

(19) DANMARK



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(12) PATENTSKRIFT

(11) 166641 B1

(21) Patentansøgning nr.: 5104/87

(51) Int.Cl.5

H 01 F 40/06

(22) Indleveringsdag: 28 sep 1987

G 01 R 15/02

(41) Alm. tilgængelig: 30 mar 1988

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 21 jun 1993

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 29 sep 1986 CH 03899/86

(73) Patenthaver: *LGZ Landis & Gyr Zug AG; CH-6301 Zug, CH

(72) Opfinder: Urs *Brandenberg; CH, Thomas *Seitz; CH

(74) Fuldmægtig: Lehmann & Ree A/S

(54) Måletransformator til måling af den i en elektrisk leder løbende strøm

(56) Fremdragne publikationer

EP off.g.skrift nr. 82082

(57) Sammendrag:

5104-87

Måletransformatoren indeholder en ferromagnetisk afskærmning (2) og en luftspole (3,4), der består af en spolevikling (3), som er viklet på et spolelegeme (4). Luftspolen (3,4) er anbragt således mellem hver sin i nærheden parallelt med hinanden forløbende frem- og returleder (1a,1b) af en leder (1), som gennemløbes af en strøm (i), der skal måles, at aksen i luftspolen (3,4) forløber tilnærmelsesvis parallelt med retningen af magnetfelterne ($\vec{H}_a + \vec{H}_b$), som frembringes af den i frem- og returlederen (1a,1b) løbende strøm (i). Denne opbygning tillader en simpel og overfor mekaniske tolerancer ukritisk montage af måletransformatoren, og endvidere er denne ufølsom overfor fremmede magnetfelter samt præcis, simpel og pålidelig.

DK 166641 B1

Den foreliggende opfindelse angår en måletransformator til måling af den i en elektrisk leder løbende strøm, hvilken måletransformator er af den i krav 1's indledning angivne art.

5 Sådanne måletransformatorer bliver f.eks. anvendt i elektricitetsmålere til bestemmelse af en til en forbruger afgivet momentan effekt. I dette tilfælde bliver momentanværdien af en elektrisk strøm målt med anordningen og derefter multipliceret med momentanværdien af en forsyningsspænding.

10 En måletransformator i henhold til krav 1's indledning er kendt fra EP 0.082.082 A1, hvor en U-formet bøjet strømleder gennemløbes af en strøm, der skal måles. En luftspole er her anbragt i en med et låg forsynet elektrisk isolerende beholder, som er anbragt i nærheden af den U-formede del af strømlederen mellem dennes frem- og returleder. Luftspolens langsgående akse forløber parallelt med
15 magnetfelterne, som frembringes af den i en frem- og returleder af strømlederen løbende strøm. Den U-formede del af strømlederen er sammen med den tilhørende luftspole og dennes beholder anbragt i en med en bund forsynet dåseagtig afskærmning, så at luftspolen også er udsat for magnetfeltet, som frembringes af den i den U-formede del
20 af strømlederen løbende strøm. Det sidstnævnte magnetfelt bliver følgelig alt efter strømretningen delvis også målt og påvirker dermed, da det kun delvis måles, på uoverskuelig måde det samlede måleresultat negativt. Montagen af måleanordningen sker relativt kompliceret, da dennes enkelte komponenter er mekanisk uafhængige af
25 hinanden og enkeltvis og tidsmæssigt efter hinanden skal skydes ind i en til disse hørende ydre anordning. Dette betinger bl.a., at luftspolen først skal føres ind i sin beholder, derefter skal dens position i denne beholder med henblik på måleanordningens justering indstilles relativt kompliceret ved hjælp af en skrue, og først
30 derpå kan beholderens låg lukkes.

 Fra DE offentliggørelsesskrift nr. 1.133.817 kendes desuden en strømtransformator med båndringkerne til måling af pulserende jævnstrømme. Konstruktionen af strømtransformatoren tillader at føre
35 to i samme højde ved siden af hinanden liggende strømskinner, der tjener som primærvikling, i modsat retning gennem vinduet i båndringkernen for at vende polariteten af hver tidsmæssigt anden jævnstrømsimpuls og således frembringe en firkantformet vekselstrøm, der kan måles ved hjælp af en på båndringkernen viklet sekundærvikling.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at forbedre monteringen og effektiviteten af den kendte måletransformator ifølge EP-A 0.082.082 på en sådan måde, at monteringen af måletransformatoren på den ene side er meget simpel og på den anden side ukritisk over for mekaniske tolerancer, og at måletransformatoren under bibeholdelse af sin ufølsomhed over for fremmede magnetfelter er særlig præcis, simpel, omkostningsgunstig og pålidelig samt har et stort udgangssignal.

Ifølge opfindelsen opnås dette ved hjælp af de i krav 1's kendetegnende del angivne foranstaltninger.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

- fig. 1 viser et første tværsnit A-B i den skematiske opbygning af en første udførelsesform for en måletransformator ifølge opfindelsen,
- fig. 2 et andet tværsnit C-D i opbygningen af den første udførelsesform,
- fig. 3 en opbygning af en anden udførelsesform for måletransformatoren ifølge opfindelsen og
- fig. 4 en opbygning af en tredje udførelsesform for måletransformatoren ifølge opfindelsen.

I alle figurer på tegningen betegner ens henvisningstal ens dele.

Den i fig. 1 og 2 viste måletransformator til måling af den i en elektrisk leder 1 løbende strøm i indeholder mindst én ferromagnetisk afskærmning 2 og mindst én fra den elektriske leder 1 elektrisk isoleret luftspole 3,4, som består af en spolevikling 3, der er viklet på et spolelegeme 4. En luftspole er helt alment defineret som en spole, der ikke har nogen ferromagnetisk kerne. Luftspolen 3,4, der på tegningen ikke er vist målestokstro, er anbragt således mellem hver sin i nærheden af, dvs. i en afstand af højst en millimeter fra yderfladen af luftspolen 3,4, tilnærmelsesvis parallelt med hinanden forløbende frem- og returleder 1a og 1b af den elektriske leder 1, at dens længdeakse tilnærmelsesvis forløber parallelt med retningen af magnetfelterne $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$. Magnetfeltet $\vec{H}_a$ bliver frembragt af den i frem-lederen 1a løbende strøm i, medens magnetfeltet $\vec{H}_b$ frembringes af den i returlederen 1b løbende strøm i. I rummet mellem frem-lederen 1a og den dermed parallelle returleder 1b er de to magnetfelter $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ på

luftspolen 3,4's sted parallelle med hinanden med samme retningsforløb. Luftspolen 3,4 er en flad spole, der som bekendt i det mindste har en dimension, der er betydeligt mindre end en af de to andre dimensioner, idet den flade spole f.eks. er en fladspole eller
5 en flad cylinderspole, og afstanden mellem yderfladen af luftspolen 3,4 og frem- og returlederen 1a og 1b er i hvert enkelt tilfælde lig med den minimale af en nødvendig isolationsspænding givne størrelse på højst en millimeter. Betinget deraf er den magnetiske kobling mellem lederen 1 og luftspolen 3,4 maksimalt meget stor, da den
10 magnetiske flux i de af strømmen i frembragte magnetfelter $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ detekteres så fuldstændigt som muligt af luftspolen 3,4, og da denne strækker sig i aksial retning over en så lille dellængde som muligt af de af strømmen i frembragte magnetfeltlinier.

Luftspolen 3,4 er fortrinsvis anbragt i et hus 10 af elektrisk
15 isolerende materiale, hvis vægge danner den elektriske isolation for luftspolen 3,4 i forhold til frem- og returlederen 1a og 1b. Huset 10 består med fordel af keramik og har fortrinsvis en bund 10b og et husdæksel 10a. Luftspolen 3,4 er på fordelagtig måde anbragt på en bærer af isolationsmateriale, på hvilken der f.eks. yderligere
20 findes elektroniske komponenter, idet bunden 10b af huset 10 fortrinsvis er denne bærer. Dette tillader en simpel, præcis, pålidelig og overfor mekaniske tolerancer ukritisk montage af huset 10 og luftspolen 3,4, der begge tilsammen danner en enhed. Som materiale til den ferromagnetiske afskærmning egner fortrinsvis en jern-nikkellegering sig, som f.eks. Permenorm, Vacoperm, Trafoperm, Permax®,
25 Ultraperm eller Mumetal, på grund af den høje permeabilitet. Den ferromagnetiske afskærmning 2 har form af en rørformet ring, som fortrinsvis består af mindst én ringformet bøjet plade, hvilket stærkt forenkler dens fremstilling, og som såvel omgiver frem- som
30 returlederen 1a og 1b elektrisk isoleret. Længden L af ringen er større end dens største lysning, så at den afskærmer luftspolen 3,4 meget godt imod virkningen af ydre fremmedmagnetfelter. Den elektriske leder 1 har f.eks. et rektangulært tværsnit, og den rørformede ring har da også på foretrukken måde vinkelret på sin længdeakse et rektangulært tværsnit. Den elektriske leder 1 danner fortrinsvis en U-formet sløjfe 11, hvis frem- og returleder er de parallelt med hinanden forløbende frem- og returledere 1a og 1b af den elektriske leder 1. Det rektangulære tværsnit af den elektriske leder 1 udgør f.eks. 2 mm • 10 mm for en strøm i på 100A. På bæreren

kan der indenfor eller udenfor huset 10 yderligere være anbragt elektroniske ikke viste komponenter, der f.eks. er dele af måletransformatorens koblingselektronik.

I fig. 1 er det antaget, at bredden af huset 10 er større end
 5 bredden af den elektriske leder 1. I dette tilfælde udfylder huset 10 i tværsnittet A-B f.eks. rummet mellem frem- og returlederen 1a og 1b af sløjfen 11 fuldstændigt. Bredden af huset 10 kan også være lig med eller mindre end bredden af den elektriske leder 1. I sidste tilfælde udfylder huset 10 i tværsnittet A-B kun delvis rummet
 10 mellem frem- og returlederen 1a og 1b af sløjfen 11. I alle tilfælde omgiver ringen med længden L frem- og returlederen 1a og 1b af sløjfen 11 samt huset 10. Frem- og returlederen 1a og 1b af sløjfen 11 strækker sig i længderetning gennem hulrummet mellem huset 10 og ringen, f.eks. således at de såvidt muligt har såvel rumlig kontakt
 15 med huset 10 som elektrisk isoleret rumlig kontakt med ringen. Mellem ringen på den ene side og frem- og returlederen 1a og 1b, som strækker sig gennem ringen, på den anden side findes der følgelig et isolationslag 13a (se fig. 1 og fig. 2).

Ringen er fordelagtigt på sin yderflade fuldstændigt omgivet af
 20 en tilnærmelsesvis parallel ringformet og bredere ydre afskærmning 12. Mellem ringen og den ydre afskærmning 12 befinder der sig f.eks. et isolationslag 13b. Den ydre afskærmning 12 har en længde Z, som er større end længden L af ringen, så at dennes endeflader yderligere delvis også bliver afskærmet. Længden Z udgør f.eks. 30 mm.
 25 Den ydre afskærmning 12 består fordelagtigt af dybtrækningsstål eller af en jern-nikkellegering. Isolationslaget 13b mellem ringen og den ydre afskærmning 12 tjener her også til at forøge den rumlige afstand mellem disse to, hvilket forbedrer skærmvirkningen af den ydre afskærmning 12. Denne rumlige afstand udgør f.eks. 0,05 mm.
 30 Formålet med den ydre afskærmning 12 er at aflaste den højpermeable, men let måttelige ring, der jo er virksom som skærm, ved stærke ydre fremmede magnetfelter. Ringen og den ydre afskærmning 12 virker følgelig som dobbeltskærm. Uden den ydre afskærmning 12 forbliver den af ringen dannede skærm umættet indtil en værdi af det ydre fremmede magnetfelt på ca. 50A/cm. Ved tilstedeværelsen af dobbeltskærmen derimod forbliver den af ringen dannede skærm umættet indtil
 35 en værdi af det ydre fremmede magnetfelt på ca. 200A/cm. Den i luftspolen 3,4 inducerede spænding er proportional med $d(\vec{H}_a + \vec{H}_b)/dt$, dvs. ved sinusformede magnetfelter $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ proportional

med summen $(\vec{H}_a + \vec{H}_b) = 2 \vec{H}_a$, da de to magnetfelter $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ er lige store og rettet i samme retning. Ved ikke sinusformede magnetfelter $\vec{H}_a$ og $\vec{H}_b$ skal de to tilslutninger på luftspolen 3,4 forbindes med en topolet indgang på en på tegningen ikke vist integrator. Udgangssignalet fra denne integrator er da i hvert tilfælde proportional med $(\vec{H}_a + \vec{H}_b) = 2 \vec{H}_a$. Integratoren er f.eks. en Miller-integrator, der som bekendt består af en operationsforstærker, hvis udgang over en kondensator er tilbagekoblet til den inverterende indgang på operationsforstærkeren. De to poler på indgangen af integratoren er desuden indenfor denne over hver sin modstand forbundet med den inverterende henholdsvis den ikke inverterende indgang på operationsforstærkeren.

På grund den særlig snævre magnetiske kobling mellem frem- og returlederen 1a og 1b i lederen 1 og luftspolen 3,4 er måletransformatoren særlig præcis og pålidelig. Afskærmningen 2 og den ydre afskærmning 12, når denne findes, gør den ufølsom overfor magnetfelter.

Den anden og tredie variant adskiller sig kun fra den første variant ved formgivningen af den elektriske leder 1.

I den i fig. 3 viste udførelse danner den elektriske leder 1 mindst to U-formede sløjfer 11a og 11b, der er anbragt parallelt ved siden af hinanden og elektrisk koblet i serie. Desuden er begge ledere 16 og 17 henholdsvis 18 og 19 i hver sløjfe 11a henholdsvis 11b anbragt parallelt over hinanden. De to frem-ledere 16 og 18 på den ene side og de to returledere 17 og 19 på den anden side i de to sløjfer 11a og 11b er hver anbragt ved siden af hinanden i et og samme plan. Huset 10 og dermed også luftspolen 3,4 er anbragt mellem de to frem-ledere 16 og 18 på den ene side og de to returledere 17 og 19 på den anden side, hvorhos alle disse frem- og returledere forløber i nærheden af huset 10. Ringen og den ydre afskærmning 12, såfremt den findes, omgiver sideværts og elektrisk isoleret fra dem de to U-formede sløjfer 11a og 11b. Denne anordning gør det muligt uden at ændre konfigurationerne af den ferromagnetiske afskærmning 2 og huset 10 at magnetisere måletransformatoren med halv strøm, f.eks. med 50A. Denne halve strøm frembringer med to sløjfer 11a og 11b et lige så stort magnetfelt som strømmen i med en enkelt sløjfe 11.

Naturligvis kan de U-formede sløjfer 11a og 11b også være anbragt dækkende indskudt i hinanden. I dette tilfælde er de to frem-

ledere 16 og 18 på den ene side og de to returledere 17 og 19 på den anden side anbragt dækkende over hinanden i stedet for ved siden af hinanden. Frem- og returlederne 16 til 19 kan da være tilnærmelsesvis dobbelt så brede og halvt så tykke.

5 Ved den i fig. 4 viste tredje variant består den elektriske leder 1 af to ledere 20 og 21, som i det mindste indenfor ringen er parallelle, og som i det mindste for det første er anbragt således, at de strækker sig gennem ringen først i den ene retning, derpå krydser hinanden elektrisk isoleret for derefter påny at strække sig
10 gennem ringen i modsat retning. Desuden er huset 10 og dermed luftspolen 3,4 hver for sig for begge retninger anbragt mellem de to ledere 20 og 21. De to ledere 20 og 21 er f.eks. anbragt parallelle dækkende over hinanden. En ydre afskærmning 12 omgiver også her på fordelagtig måde ringen til siden. Denne anordning bliver f.eks.
15 anvendt i elektricitetsmålere i USA og gør det muligt uden at ændre konfigurationerne af huset 10 og den ferromagnetiske afskærmning 2 at magnetisere måletransformatoren med to uafhængige enfasede strømme i_1 og i_2 hver på f.eks. 200A, hvor den ene af de to strømme i_1 henholdsvis i_2 i det ekstreme tilfælde kan være nul. En sådan
20 samlet opbygning af lederne 20 og 21 tillader at gøre overføringskonstanterne for de to strømme i_1 og i_2 nøjagtigt lige store.

25

30

35

P A T E N T K R A V.

1. Måletransformator til måling af den i en elektrisk leder (1) løbende strøm (i) med en luftspole (3,4), et hus (10) af elektrisk isolerende materiale og mindst én ferromagnetisk afskærmning (2),
5 hvor luftspolen (3,4) er anbragt i huset (10) og mellem parallelt med hinanden forløbende frem- og returleder (1a,1b) af den elektriske leder (1) på en sådan måde, at længdeaksen i luftspolen (3,4) forløber parallelt med retningen af magnetfelterne ($\vec{H}_a, \vec{H}_b$), som
10 frembringes af den i frem- og returlederen (1a,1b) løbende strøm (i), og hvor den ferromagnetiske afskærmning (2) elektrisk isoleret omgiver frem- og returlederen (1a,1b), k e n d e t e g n e t ved, at den ferromagnetiske afskærmning (2) har form af en rørformet ring, som frem- og returlederen (1a,1b) strækker sig igennem i
15 længderetningen, at afstanden mellem periferioverfladen af luftspolen (3,4) og frem- og returlederen (1a,1b) i hvert enkelt tilfælde højst udgør 1 mm, og at luftspolen (3,4) er en flad spole, så at den magnetiske flux fra magnetfelterne ($\vec{H}_a, \vec{H}_b$) på den ene side detekteres så fuldstændigt som muligt af luftspolen (3,4), og luftspolen
20 (3,4) på den anden side i aksial retning kun strækker sig over en så lille dellængde som muligt af de af strømmen (i) frembragte magnetfeltlinier, og at luftspolen (3,4) og huset (10) tilsammen danner en enhed.

2. Måletransformator ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den ferromagnetiske afskærmning (2) består af mindst én ringformet bøjet plade.

3. Måletransformator ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at længden (L) af den rørformede ring er større end dens største lysning.

30 4. Måletransformator ifølge krav 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at det på længdeaksen vinkelrette tværsnit af den rørformede ring ved et rektangulært tværsnit af den elektriske leder (1) ligeledes er rektangulært.

5. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at væggene af huset (10) danner den elektriske isolation for luftspolen (3,4) i forhold til frem- og returlederen (1a,1b).

6. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 1-5, k e n d e t e g n e t ved, at den elektriske leder (1) danner

en U-formet sløjfe (11), og at dennes frem- og returleder er de parallelt med hinanden forløbende frem- og returledere (1a,1b) i den elektriske leder (1).

7. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 1-5, k e n d e t e g n e t ved, at den elektriske leder (1) danner i det mindste to U-formede sløjfer (11a,11b), som sideværts er anbragt parallelt ved siden af hinanden og elektrisk er koblet i serie, hvor begge ledere (16,17 henholdsvis 18,19) af hver sløjfe (11a henholdsvis 11b) er anbragt parallelt dækkende over hinanden, og de to frem-ledere (16,18) på den ene side og de to returledere (17,19) på den anden side i de to sløjfer (11a,11b) i hvert enkelt tilfælde er anbragt ved siden af hinanden i et og samme plan, og at luftspolen (3,4) er anbragt mellem de to frem-ledere (16,18) på den ene side og de to returledere (17,19) på den anden side.

8. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 1-5, k e n d e t e g n e t ved, at den elektriske leder (1) danner i det mindste to U-formede sløjfer (11a,11b), som er anbragt dækkende indskudt i hinanden og elektrisk er koblet i serie, hvorhos lederne (16, 17,18,19) i alle sløjfer (11a,11b) er anbragt parallelt dækkende over hinanden, og at luftspolen (3,4) er anbragt mellem de to frem-ledere (16,18) på den ene side og de to returledere (17,19) på den anden side.

9. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 2-5, k e n d e t e g n e t ved, at den elektriske leder (1) i det mindste indenfor den rørformede ring består af to parallelle ledere (20,21), som i det mindste én gang er anbragt således, at de strækker sig gennem den rørformede ring først i én retning, derpå krydser hinanden elektrisk isoleret for derefter påny at strække sig gennem den rørformede ring i modsat retning, hvorhos luftspolen (3,4) for begge retninger er anbragt mellem de to ledere (20,21).

10. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 5-9, k e n d e t e g n e t ved, at luftspolen (3,4) er anbragt på en bærer af isolationsmateriale.

11. Måletransformator ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at bæreren er en bund (10b) i huset (10).

12. Måletransformator ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved, at huset (10) består af keramik.

13. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 10-12, k e n d e t e g n e t ved, at der på bæreren yderligere er

anbragt elektroniske komponenter.

14. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 2-13, k e n d e t e g n e t ved, at den rørformede ring består af en jern-nikkellegering.

5 15. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 2-14, k e n d e t e g n e t ved, at den rørformede ring på sin kappeflade er omgivet af en tilnærmelsesvis parallel, ringformet og bredere ydre afskærmning (12).

10 16. Måletransformator ifølge krav 15, k e n d e t e g n e t ved, at den ydre afskærmning (12) består af dybtrækningsstål.

17. Måletransformator ifølge krav 15, k e n d e t e g n e t ved, at den ydre afskærmning (12) består af en jern-nikkellegering.

15 18. Måletransformator ifølge et hvilket som helst af kravene 15-17, k e n d e t e g n e t ved, at der mellem den rørformede ring og den ydre afskærmning (12) findes en rumlig afstand.

20

25

30

35

Fig.1

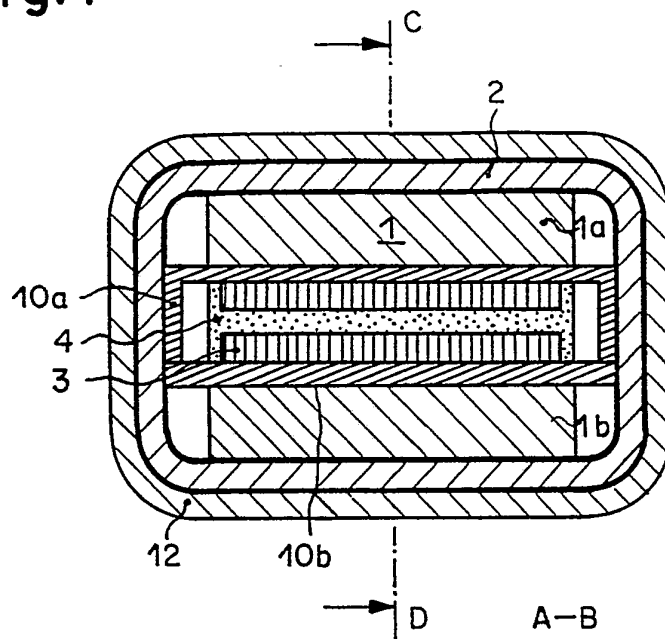


Fig.2

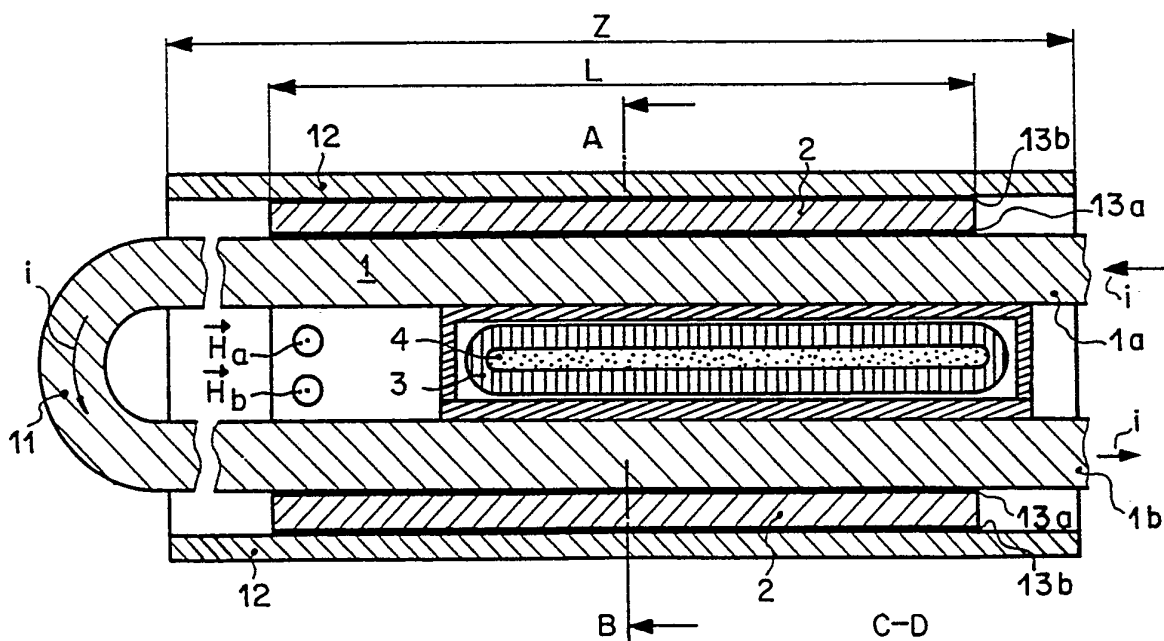


Fig.3

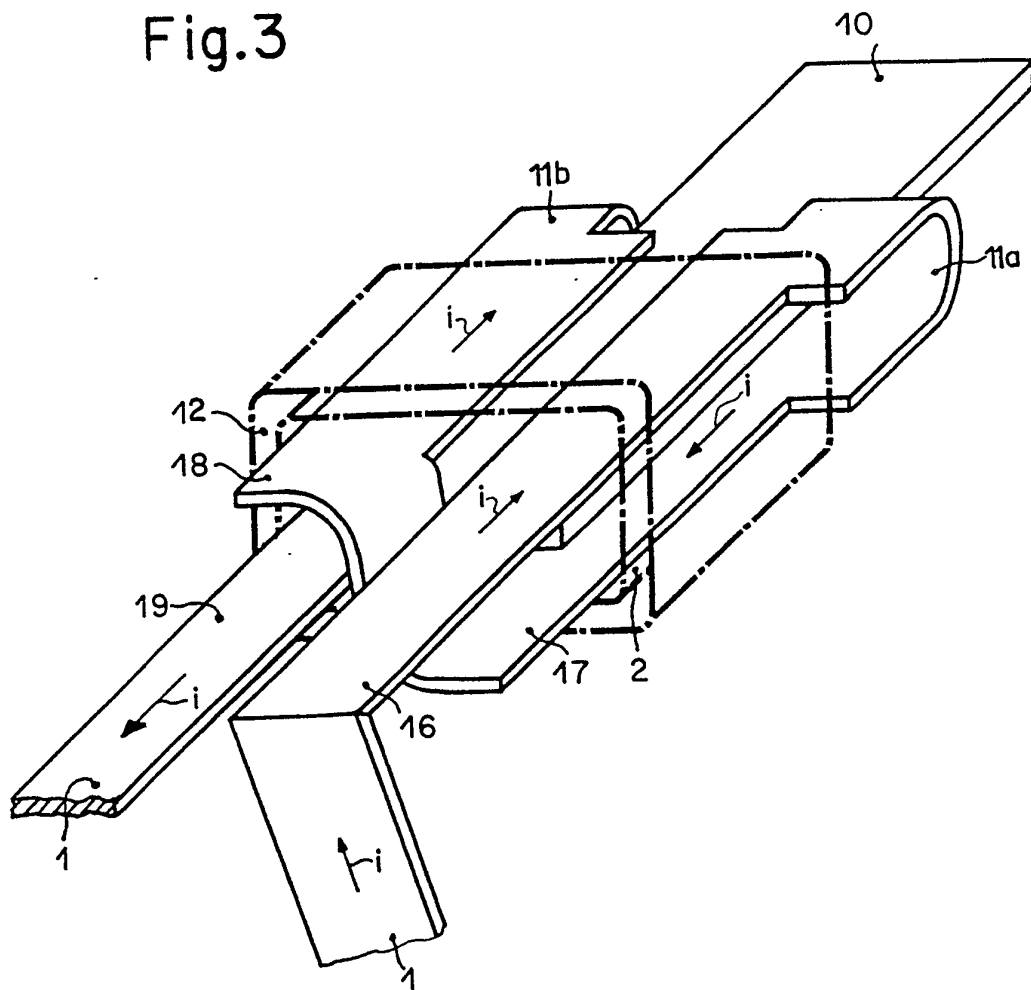


Fig.4

