



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8004200**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Kunststofgebonden electromagnetische component en werkwijze voor het vervaardigen daarvan.**
- ⑤1 Int.Cl.³: H01F 1/26, H01J 29/76, H01F 1/34, H01F 7/08.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8004200.
- ②2 Ingediend 22 juli 1980.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 februari 1982.

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
Kunststofgebonden electromagnetische component en werkwijze
voor het vervaardigen daarvan.

De uitvinding heeft betrekking op een electromagnetische component op basis van een gesinterd oxydisch materiaal met zacht magnetische eigenschappen met een kunststof als bindmiddel.

5 Zacht-magnetische produkten vervaardigd met de bekende keramische technieken uit metaal-oxyden (respectievelijk metaal-zouten) genieten de voorkeur boven metallische zacht-magnetische produkten vanwege hun relatief hoge elektrische weerstand en daaruit volgende lage verliezen, speciaal bij
10 hoge frequenties. Een groot nadeel van deze keramische produkten is de tamelijk slechte maatvastheid als gevolg van de variaties in krimp die optreden bij de sinterstap. Dit brengt met zich mee, dat een, om prijstechnische redenen ongewenste, nabewerking (slijpen etc.), meestal noodzakelijk is, in het
15 bijzonder in het geval van z.g. yokeringen voor afbuigenheden die op de hals van beeldbuizen voor televisie apparaten bevestigd worden. Deze nabewerking is destemeer onaantrekkelijk, omdat de magnetische eigenschappen van het produkt er soms door verslechterd worden en er bovendien uitval ontstaat door breuk
20 of beschadiging.

Een nabewerking kan achterwege blijven, indien men het magnetische materiaal als gesinterde deeltjes gemengd met een bindmiddel in een matrijs brengt (bijvoorbeeld door spuitgieten) en vervolgens dit bindmiddel hard laat worden (bij
25 kamertemperatuur of ten hoogste enkele honderden graden Celsius). De toleranties op de afmetingen worden dan eigenlijk alleen nog maar bepaald door de toleranties op de matrijsafmetingen.

Een tweede voordeel van deze methode is, dat men zo
30 ook zeer ingewikkelde vormen kan maken.

Deze methode is reeds bekend uit de literatuur, bijvoorbeeld waar het betreft het vormen van zacht-magnetische produkten uit ferriet, bijvoorbeeld spoelkernen (zie de ter

8004200

inzage gelegde Nederlandse octrooiaanvraag nr. 6608192).
Echter blijkt de permeabiliteit (μ) van zulke kernen on-
acceptabel laag te zijn voor de meeste toepassingen.

Een zacht-magnetisch produkt dat is gevormd uit
5 een kunststofgebonden poeder kent namelijk het volgende grote
bezwaar : aangezien het bindmiddelaandeel in het produkt
niet ferro-magnetisch is ($\mu = 1$, zogenaamde lucht μ) en
het zich tussen de magnetische deeltjes bevindt, zijn in
feite al deze deeltjes gescheiden door luchtspleetjes en dit
10 heeft een dramatische verlaging van de effectieve μ van het
produkt tot gevolg. Deze verlaging is zo groot, dat de intrin-
sieke μ van het magnetisch materiaal nog maar een geringe
rol speelt.

Aan de uitvinding ligt de opgave ten grondslag een
15 electromagnetische component op basis van een gesinterd, oxydisch
materiaal met zacht magnetische eigenschappen met een kunststof
als bindmiddel te verschaffen die een voor kunststofgebonden
electromagnetische componenten hoge magnetische permeabiliteit
heeft bij voorkeur in combinatie met een hoge elektrische
20 weerstand, alsmede het verschaffen van een werkwijze voor het
vervaardigen van een dergelijke component.

Een electromagnetische component van de in de aanhef
beschreven soort heeft daartoe als kenmerk, dat hij een struc-
tuur bevat van dicht gestapelde, voorgevormde gesinterde
25 lichamen van oxydisch materiaal met zacht magnetische eigen-
schappen die door middel van een kunststof bindmiddel dat
een aandeel aan zacht magnetisch poeder bevat en de holtes
tussen de lichamen vult tot een vast lichaam met nauwkeurig
gedefinieerde vorm en afmetingen zijn samengevoegd. (Onder
30 dicht gestapeld wordt hier verstaan dat ieder lichaam mecha-
nisch contact heeft met zoveel mogelijke naburige lichamen).

De voordelen die de uitvinding biedt worden door het
volgende geïllustreerd :

Vult men een (ringvormige) matrijs met gesinterde fer-
35 rietbolltjes, $\emptyset$ ca 2 mm., en zorgt men door bijvoorbeeld
trillen voor een zo dicht mogelijke vulling, ideaal is een dicht-
ste holstapeling, en spuit men deze ring vervolgens vol met
een thermoplast, dan meet men na afkoeling aan zo'n ring een

8004200

μ_{eff} van 13 (aan een massief geperste en gesinterde ring van dit ferriet is een μ van ca. 350 gemeten). Spuit men echter de holtes tussen de bollen vol met een mengsel van poederijzer en een thermoplast dan wordt deze μ van 13 al 35.

5 Een nog beter resultaat wordt verkregen als men de bollen na het voorvullen, dus tijdens het inspuiten, fixeert door ze onder een zekere druk te houden. Een μ van 45-50 is zo gemakkelijk realiseerbaar.

In het bovenstaande zijn eigenlijk de essenties van
10 de werkwijze volgens de uitvinding ook al aan de orde gekomen, namelijk

1. het voorvullen van een matrijsholte met gesinterde zacht-magnetische lichamen met bepaalde vormen (zie verder in de beschrijving), tot een zo dicht
15 mogelijke stapeling.
2. het onder druk fixeren van deze lichamen tijdens het inspuiten van een zacht-magnetisch materiaal (metaal- of keramiekpoeder) met een bindmiddel (thermoplast of thermoharder).
- 20 3. de inspuitdruk mag niet zo hoog zijn dat de lichamen uit elkaar gedrukt worden en zeker niet zo hoog, dat ze kapot gedrukt worden.

Een werkwijze voor het vervaardigen van een electro-magnetische component op basis van een gesinterd, oxydisch
25 materiaal met zacht magnetische eigenschappen met een kunststof als bindmiddel wordt derhalve volgens de uitvinding gekenmerkt door de volgende stappen :

- het verschaffen van een aantal voorgevormde en gesinterde lichamen van ferriet;
- 30 het vullen van een matrijs met de voorgevormde lichamen;
- het houden van de voorgevormde lichamen in de matrijs onder voldoende druk om er voor te zorgen dat ze met een deel van hun oppervlakken in mechanisch
35 kontakt zijn;
- het mengen van een vloeibaar bindmiddel met een zacht magnetisch poeder;
- het introduceren van het vloeibare mengsel in de

- holtes tussen de voorgevormde lichamen in de matrijs;
- het hard laten worden van het bindmiddel, waarbij het bindmiddel de voorgevormde lichamen en het poeder tot een vast lichaam met de vorm en afmetingen van de matrijs samenvoegt;
- het verwijderen van het vaste lichaam uit de matrijs.
- Wat betreft de vorm van de gesinterde voorvullichamen bestaan er diverse mogelijkheden, die men globaal in drie categorieën kan indelen :
- a. Bollen, hierbij is vooral de dichte stapeling belangrijk.
 - b. Staafvormige deeltjes zoals cylinders, uitgerekte ellipsoïden (rijstekorrelvorm), en veelvlakken (lengte : doorsnede $\gg 2 : 1$). Behalve aan een goede vulling moet in dit geval bij voorkeur aan nog twee condities voldaan worden, namelijk : zoveel mogelijk deeltjes moeten in dezelfde richting liggen en de stapeling moet in metselverband zijn.
 - c. Vlokvormige deeltjes waarbij dikte/vlakafmeting $\leq 1/3$. Hiervoor gelden dezelfde condities als genoemd onder punt b.

Opgemerkt dient te worden, dat de keuze van vorm en afmeting van de deeltjes der voorvulfractie mede bepaald wordt door vorm en afmetingen van het eindprodukt, bijvoorbeeld als men een ring wil maken met een $\varnothing_{\text{uitw.}}$ van 40 mm en een $\varnothing_{\text{inw.}}$ van 30 mm moeten geen staafjes gebruikt worden met (bijvoorbeeld) een lengte van 20 mm en een $\varnothing$ van 2 mm, daar er dan veel te grote lege ruimtes ontstaan.

De contacten tussen de voorvullichamen onderling zijn van verschillende aard :

- I Bollen hebben raakpunten
 - II Cylinders en ellipsoïden hebben raaklijnen
 - III Veelvlakken en vlokken hebben raakvlakken.
- Categorie III heeft uit het oogpunt van magnetische "kortsluiting" de voorkeur, maar een nadeel is, dat het volspuiten van de overgebleven holtes minder effectief is.

Bij het gebruik van deeltjes met een grote

8004200

lengte : diameter verhouding krijgt men als deze deeltjes netjes in dezelfde richting in het te vormen lichaam geordend zijn een anisotroop produkt, waarbij een hogere μ_{eff} verkregen wordt dan bijvoorbeeld met bollen, vooropgesteld
 5 natuurlijk dat de veldrichting dezelfde is als de richting van de grootste afmeting van de lichamen. Op deze wijze is uitgaande van een basismateriaal met een $\mu = 350$, een μ_{eff} gerealiseerd van 110. Bij applicaties waarbij men deze methode kan toepassen gaat de keuze van de ferrietsamenstelling
 10 een rol spelen, omdat hier een hogere μ van het uitgangsmateriaal ook een duidelijk hogere μ van het compositielichaam geeft.

De uitvinding zal bij wijze van voorbeeld nader worden toegelicht aan de hand van de tekening en van enige
 15 uitvoeringsvoorbeelden.

Figuur 1 is een perspectivisch aanzicht van een yokering voor een beeldbuis/deflectie eenheid combinatie.

Figuur 2 is een verticale doorsnede door de yokering van figuur 1 en toont hoe de stapeling van de gesinterde
 20 staafjes waaruit de yokering is opgebouwd zich conformeert aan de richting waarin de magnetische flux door de yokering loopt.

Samenstellingen van de voorvullichamen.

Over het algemeen is het gewenst een uitgangsmateriaal te gebruiken met een betrekkelijk hoge permeabiliteit.
 25 Aangezien voor veel toepassingen de magnetische verliezen laag moeten zijn bij tamelijk hoge frequenties (tot 5Mc), is een hoge elektrische weerstand ($> 5 \times 10^4 \Omega \text{m}$) eveneens een vereiste. Dit soort materialen vindt men in het bijzonder in de ferrietsystemen :

- a. MgMnZn-ferriet
- b. LiMnZn-ferriet
- c. NiZn-ferriet

De genoemde ferrietsystemen hebben globaal de volgende samenstellingsgrenzen (in mol.%) :

a. MgO	20-45	b. LiO	5-11	c. NiO	20-40
MnO	1-8	MnO	3-10	ZnO	10-30
Fe ₂ O ₃	40-49.5	ZnO	15-40	Fe ₂ O ₃	46-50
ZnO	5-30	Fe ₂ O ₃	55-75		

800 42 00

Het spreekt vanzelf, dat substituties van andere ionen, zoals die aan de vakman uit de literatuur bekend zijn (zie bijvoorbeeld "Treatise on Materials Science and Technology", Vol. 11, p 408, tabel 8), ook hier toegepast kunnen worden.

Voor applicaties waarbij de verliezen bij zeer hoge frequenties minder zwaar en de hoogte van de μ_{eff} wel zwaar wegen zal men eerder zoeken in het gebied van de MnZn ferrieten ($\mu > 1000$). Samenstellingsgrenzen (in mol.%) :

MnO	18-40
ZnO	10-30
Fe ₂ O ₃	50-55

Ook hier zijn uiteraard allerlei substituties mogelijk (zie bijvoorbeeld Duits Offenlegungsschrift 2735440).

In het algemeen dient gesteld te worden, dat uiteraard ook andere bekende zacht-magnetische ferrieten gebruikt kunnen worden. De bereiding van de ferrieten voor de voorvullichamen gebeurt langs één van de vele aan de vakman bekende technieken (zie bijvoorbeeld "Treatise on Materials Science and Technology", Vol. 11, p. 411, fig. 13).

Bij de laatste stap van het bereidingsproces, namelijk het sinteren, komt een extra voordeel van de uitvinding naar voren. Men kan de vullichamen met konstante cyclus sinteren, omdat de maattolerantie vrijwel geen rol speelt.

Samenstelling van het inspuitmengsel.

a. het organische bindmiddel. Hiervoor komen twee hoofdgroepen in aanmerking, te weten :

1. thermoplastische materialen.
2. thermohardende materialen.

Van beide groepen zijn vele representanten bekend, (zie bijvoorbeeld Materials Engin., Jan. 1980, p 40-45), de eerste groep komt vooral in aanmerking als de prijs een belangrijke factor is, de tweede als de sterkte van de vervaardigde component van belang is.

b. het zacht-magnetische vulmiddel.

Ook dit kan men in twee hoofdgroepen scheiden :

1. Metaalpoeder met als exponent de diverse soorten poeder-ijzer zoals die in de handel ver-

krijgbaar zijn.

Eisen : materiaal permeabiliteit redelijk hoog, korrelgrootte verdeling binnen bepaalde grenzen (deze grenzen worden bepaald door het te maken produkt en het gebruikte bindmiddel) maar de gemiddelde korrelgrootte zal altijd klein zijn (ten hoogste enkele microns), omdat anders wervelstroom-verliezen een rol gaan spelen; tenslotte moeten de metaaldeeltjes bij voorkeur aan de buitenzijde een niet geleidend laagje bezitten (bijvoorbeeld door fosfatering).

2. Zacht-magnetische ferrietpoeders. Ook hiervoor geldt de eis dat de μ' van de poeders redelijk moet zijn. Verder is voor deze poeders om proces-technische redenen een gemiddelde korrelgrootte tussen ca. 1 en 10 μm gewenst.

Zie verder uitvoeringsvoorbeeld nr. F.

De volume verhouding waarin magnetisch poeder en bindmiddel gemengd zijn kan binnen bepaalde grenzen variëren (2 : 3 - 3 : 2), waarbij de ondergrens wordt bepaald door het magnetisch bedrag van het mengsel en de bovengrens door de verspuikbaarheid van het mengsel en de mechanische eigenschappen van het eindprodukt.

Voor hoog permeabele produkten is een makkelijke magnetische weg van deeltje tot deeltje essentieel, met andere woorden luchtspleten verlagen de permeabiliteit onmiddellijk, daarom is een aanvulling van grove deeltjes, gevolgd door injectiepersen waarbij deze deeltjes onder druk worden gehouden de aangewezen weg om tot acceptabele resultaten te raken.

Voorbeeld A.

Van een magnesiumzink-ferrietpoeder met een samenstelling beantwoordend aan de formule

$\text{Mg}_{0,65} \text{Zn}_{0,65} \text{Mn}_{0,1} \text{Fe}_{1,70} \text{O}_{3,82}$ werden door rollen met een binderoplossing bollen gevormd. Deze werden gesinterd in lucht gedurende 2 uren bij 1320°C . Na sinteren hadden de bollen een diameter van 0,6 - 1,2 mm.

In een matrix met de afmetingen $\phi_u = 50 \text{ mm}$,

$\emptyset_1 = 34$ mm en $h = 8$ mm werden de bovengenoemde ferrietbollen gestort en vervolgens met een sluitstempel aangedrukt met een druk van 40 kg/cm^2 . De volumevulling van de bollen bedroeg 55%. De resterende 45 volume procenten werden vervolgens
5 volgespoten met een mengsel van poeder-ijzer en epoxyhars + harder. Dit mengsel bevatte 90 gew.% ijzerpoeder.

Voorbeeld B.

Hierbij zijn magnesiumzink-ferrietbollen gebruikt die volgens de methode van voorbeeld A werden gemaakt echter
10 met een diameter na sinteren van 2 mm tot 2,8 mm.

Deze bollen werden gevuld in een spuitmatrijs met dezelfde afmetingen als die in voorbeeld A. De volumevulling bedroeg 50%. De resterende 50 volume procenten werd volgespoten met een mengsel van poeder-ijzer en polypropoleen
15 (gewichtpercentage ijzer-poeder hierin was 90%).

Voorbeeld C.

Staafjes van een mangaanzink-ferroferriet werden bereid door mengen van poeder met bindmiddel en water en extrusie gevolgd door afsinteren op 1300°C gedurende 1 uur
20 in $\text{N}_2 + 5\% \text{O}_2$ en vervolgens tijdens het afkoelen verminderen van de zuurstofpartieeldruk tot $0,1\% \text{O}_2$ bij 1000°C . De staafjes hadden na stoken de afmeting $\emptyset 1,65 \times$ lengte 9,2 mm.

De matrijs van voorbeeld B werd voorgevuld zodanig dat de lengte as van de staafjes zo goed mogelijk in de tangentiële richting lag. De volumevulling was 50%. De holtes
25 werden vervolgens volgespoten met een mengsel van poeder-ijzer en polypropyleen (92 gew.% poeder-ijzer in dit mengsel).

Voorbeeld D.

Hierbij werden staafjes MgZn-ferriet (zie voorbeeld A) met afmeting $\emptyset 2$ mm x 5 mm lengte voorgevuld in een matrijs
30 (zie A), waarbij de as van de staafjes zoveel mogelijk in de tangentiële richting lag.

66 Volume procenten van de matrijsholte werden ingenomen door deze staafjes.

De overblijvende holtes werden volgespoten met
35 een mengsel van poeder-ijzer en thermoharder (89 gew.% poeder-ijzer in dit mengsel), waarbij de voorvullichamen onder een druk van 40 kg/cm^2 werden aangedrukt.

8004200

Voorbeeld E.

Staafjes MnZn-ferroferriet ($\varnothing$ 1 mm x 5 mm lengte) werden gevuld in een matrijs (zie A) met de aslengte in tangentiële richting van de matrijs, volume vulling 70%. Na
 5 aandrukken met een druk van 40 kg/cm^2 werden de holtes volgespoten met een mengsel van poeder-ijzer en thermoharder. (54 volume procenten poeder-ijzer, en 46 volume procenten thermoharder; d.i. 90 gew.% poeder-ijzer).

Voorbeeld F.

10 Een matrijs met dezelfde afmetingen als die in voorbeeld A werd gevuld met 56 volume procenten bollen MgZn-ferriet (zie voorbeeld A) $\varnothing$ 0,4 - 1 mm. De holtes werden na aandrukken met ca. 40 kg/cm^2 volgespoten met een mengsel van epoxyhars en MgZn-ferriet poeder met dezelfde samenstelling als de bollen, (gemiddelde korrelgrootte $1,5 \mu\text{m}$), waarbij
 15 44 volume procenten worden ingenomen door het ferriet en 56 volume procenten door de epoxy (d.i. 78 gew.% ferriet).

Voorbeeld G.

Hierbij werd een matrijs met dezelfde afmetingen als
 20 die in voorbeeld A gevuld met MgZn-ferriet (zie A) schilfers tot 42 volume procenten onder een druk gehouden van 40 kg/cm^2 , daarna werden de overgebleven holtes volgespoten met een mengsel van poeder-ijzer en epoxyhars (volume verhouding 54 : 46; d.i. 90 gew.% poeder-ijzer).

Voorbeeld H.

25 Een matrijs (zie vorige voorbeelden) werd gevuld met mangaanzink-ferroferriet staafjes ($\varnothing$ 4,5 mm x lengte 6 mm), waarbij de volume vulling 51% bedroeg. Na aandrukken met ca. 40 kg/cm^2 werden de holtes volgespoten met een mengsel van epoxyhars
 30 en MgZn ferrietpoeder (gemiddelde korrelgrootte $6 \mu\text{m}$).

De volumeverhouding epoxyhars/MgZn-ferriet = 37/63, d.i. 88 gew.% ferriet.

De eigenschappen van de volgens de voorbeelden A-H verkregen produkten staan vermeld in de onderstaande tabel,
 35 hierin is μ_i de beginpermeabiliteit, $\text{tg } \delta / u$ de verliesfactor en ρ de soortelijke weerstand.

Tabel.

Voorbeeld	μ_i	$\text{tg } \delta / \mu \times 10^6$			$\rho \text{ in } \Omega \text{ m}$
		0,1 MHz	1 MHz	4 MHz	
5	A	106	227	1700	$\geq 10^7$
	B				$\geq 10^7$
	C				
	D				$\geq 10^7$
10	E	195	45	950	
	F		340	2400	$\geq 10^7$
	G		230	790	$\geq 10^7$
	H		260		

Toepassing.

15

In aanmerking komende toepassingen zijn onder andere spoelkernen en transformatorkernen met gecompliceerde vormen en yokeringen voor beeldbuis-deflectie eenheid combinaties voor televisie apparaten. Een voorbeeld van een yokering volgens de uitvinding wordt getoond in figuur 1 en is aangeduid met het verwijzingscijfer 1. De yokering 1 is verkregen door langwerpige staafjes 2, 3, 4, 5, 6 enz. (figuur 2) van MnZn ferriet is een matrijs met de vorm en afmeting van de yokering 1 aan te drukken en de resterende holtes vol te spuiten met een mengsel van epoxyhars en MnZn-ferrietpoeder. De staafjes 2, 3, 4, 5, 6 enz. zijn in een "metselverband" gestapeld met hun lengte assen in tangentiële richting, teneinde de μ in deze richting zo groot mogelijk te maken.

30

35

CONCLUSIES.

1. Electromagnetische component op basis van een gesinterd, oxydisch materiaal met zacht magnetische eigenschappen met een kunststof als bindmiddel, met het kenmerk, dat hij een structuur bevat van dicht gestapelde, voorgevormde gesinterde lichamen van oxydisch materiaal met zacht magnetische eigenschappen die door middel van een kunststof bindmiddel dat een aandeel aan zacht magnetisch poeder bevat en de holtes tussen de lichamen vult tot een vast lichaam met nauwkeurig gedefinieerde vorm en afmetingen zijn samengevoegd.
2. Component volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de voorgevormde lichamen nagenoeg een bolvorm hebben.
3. Component volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de voorgevormde lichamen nagenoeg een staafvorm hebben.
4. Component volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de voorgevormde lichamen vlokvormig zijn.
5. Component volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk, dat de assen in de richting van de hoofdafmetingen van de voorvullichamen nagenoeg evenwijdig zijn aan de richting waarin tijdens bedrijf magnetische flux door de component loopt.
6. Component volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk, dat de voorvullichamen in metselverband gestapeld zijn.
7. Component volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het zacht-magnetisch poeder behoort tot de groep omvattende ferriet-poeder en poeder-ijzer.
8. Component volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het oxydische, ferromagnetische materiaal behoort tot de groep omvattende MgMnZn-ferriet, LiMnZn-ferriet, MnZn-ferriet en NiZn-ferriet.
9. Component volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat hij een ringovrm heeft en dat de gesinterde voorgevormde lichamen staafvormig zijn en met hun lengte assen tangentiëel gericht zijn.
10. Toepassing van een component volgens conclusie 9 als ringkern voor een afbuigeenheid te gebruiken op een kathodestraalbuis.
11. Werkwijze voor het vervaardigen van een electromagnetische component met nauwkeurig gedefinieerde vorm en afmetingen

8004200

op basis van een gesinterd, oxydisch materiaal met zacht magnetische eigenschappen met een kunststof als bindmiddel, gekenmerkt door de volgende stappen :

- 5 het verschaffen van een aantal voorgevormde en gesinterde lichamen van ferriet;
- het vullen van een matrijs met de voorgevormde lichamen;
- het houden van de voorgevormde lichamen in de matrijs onder voldoende druk om er voor te zorgen dat ze met een deel van hun oppervlakken in mechanisch contact zijn;
- 10 het mengen van een vloeibaar bindmiddel met een zacht magnetisch poeder;
- het introduceren van het vloeibare mengsel in de holtes tussen de voorgevormde lichamen in de matrijs;
- 15 het laten hard worden van het bindmiddel, waarbij het bindmiddel de voorgevormde lichamen en het poeder tot een vast lichaam met de vorm en afmetingen van de matrijs samenvoegt;
- 20 het verwijderen van het vaste lichaam uit de matrijs.

25

30

35

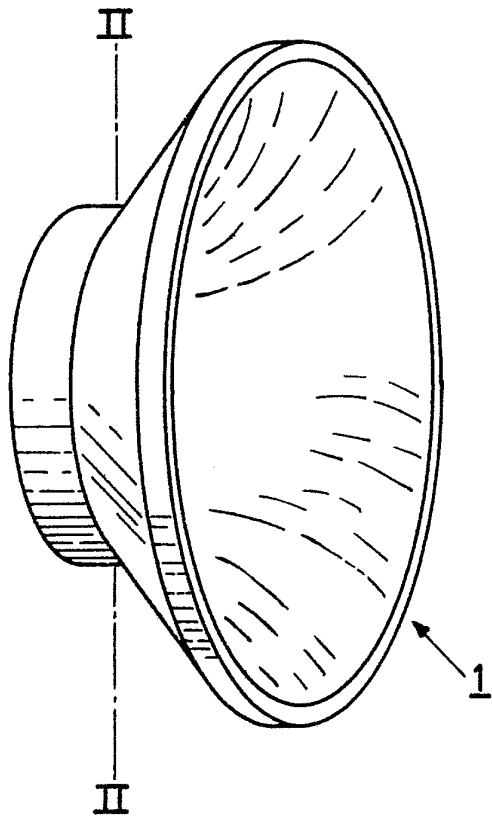


FIG.1

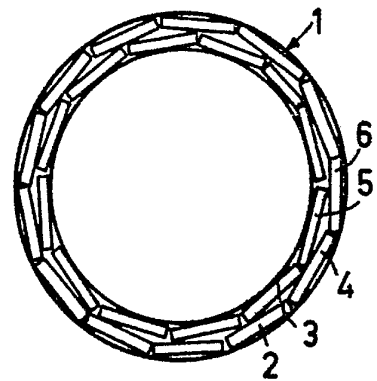


FIG.2