppervlak bezit voor het vasthouden van informatie in de vorm van een voorafbepaald informatiepatroon dat gekenmerkt wordt door een beperkte golflengteband, bevattende:

5 een paar kerndelen van een magnetiseerbaar materiaal met een relatief hoge permeabiliteit, welke kerndelen een overdrachtsspleet definiëren tussen een paar tegenover elkaar geplaatste kernvlakken; waarbij electromagnetische middelen met tenminste één van de kerndelen gekoppeld zijn voor het produceren van een elektrisch signaal als een

10 veranderende magnetische flux door de kerndelen vloeit, met het kenmerk, dat de overdrachtsspleet wordt gevuld door een spacer die bestaat uit n zich evenwijdig aan de kernvlakken uitstreckende, subspalten vormende, lagen van een materiaal met een lage magnetische permeabiliteit, waarbij tussen elke twee opeenvolgende lagen met

15 lage permeabiliteit een laag met hogere permeabiliteit is gevoegd en $n \geq 4$.

2. Magnetische overdrachtskop volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat geldt

20
$$\frac{1}{4} \leq \frac{\sum g}{g_e} \leq \frac{3}{4}$$

waarin $\sum g$ is de som van de diktes van de lagen materiaal met lage magnetische permeabiliteit;

25 g_e is de effectieve breedte van de subspalten configuratie zoals gedefinieerd in de beschrijving.

30

35

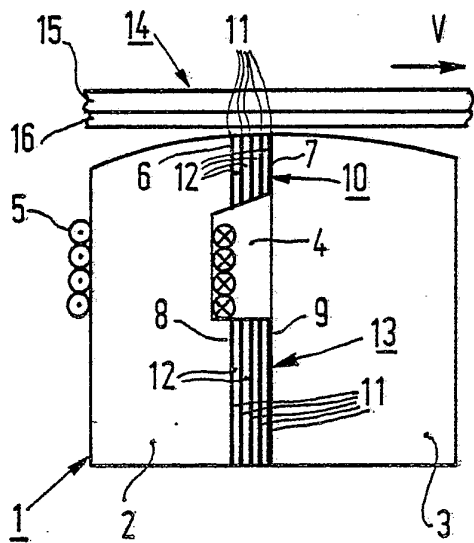


FIG. 1

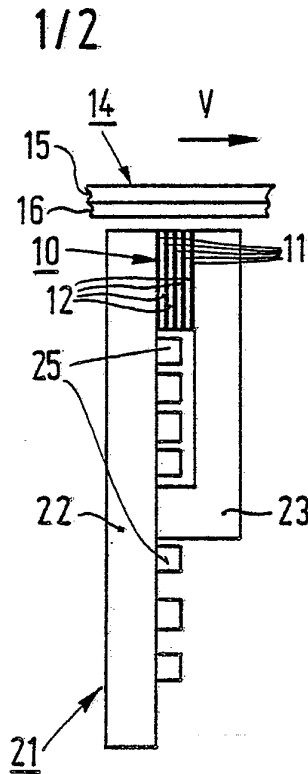


FIG. 2

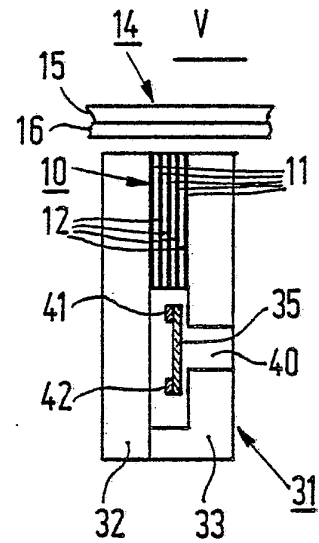


FIG. 3

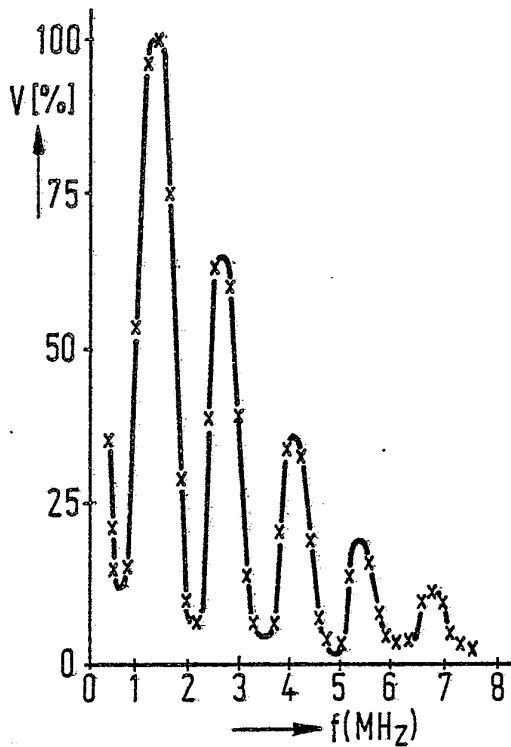


FIG. 4

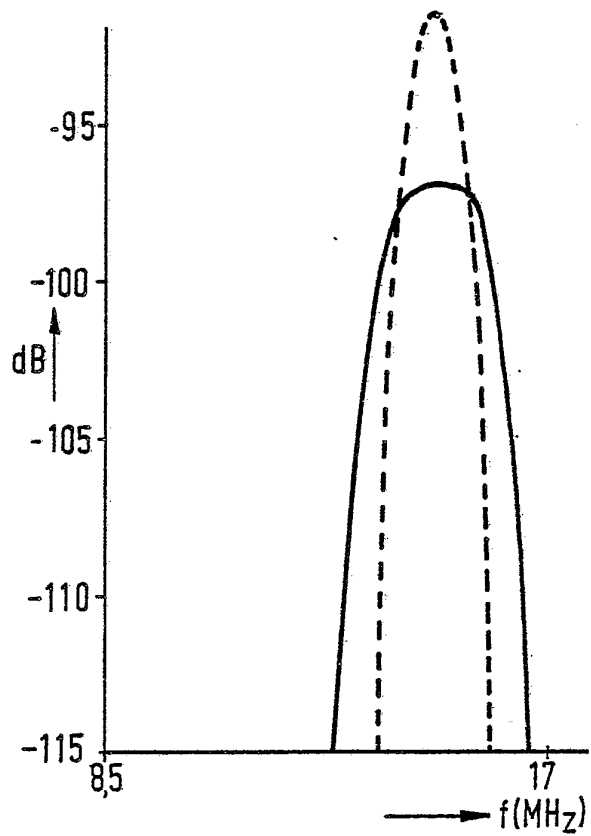


FIG. 6

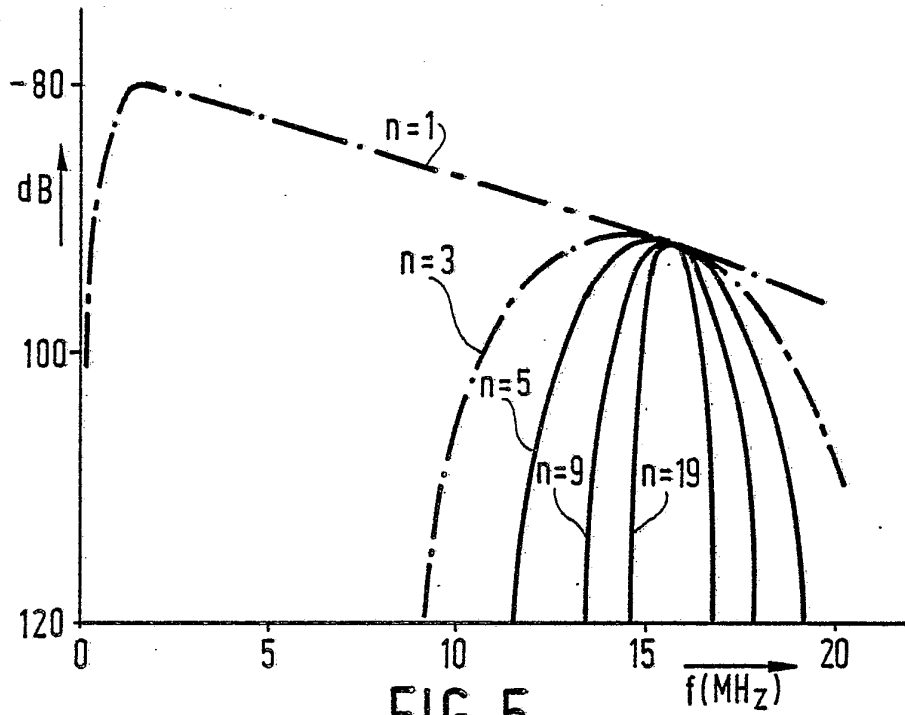
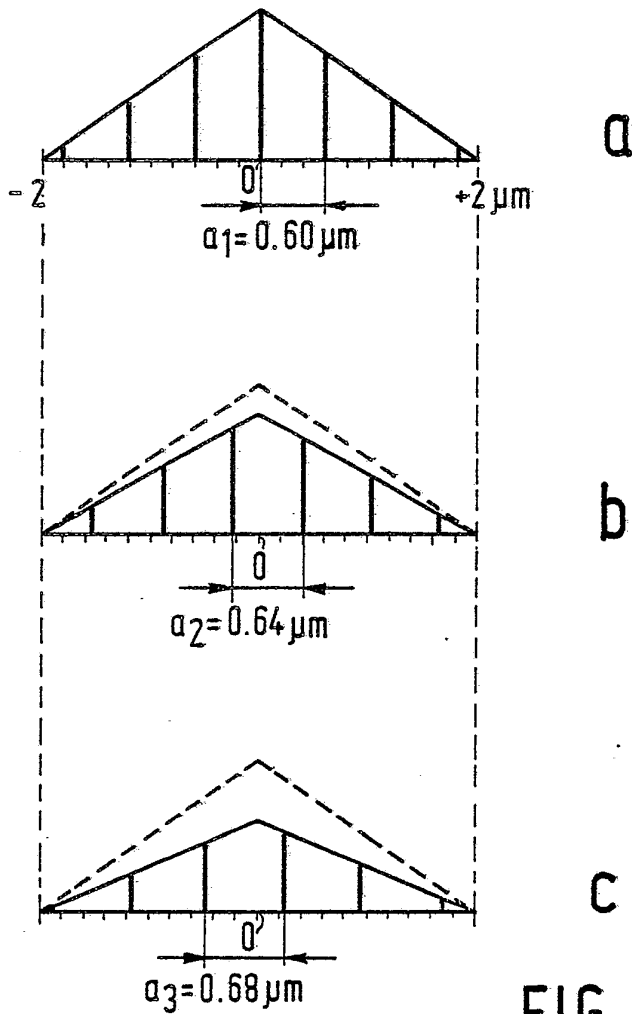


FIG. 5



a

b

c

FIG. 7