



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8400873**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Vakuumschakelaar, voorzien van hoefijzervormige organen voor het opwekken van een axiaal magnetisch veld.**
- ⑤1 Int.Cl.: H01H 33/66, H01H 33/18.
- ⑦1 Aanvrager: Hazemeijer B.V. te Hengelo (O.).
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

- ②1 Aanvraag Nr. 8400873.
- ②2 Ingediend 19 maart 1984.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

- ④3 Ter inzage gelegd 16 oktober 1985.

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

Vakuumschakelaar, voorzien van hoefijzervormige organen voor het opwekken van een axiaal magnetisch veld.

5 De uitvinding heeft betrekking op een vakuumschakelaar, voorzien van twee van elkaar af en naar elkaar toe beweegbare kontakten van elektrisch geleidend materiaal, bevestigd op de einden van een vaste, respektievelijk beweegbare kontaktstang van elektrisch geleidend materiaal, waarbij om elke kontaktstang een gelamelleerd hoefijzervormig ferromag-

10 netisch orgaan is aangebracht, waardoor om de kontaktstang gezien ter plaatse een magnetisch circuit wordt gevormd, dat bestaat uit een deel met lage magnetische weerstand en een deel met hoge magnetische weerstand, waarbij de hoefijzervormige organen met hun cirkelvormige basis van de U-vormige binnenholte aanliggen tegen de bijbehorende kontakt-

15 stang en daarbij 180° omgekeerd ten opzichte van elkaar zijn geplaatst, zodat de bij stroomdoorgang door de schakelaar in de hoefijzervormige organen opgewekte inwendige magneetvelden, naar mate het deel met hoge magnetische weerstand wordt genaderd, in hoofdzaak axiaal tussen de twee hoefijzervormige organen worden gericht.

20 Een dergelijke vakuumschakelaar is bekend uit het Nederlandse octrooischrift 168361.

Op zeer eenvoudige wijze wordt hierin met behulp van de ferromagnetische hoefijzervormige organen een krachtig axiaal magnetisch veld opgewekt, waardoor de boogspanning wordt beperkt en de onderbrekingseigenschappen van de vakuumschakelaar worden verbeterd.

25

Alhoewel de ferromagnetische hoefijzervormige organen volgens het genoemde Nederlandse octrooischrift een aanzienlijke verbetering te zien geven met betrekking tot de boogspanning en dus het schakelgedrag van de vakuumschakelaar, vertoont deze toch nog een aantal nadelen.

30 Wanneer men namelijk de boogspanning en daarmee het onderbrekingsvermogen nog verder zou willen verhogen door versterking van het axiale veld, zou dit betekenen dat het volume van de ferromagnetische hoefijzervormige organen zou moeten toenemen. Zo'n toename zou echter, gezien de plaatsing van de ferromagnetische hoefijzervormige organen bin-

35 nen in de schakelaar, tevens inhouden dat de afmetingen van de schakelaar zouden toenemen. Dit is echter strijdig met het algemene streven de afmetingen van de vakuumschakelaars zo beperkt mogelijk te houden. Bovendien zal de massa van het beweegbare kontakt dan eveneens toenemen, hetgeen hogere eisen stelt aan het aandrijfmechanisme en leidt tot een

40 hogere derenderneiging van de kontakten bij het sluiten.

8400873

De uitvinding is er daarom op gericht een vakuumschakelaar van de in de aanhef genoemde soort te verschaffen, die zodanig verder is verbeterd, dat het onderbrekingsvermogen wordt verhoogd zonder dat genoemde nadelige gevolgen optreden. De vakuumschakelaar volgens de uitvinding
 5 heeft daarom het kenmerk, dat de hoefijzervormige organen zodanig zijn uitgevoerd, dat hun magnetische weerstand voor het inwendige magneetveld, vanaf het U-vormige basisdeel naar het deel met hoge magnetische weerstand toeneemt.

Volgens een verdere uitvoeringsvorm van de vakuumschakelaar volgens
 10 de uitvinding heeft deze het kenmerk, dat het inwendige magnetische veld een magnetische weerstand ondervindt, die toeneemt naarmate de afstand tot het U-vormige basisdeel ten opzichte van de afstand tot het kontaktoppervlak toeneemt.

In een voorkeursuitvoeringsvorm van de vakuumschakelaar volgens de
 15 uitvinding wordt elk hoefijzervormig orgaan enerzijds begrensd door een plat grensvlak, dat dwars staat op de kontaktstang en dat gelegen is aan de zijde van het kontaktoppervlak en anderzijds begrensd door een grensvlak, dat vanaf het U-vormige basisdeel naar het deel met hoge magnetische weerstand, het bovengenoemde platte grensvlak, nadert.

Volgens de onderhavige uitvinding wordt voor het ferromagnetische
 20 materiaal van de hoefijzervormige organen materiaal gekozen met een hoge verzadigingsinduktie, zoals bijvoorbeeld zuiver ijzer. Door zuiver ijzer te legeren met kobalt krijgt het materiaal tevens een hogere elektrische weerstand. Bij voorkeur wordt uit de reeks van mogelijkheden het mate-
 25 riaal FeCo 50/50 gekozen omdat dit materiaal een hoge verzadigingsinduktie paart aan een hoge elektrische weerstand.

De uitvinding zal thans nader worden toegelicht aan de hand van de tekeningen, waarop uitvoeringsvoorbeelden zijn weergegeven.

Fig. 1 toont een vakuumschakelaar zoals bekend uit het bovengenoem-
 30 de Nederlandse octrooischrift;

fig. 2 toont het verloop van de fluxkomponenten bij de schakelaar volgens fig. 1;

fig. 3 toont het verloop van de fluxkomponenten bij de schakelaar volgens de uitvinding;

35 fig. 4 toont een uitvoeringsvoorbeeld van de schakelaar volgens de uitvinding;

fig. 5 toont een mogelijke uitvoeringsvorm en samenstelling van een uit horizontale lamellen opgebouwd hoefijzervormig orgaan;

40 fig. 6 toont de mogelijke uitvoeringsvorm en samenstelling van een uit verticale, gewikkelde lamellen opgebouwd hoefijzervormig orgaan;

8400873

fig. 7 toont de mogelijke uitvoeringsvorm en de samenstelling van een uit verticale, koncentriscie lamellen opgebouwd orgaan;

fig. 8 toont de maximum boogspanning als funktie van de stroom bij vakuumschakelaars volgens de stand van de techniek en volgens de uitvinding;

fig. 9 toont ter nadere toelichting een aantal magnetiseringskrommen.

Zoals uit fig. 1a blijkt zijn de kontakten 1 en 2 voorzien van daarachter liggende ferromagnetische hoefijzervormige organen 5 respectievelijk 6. De kontakten 1 en 2 zijn met de bijbehorende ferromagnetische hoefijzervormige organen 5 en 6 op kontaktstangen 3 respectievelijk 4 bevestigd, waarmee ze met elkaar in kontakt kunnen worden gebracht of van elkaar kunnen worden gescheiden.

Wanneer er nu een stroom door de schakelaar loopt, zal deze een inwendig magnetisch veld in de ferromagnetische hoefijzervormige organen 5 en 6 induceren, dat wil zeggen koncentriscie om de kontaktstang verloopend, welk magneetveld echter door de vorm en opstelling van de hoefijzervormige organen geleidelijk en grotendeels zal worden omgezet in een axiaal gericht magnetisch veld 7, waarmee de boogblussende eigenschappen van de vakuumschakelaar worden verbeterd. Het axiale magnetische veld 7 zal ongeveer verlopen zoals in fig. 1b tussen de hoefijzervormige organen 5 en 6 is aangegeven.

In fig. 2 zijn de beide ferromagnetische hoefijzervormige organen 5 en 6 uit fig. 1 in opengeslagen vorm boven elkaar getekend. Het kontaktvlak 8 bevindt zich daartussenin en is gestippeld aangegeven.

Zoals hiervoor reeds is opgemerkt zal het door de stroom I door de schakelaar in bijvoorbeeld het ferromagnetische hoefijzervormige orgaan 6 geïnduceerde magnetische veld Φ worden gesplitst in een hoofdzakelijk door het ferromagnetische hoefijzervormige orgaan lopende inwendige komponent Φ_r en een naar het andere ferromagnetische hoefijzervormige orgaan 5 overstekende axiale komponent Φ_a .

De totale magnetische flux zal ter plaatse van de doorsnede A, dus ter plaatse van het U-vormige basisdeel, geheel in de langsrichting van het U-vormige orgaan, koncentriscie om de kontaktstang zijn gericht, maar ten gevolge van de axiale komponent Φ_a geleidelijk afnemen, naarmate de afstand ten opzichte van deze doorsnede A toeneemt. Hierdoor zal ter plaatse van het gedeelte met een hoge magnetische weerstand in de ferromagnetische hoefijzervormige organen slechts een relatief kleine fluxkomponent Φ_r overblijven. Dit betekent echter, dat de ferromagnetische hoefijzervormige organen 5 en 6 ten aanzien van de magnetische

verzadiging niet optimaal kunnen worden gebruikt, omdat het gedeelte ter plaatse van de doorsnede A reeds lang het magnetische verzadigingspunt zal hebben bereikt, als dit ter plaatse van de delen die grenzen aan de delen met hoge magnetische weerstand nog lang niet het geval is. Vanwege
 5 deze verzadiging kan het totale veld Φ in het hoefijzervormige orgaan niet meer toenemen en derhalve ook het axiale veld Φ_a niet meer.

Om nu het axiale magnetische veld te kunnen vergroten zou men het totale volume van de ferromagnetische hoefijzervormige organen kunnen vergroten, waardoor het magnetische verzadigingspunt pas bij een grotere
 10 langsfluxkomponent Φ_r wordt bereikt en dus ook de axiale fluxkomponent Φ_a een grotere waarde kan bezitten. Het vergroten van het volume van de ferromagnetische hoefijzervormige organen kan alleen worden bereikt door de afmetingen in axiale zin te vergroten, omdat de radiale afmetingen in hoofdzaak door de bijbehorende kontakten worden
 15 bepaald.

Behalve de in de inleiding genoemde nadelen ten aanzien van de afmetingen en het totale gewicht van het kontaktsamenstel en het hierboven geschetste inefficiënte gebruik van de ferromagnetisch hoefijzervormige organen, zal in dat geval dan echter bovendien de nuttige axiale flux-
 20 komponent Φ_a minder sterk toenemen dan de fluxkomponent Φ_r , wat betekent dat het rendement van de totale flux Φ daalt. Door het dikker worden van het hoefijzervormige orgaan zal namelijk als gevolg van het grotere oppervlak de magnetische weerstand van het open deel afnemen, zodat hier meer flux Φ_r over zal gaan steken. Dit gaan ten koste van
 25 de axiale fluxkomponent Φ_a .

In fig. 3 zijn nu, op overeenkomstige wijze als in fig. 2, de beide ferromagnetische hoefijzervormige organen 5 en 6 volgens een voorkeurs-
 uitvoeringsvorm van de uitvinding in opengeslagen vorm boven elkaar weergegeven, waarbij het contactvlak 8 zich weer tussen deze twee hoef-
 30 ijzervormige organen zal bevinden.

Met deze in fig. 3 weergegeven vorm wordt niet alleen bereikt, dat de ferromagnetische hoefijzervormige organen met betrekking tot het magnetische verzadigingspunt optimaal worden gebruikt, terwijl daarbij tevens het gewicht van het kontaktsamenstel wordt verminderd, maar zal
 35 bij gelijkblijvende afmetingen in axiale zin en een zelfde totale flux Φ , de axiale fluxkomponent Φ_a sterk toenemen. Dit is aan de hand van fig. 3 eenvoudig in te zien, omdat de magnetische weerstand voor de fluxkomponent Φ_r sterk is toegenomen, terwijl die voor de axiale fluxkomponent Φ_a konstant is gebleven. Er zal derhalve van de totale
 40 magnetische flux een grotere komponent in axiale richting gaan vloeien.

8400873

Op zeer eenvoudige wijze kan dus volgens de uitvinding een aanzienlijke verbetering van de in de aanhef genoemde eigenschappen van de vakuumschakelaar worden bereikt.

Uiteraard is deze verbetering niet beperkt tot het gebruik van een magnetisch veld om de boogblussende werking van een schakelaar te verbeteren, maar kan daarmee ook een verbetering worden bereikt in die gevallen, waarbij men een schakelaarstroom gebruikt om magnetische afstotings- of aantrekkingskrachten tussen de kontakten op te wekken.

In fig. 4 is een kontaktsamenstel volgens de uitvinding weergegeven, waarbij gebruik wordt gemaakt van op elkaar gestapelde plaatjes van ferromagnetisch materiaal. Met 8 wordt weer het contactvlak aangegeven gelegen tussen de beide kontakten 1 en 2. 3 en 4 zijn de respectievelijke bijbehorende kontaktstangen, waaromheen de hoefijzervormige organen, bestaande uit op elkaar gestapelde plaatjes, zijn aangebracht. Deze plaatjes kunnen met een klinknagel, bout of dergelijke met elkaar zijn verbonden, terwijl men de afmetingen in axiale zin kan variëren door meer of minder plaatjes te gebruiken.

In fig. 5 is bij wijze van voorbeeld aangegeven hoe de verschillende plaatjes kunnen worden gevormd. Uit het gestapelde samenstel blijkt, dat de magnetische weerstand voor de inwendige langsfluxkomponent ook hier sterk zal toenemen, naarmate de afstand tot het middendeel, waar het hoefijzervormige orgaan het dikst is, toeneemt. Hier wordt derhalve de in fig. 3 weergegeven vorm benaderd.

Fig. 6 toont een ferromagnetisch hoefijzervormig orgaan volgens een andere voorkeursuitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, waarbij de plaatjes koaxiaal om de kontaktstang zijn gebogen.

Een dergelijk orgaan kan op eenvoudige wijze worden vervaardigd door achtereenvolgens om een vorm een rol te wikkelen uit ferromagnetisch band- of stripmateriaal, waarbij de binnendiameter van de vorm zodanige afmetingen bezit, dat daarin de kontaktstang past. Op passende wijze, bijvoorbeeld door het opsluiten in een huis, wordt er vervolgens voor gezorgd, dat de windingen bij elkaar blijven. Het gedeelte met een hoge magnetische weerstand kan daarna worden aangebracht door een deel van de wand van de rol bijvoorbeeld door frezen te verwijderen en tenslotte de magnetische weerstand voor de inwendige langskomponent van het veld te verhogen door het afschuinen van de rol.

Een andere mogelijkheid wordt weergegeven in fig. 7. Ook hier is het ferromagnetische hoefijzervormige orgaan gevormd uit plaatjes, die hier echter in axiale richting koaxiaal om de kontaktstang zijn aangebracht. De plaatjes zijn daarbij afzonderlijk gevormd volgens een be-

paald patroon en daarna tot de gewenste vorm gebogen en ook weer door bijvoorbeeld klinken aan elkaar bevestigd.

In fig. 7 onderaan zijn bij wijze van voorbeeld het binnenste en het buitenste plaatje opengeslagen weergegeven. Het voordeel van deze
5 mogelijkheid boven die in fig. 6 is, dat de vorm van het uiteindelijke ferromagnetische hoefijzervormige orgaan aan uiteenlopende wensen kan worden aangepast.

In fig. 8 is als functie van de stroom door de schakelaar in kA de maximum boogspanning in V aangegeven voor een vakuumschakelaar zonder
10 axiaal veld, grafiek A, voor een schakelaar met ongelamelleerde ferromagnetische hoefijzervormige organen, grafiek B, voor een schakelaar met gelamelleerde ferromagnetische hoefijzervormige organen, grafiek C, en tenslotte voor een vakuumschakelaar met hoefijzervormige organen volgens de uitvinding, zie grafiek D. De grafiek C geldt voor een vakuumschake-
15 laar volgens de inleiding van de onderhavige octrooiaanvraag. Grafiek D toont de verlaging van de boogspanning met een toename van de onderbroken stroomsterkte bij toepassing van de maatregelen volgens de onderhavige uitvinding. De meetpunten van de grafieken C en D gaan slechts tot 25 kA. Door extrapolatie is echter in te zien, dat met name bij gra-
20 fiek D de boogspanning ook bij zeer hoge stromen op een erg laag niveau blijft. Deze extrapolatie is toelaatbaar in verband met de snelle respectievelijk langzame toename van de verzadiging bij de verschillende uitvoeringsvormen van de hoefijzervormige organen.

In tegenstelling tot wat bij de meeste materialen met magnetische
25 eigenschappen wordt verlangd is niet de steilheid van de kromme belangrijk, maar de hoge verzadigingsinductie. Op grond hiervan is zuiver ijzer te verkiezen boven het veel gebruikte zogenaamde transformatorblik. Door deze hoge verzadigingsinductie kunnen de ferromagnetische hoefijzervormige organen bij een gegeven flux kleiner zijn dan bij mate-
30 riaal met een minder hoge verzadigingsinductie.

Ook is het van belang dat het materiaal een hoge elektrische weerstand bezit, omdat daardoor dikkere lamellen kunnen worden toegepast, zonder dat er hinderlijke wervelstromen ontstaan. Het ferromagnetische orgaan kan dientengevolge uit minder lamellen zijn opgebouwd, hetgeen
35 produktie-technisch van voordeel is. Om een hogere elektrische weerstand te bereiken en toch een goede verzadigingsinductie te behouden, wordt veel gebruik gemaakt van ijzer-cobaltlegeringen, zoals het zogenaamde Vacoflux 24S2 met een kobaltpercentage van 24 of het, de voorkeur verdienende FeCo 50/50 met een kobaltpercentage van 50.

40 In fig. 9 is voor een aantal materialen de magnetiseringskromme

84 00873

uitgezet. In tegenstelling tot wat bij de meeste materialen met magnetische eigenschappen wordt verlangd, is niet de steilheid van de krommen belangrijk maar de hoge bereikbare verzadigingsinductie. Op grond daarvan is zuiver ijzer (kromme 1) te verkiezen boven het veel gebruikte zogenaamde transformatorblik (kromme 2), bestaande uit 3% siliciumstaal. Door deze hoge verzadigingsinductie kunnen de ferromagnetische hoefijzervormige organen bij een gegeven flux kleiner zijn.

Het is verder ook van belang dat het materiaal een hoge elektrische weerstand heeft omdat daardoor dikkere lamellen kunnen worden toegepast zonder dat er hinderlijke wervelstromen ontstaan. Het ferromagnetische orgaan kan diensgevolge uit minder lamellen zijn opgebouwd hetgeen productie-technisch van voordeel is. Een materiaal dat in dit opzicht de voorkeur verdient is bijvoorbeeld FeCo 50/50 (kromme 3) dat zowel een hoge verzadigingsinductie als een hoge elektrische weerstand bezit.

Het spreekt vanzelf, dat de uitvinding niet beperkt is tot de hierboven beschreven en in de figuren weergegeven uitvoeringsvormen, maar dat wijzigingen mogelijk zijn zonder buiten het kader van de uitvinding te treden.

Conclusies

1. Elektrische vakuumschakelaar, voorzien van twee van elkaar af en naar elkaar toe beweegbare kontakten van elektrisch geleidend materiaal, bevestigd op de einden van een vaste, respektievelijk beweegbare kontaktstang van elektrisch geleidend materiaal, waarbij om elke kontaktstang een gelamelleerd hoefijzervormig ferromagnetisch orgaan is aangebracht, waardoor om de kontaktstang gezien ter plaatse een magnetisch circuit wordt gevormd, dat bestaat uit een deel met lage magnetische weerstand en een deel met hoge magnetische weerstand, waarbij de hoefijzervormige organen met hun cirkelvormige basis van de U-vormige binnenholte aanliggen tegen de bijbehorende kontaktstang en daarbij 180° omgekeerd ten opzichte van elkaar zijn geplaatst, zodat de bij stroomdoorgang door de schakelaar in de hoefijzervormige organen opgewekte inwendige magneetvelden, naar mate het deel met hoge magnetische weerstand wordt genaderd, in hoofdzaak axiaal tussen de twee hoefijzervormige organen worden gericht, met het kenmerk, dat de hoefijzervormige organen zodanig zijn uitgevoerd, dat hun magnetische weerstand voor het inwendige magneetveld, vanaf het U-vormige basisdeel naar het deel met hoge magnetische weerstand toeneemt.

2. Vakuumschakelaar volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het inwendige magnetische veld een magnetische weerstand ondervindt, die toeneemt naarmate de afstand tot het U-vormige basisdeel ten opzichte van de afstand tot het kontaktoppervlak toeneemt.

3. Vakuumschakelaar volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat elk hoefijzervormig orgaan een plat grensvlak bezit, dat dwars staat op de kontaktstang en dat gelegen is aan de zijde van het kontaktoppervlak, en een grensvlak dat vanaf het U-vormige basisdeel naar het deel met hoge magnetische weerstand, het platte grensvlak nadert.

4. Elektrische vakuumschakelaar volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de gelamelleerde ferromagnetische hoefijzervormige organen zijn samengesteld uit evenwijdig aan het platte grensvlak gestapeld liggende ferromagnetische plaatjes, waarvan de, de U-vormige binnenholte begrenzende benen een hoek insluiten, die groter wordt naarmate de afstand tot het kontaktoppervlak toeneemt.

8400873

5. Elektrische vakuumschakelaar volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de gelamelleerde ferromagnetische hoefijzervormige organen zijn samengesteld uit om de kontaktstang heen aangebrachte, ko-axiale cilinderdelen vormende ferromagnetische plaatjes, waarvan de axiale afmetingen gerekend vanaf het platte grensvlak, vanaf de cirkelvormige basis van de U-vormige binnenholte naar het open uiteinde toe kleiner worden.

6. Vakuumschakelaar volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de, de koaxiale cilinderdelen vormende ferromagnetische plaatjes concentrisch zijn.

7. Vakuumschakelaar volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de, de koaxiale cilinderdelen vormende ferromagnetische plaatjes spiraalvormig zijn.

8. Gelamelleerd hoefijzervormig orgaan voor toepassing in de vakuumschakelaar volgens een van de conclusies 1 tot 7, met het kenmerk, dat het ferromagnetische materiaal van dit orgaan een hoge verzadigingsinductie bezit en bijvoorbeeld bestaat uit zuiver ijzer.

9. Gelamelleerd hoefijzervormig orgaan volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat het ferromagnetische materiaal tevens een hoge elektrische weerstand bezit, bijvoorbeeld bestaat uit FeCo 50/50.

8400873

fig-1

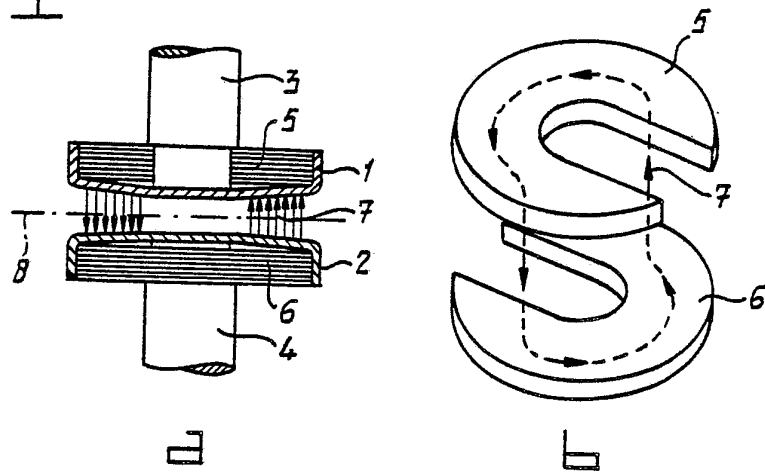


fig-2

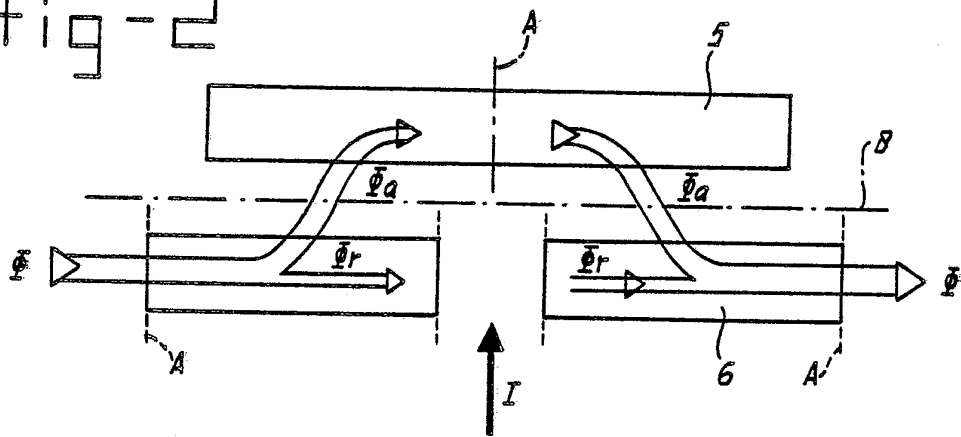
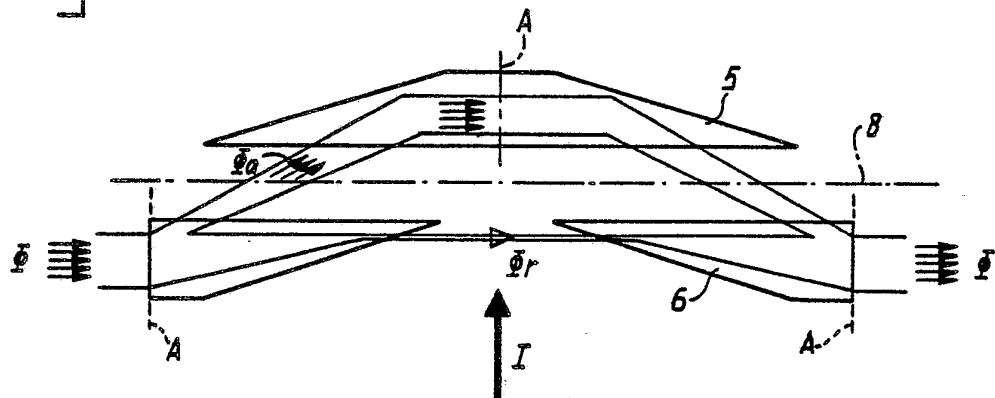


fig-3



8400873

fig-4

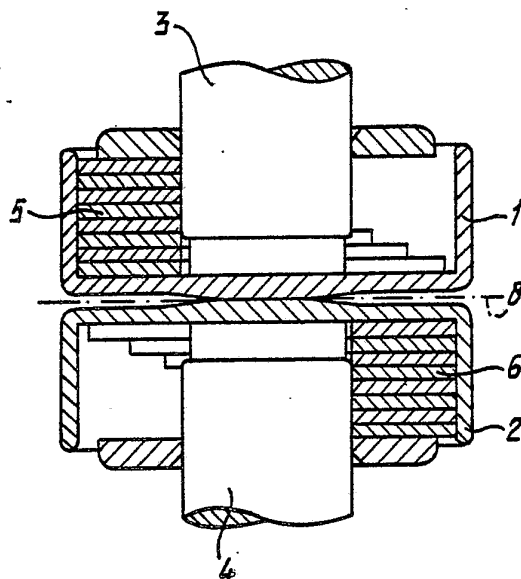
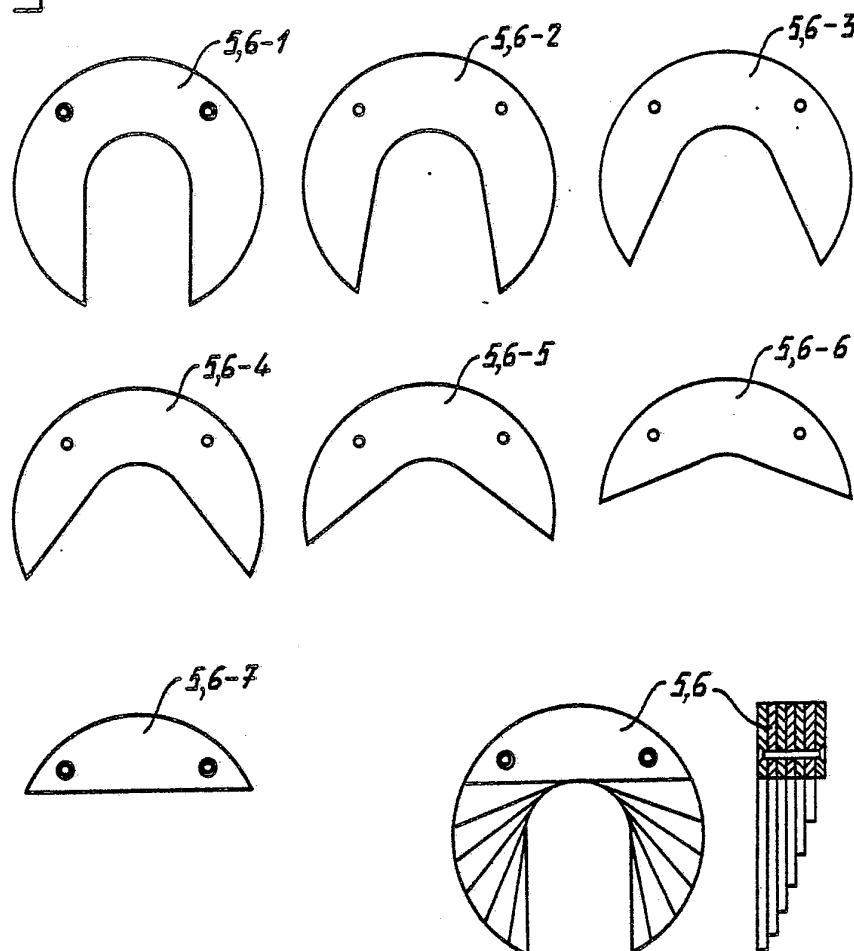


fig-5



8400873

fig-6

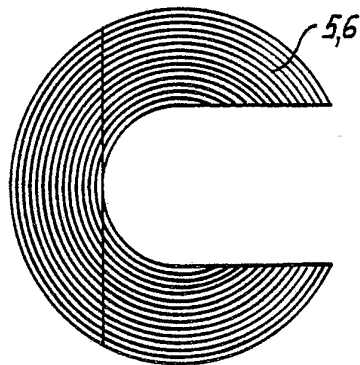
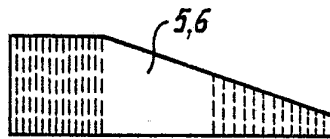
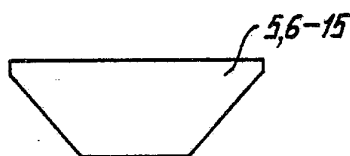
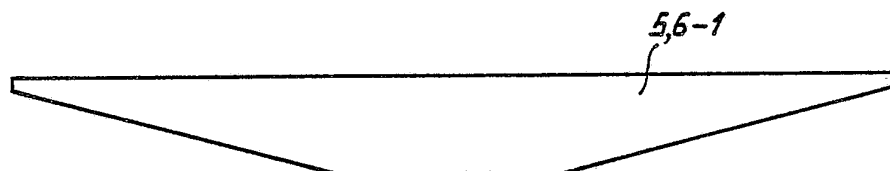
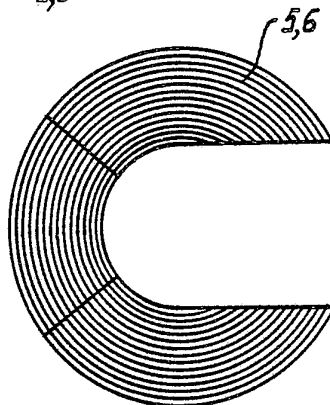
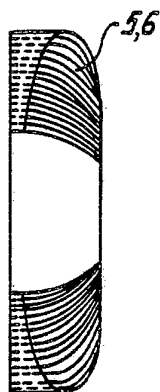
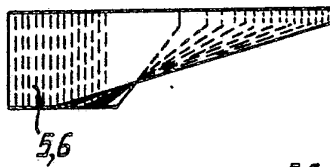
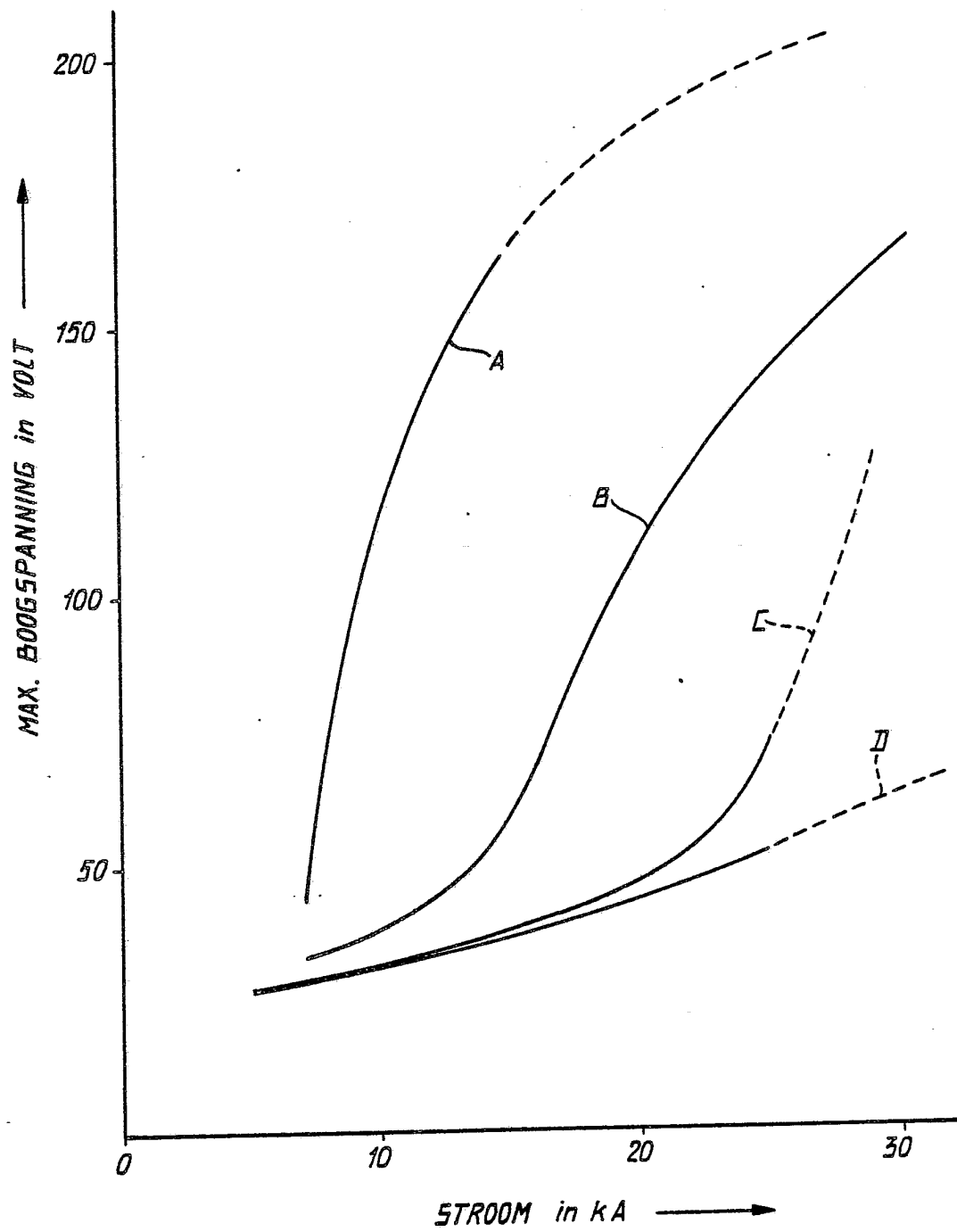


fig-7



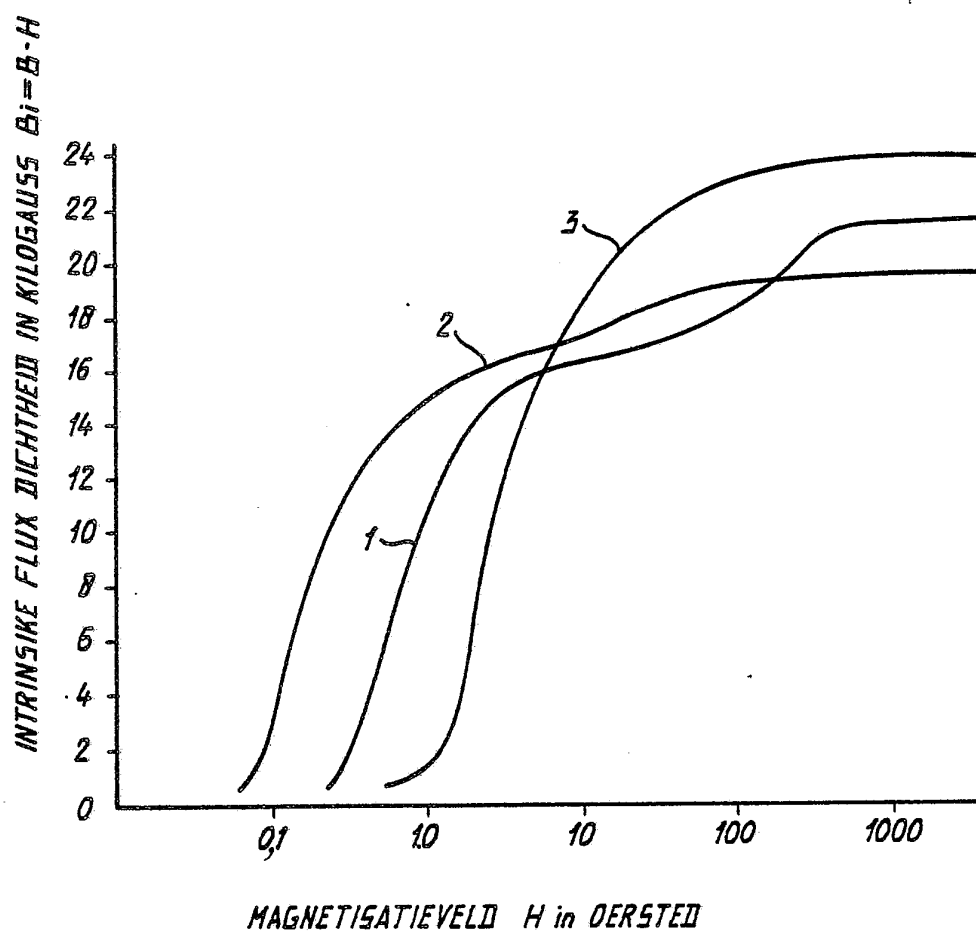
8400873

fig-8



8400873

fig-9



8400873